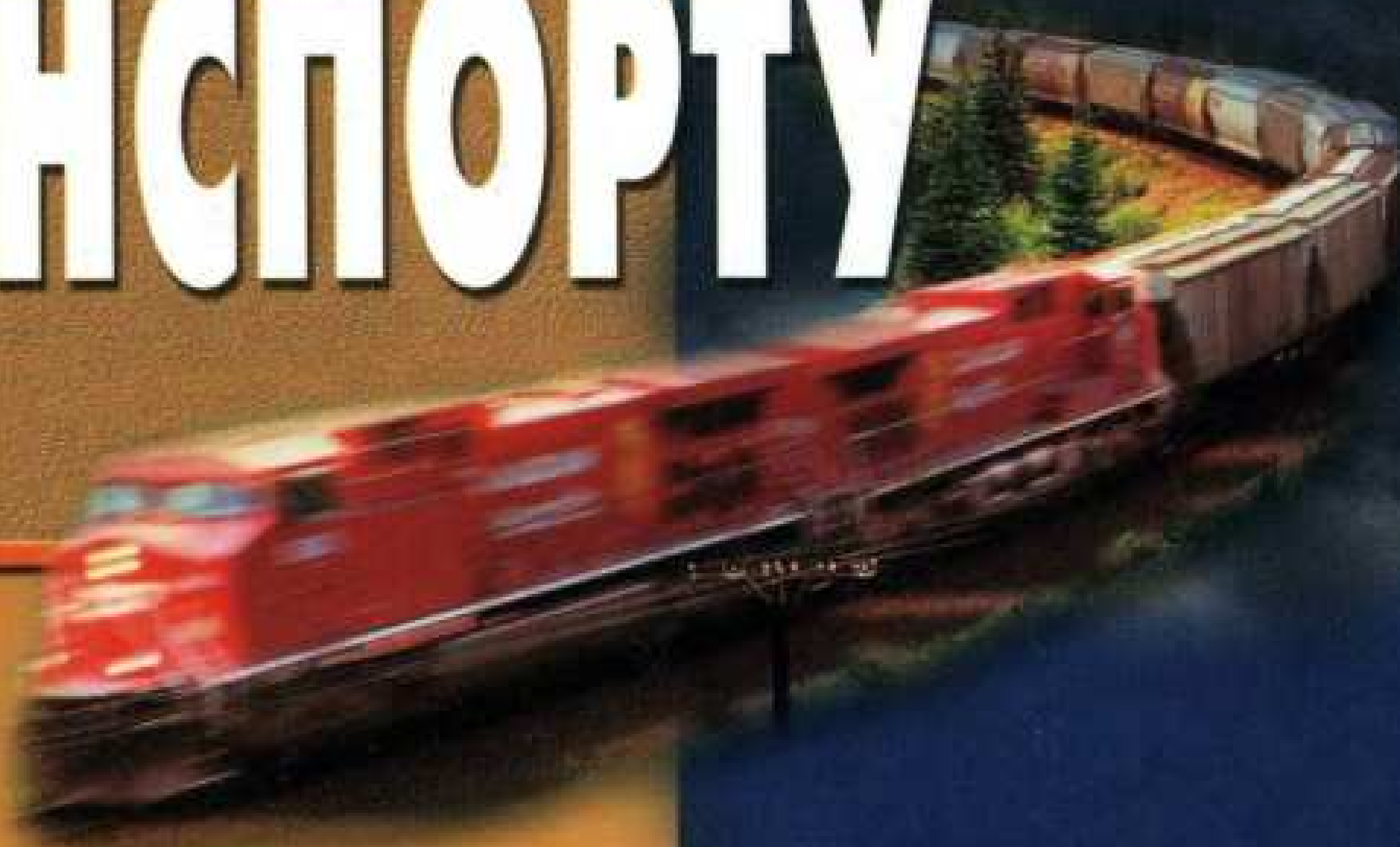


Корнійчук М.П.
Липовець Н.В.
Шамрай Д.О.

ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛУЗІ
І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ

ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Частина I



ДЕЛЬТА
ВИДАВНИЦТВО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

М.П. Корнійчук, Н.В. Липовська, Д.О. Шварай

ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛУЗІ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

**Частина 1
(розділи 1–6)**

Підручник

Друге видання, виправлене

*Додано Міністерством Освіти і науки України
як підручник для студентів спеціальності «Локомотивознавство»*



**Київ
2018**



*Видавництво
«Трансукраїна» А.П.*

УДК 629.4 (075)
ББК 39.2 я 7
К 67

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України
(Лист №14/182-2596 від 21.11.2005 р.)*

Рецензенти: д.т.н., професор Бабинів О.Б.
д.т.н., професор Боднар Б.Є.
д.т.н., професор Рибкін В.В.
д.т.н., професор Даминський В.Т.
д.т.н., професор Козьміч М.Б.
к.т.н., доцент Саветко А.С.
к.т.н., доцент Варфоломеев В.У.
к.т.н. Яновський П.О.

Корнійчук М.П., Липовець Н.В., Шамрай Д.О.

К 67 Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту.
Частина 1 (розділи 1-6): Підручник. Друге видання, виправлене. --
К.: «Дельта», 2008. -- 504 с.

ISBN 978-966-8797-13-2

«Технологія галузі і технічні засоби залізничного транспорту» — описує основні технічні засоби та основи технології виконання пересізного процесу на залізничному транспорті, рекомендується в якості підручника для вивчення студентами дисциплін загального курсу всіх спеціальностей у вищих навчальних закладах 1 і 2 рівня акредитації, професійно-технічних училищах і технічних школах залізничного транспорту, а також для широкого кола працівників, які починають трудову діяльність на залізничному транспорті.

ББК 39.2 я 7

ISBN 978-966-8797-13-2

© М.П. Корнійчук, Н.В. Липовець, Д.О. Шамрай. 2008
© Видавництво «Дельта». 2008

Зміст

Передмова	12
Розділ 1. Загальні відомості про залізничний транспорт	16
1.1. Роль транспорту в економіці країни. Єдина транспортна система	16
1.2. Етапи розвитку і формування залізничного транспорту	20
1.3. Загальні поняття про перевізний процес, його показники	30
1.4. Структура управління залізничним транспортом	33
1.5. Загальні відомості про нормативні документи, які регламентують діяльність залізничного транспорту	42
1.6. Поняття про габарити на залізницях, їх різновиди	46
1.7. Єдина система цифрового кодування на залізницях	51
1.8. Перспективи розвитку залізничного транспорту, запровадження повітряних засобів, удосконалення технологічних процесів	55
Контрольні питання до розділу 1	63
Розділ 2. Колії і колійне господарство	64
2.1. Колії і міжколлія	64
2.1.1. Поняття про залізничну колію	64
2.1.2. Поняття про міжколлія	65
2.2. Траса, план та профіль колії	66
2.2.1. План місцевості в горизонталях	66
2.2.2. Основні поняття про геодезичні роботи	67
2.2.3. Категорії ліній	70
2.2.4. Уявлення про трасу і план лінії	73
2.3. Основні елементи плану та поздовжнього профілю колії	74
2.3.1. Сполучення прямих і кривих відрізків колії	74
2.3.2. Паралельне зміщення колій	76
2.3.3. Поняття про ухил та крутість ухилу	77
2.3.4. Нормальний поздовжній профіль колії	78
2.3.5. Скорочений поздовжній профіль колії	81
2.4. Конструкція і поперечні профілі земляного полотна	82
2.4.1. Призначення земляного полотна	82
2.4.2. Конструктивні елементи земляного полотна	83
2.4.3. Поперечні профілі настипу і внімки	84
2.4.4. Поперечні профілі станинних площадок	88
2.4.5. Смуга відводу залізниці	89

2.5.	Спеціальні споруди і пристрої захисту земляного полотна	90
2.5.1.	Водонідавні, водозбірні і дренажні пристрої та споруди	90
2.5.2.	Укріплення і захист земляного полотна	93
2.5.3.	Деформації і руйнування земляного полотна	95
2.6.	Штучні споруди	98
2.6.1.	Призначення штучних споруд, їхні різновиди	98
2.6.2.	Мостові споруди. Їхня будова і експлуатація	98
2.6.3.	Водопропускні труби, лотки, локери, фільтрувальні насипи	102
2.6.4.	Тунелі, підпірні стіни	103
2.7.	Рейки і скріплення	105
2.7.1.	Призначення і складові елементи верхньої будови колії	105
2.7.2.	Рейки	106
2.7.3.	Рейкові стики і стикові скріплення	108
2.7.4.	Безстикова колія	113
2.8.	Рейкові опори	116
2.8.1.	Призначення і типи рейкових опор	116
2.8.2.	Проміжні рейкові скріплення	119
2.8.3.	Угон колії. Протигонні пристрої	123
2.9.	Баластний шар	125
2.10.	Взаємодія колії і рухомого складу	127
2.10.1.	Умови проходження рухомого складу на рейковій колії	127
2.10.2.	Силова дія рухомого складу на рейкову колію	128
2.11.	Рейкова колія на прямих і кривих ділянках колії	128
2.11.1.	Ширина колії і рівень рейкових ниток залізничної лінії	128
2.11.2.	Підвищення зовнішньої рейкової нитки на кривих ділянках	129
2.11.3.	Відводи розширення колії і підвищення зовнішніх рейок	130
2.11.4.	Рихтування колії	132
2.12.	Призначення і будова стрілочних переводів	133
2.12.1.	Призначення і основні частини стрілочного переводу	133
2.12.2.	Види стрілочних переводів і глухих пересічень	136
2.12.3.	Умови укладання стрілочних переводів	138
2.13.	Геометричні елементи стрілочного переводу	138
2.14.	Взаємне розміщення стрілочних переводів.	
	З'єдн. і стрілочні вузли	141
2.14.1.	Основні схеми укладання двох суміжних переводів	141
2.14.2.	З'єдн. і стрілочні вузли	142
2.14.3.	Огляди і перевірки стрілочних переводів	143
2.15.	Переїзди, колійні заборонення і атаки	145
2.15.1.	Призначення, категорії і різновидності переїздів	145
2.15.2.	Обладнання переїздів	146

2.15.3. Колійні загородження	149
2.15.4. Колійні знаки	149
2.15.5. Сигнальні знаки	150
2.16. Принципи організації і засоби виконання колійних робіт	152
2.16.1 Структура управління колійним господарством	152
2.16.2. Поняття про капітальний, середній і комплексно-оздоровчий ремонт колії	154
2.16.3 Колійні машини і оснащення колійних робіт	154
2.17. Поточне утримання колії	157
2.17.1. Основні принципи організації поточного утримання колії	157
2.17.2. Контроль за станом колії	157
2.17.3. Запобігання сніговим заметам і розмиванням колії	158
Контрольні питання до розділу 2	161
Розділ 3. Вагони і вагонне господарство	163
3.1. Загальні відомості про вагони і контейнери	163
3.1.1. Принципи побудови вагона	163
3.1.2. Експлуатаційні характеристики вантажних вагонів	165
3.1.3. Поняття про контейнер, класифікація контейнерів	173
3.1.4. Вагонні парки на залізницях України, проблеми і перспективи їх розвитку	177
3.2. Система нумерації вагонів і контейнерів	179
3.2.1. Характеристика номерів коду пасажирських і вантажних вагонів	179
3.2.2. Знаки і написи на вагонах	180
3.2.3. Нумерація, знаки і написи на контейнерах	182
3.3. Технічні характеристики вагонів	184
3.3.1. Техніко-економічні показники вантажних вагонів	184
3.3.2. Визначення розрахункових показників вантажних вагонів	186
3.4. Колісні пари	187
3.4.1. Будова колісної пари	187
3.4.2. Формування, огляди і гаврування колісних пар	190
3.4.3. Несправності колісних пар. Вимоги ПТЧ до утримання колісних пар	190
3.5. Букси і підшипники	191
3.5.1. Призначення буксового вузла. Види букс	191
3.5.2. Короткі відомості про букси на підшипниках ковзання	192
3.5.3. Будова і обслуговування букс на підшипниках качення	192
3.5.4. Переваги роликкових букс і проблеми підшипників їх надійності	194
3.6. Ресорна підвіска вагонів	195

3.7.	Візки вагонів	197
3.7.1	Призначення і принципона будова візка вагона	197
3.7.2	Основні типи візків вантажних вагонів	198
3.7.3	Основні типи візків пасажирських вагонів	202
3.8.	Призначення і будова рам вагона	204
3.9.	Будова і принципи дії автоматичного пристрою	207
3.9.1.	Призначення і будова автозчепу	207
3.9.2.	Робота механізму зчіплювання при зчепленні і розчепленні вагонів	208
3.9.3.	Ударно-центруючий прилад і устаткування обладнання	209
3.9.4.	Вимоги ПТЕ до автоматичного пристрою	211
3.10.	Призначення і принципи дії гальм	212
3.10.1	Призначення і класифікація гальм	212
3.10.2	Гальмове обладнання локомотивів	214
3.10.3	Гальмове обладнання вагонів	215
3.10.4	Системи пневматичних гальм і управління ними	217
3.11.	Порядок випробування і перевірки гальм в поїздах	220
3.11.1.	Загальні положення про технічне обслуговування гальм	220
3.11.2	Повне випробування автогальм	220
3.11.3	Скорочене випробування автогальм	221
3.11.4.	Перевірка дієздатності гальм на шляху прямування	223
3.12.	Кузови вантажних вагонів	224
3.12.1.	Будова кузовів критих вагонів	224
3.12.2.	Особливості будови кузовів напіввагонів і вагонів-платформ	225
3.12.3.	Особливості будови кузовів спеціальних вагонів	227
3.12.4.	Несправності кузовів вантажних вагонів	229
3.13.	Кузови пасажирських вагонів	229
3.13.1.	Призначення і типи кузовів пасажирських вагонів	229
3.13.2.	Внутрішні приміщення пасажирських вагонів	231
3.14.	Електрообладнання, освітлення, вентиляція і кондиціонування пасажирських вагонів	233
3.15.	Структура вагонного господарства	237
3.15.1.	Структурна схема управління вагонним господарством	237
3.15.2.	Основні підприємства і пункти вагонного господарства	238
3.16.	Система технічного обслуговування і ремонту вагонів	239
3.16.1.	Особливості експлуатації вантажних і пасажирських вагонів	239
3.16.2.	Види технічного обслуговування і ремонту вагонів	240
3.17.	Організація роботи пунктів технічного обслуговування	242
3.17.1.	Призначення і основні функції ПТО, їх оснащення	242
3.17.2.	Технологія проведення технічного огляду поїзда	243

3.17.3. Особливості обслуговування пасажирських вагонів	244
3.18. Технічні особливості перспективних вагонів нового покоління ..	245
3.18.1. Вантажні вагони для міжнародних транспортних коридорів ..	245
3.18.2. Вагони для швидкоїсних і високошвидкісних пасажирських поїздів	247
Контрольні питання до розділу 3	250
Розділ 4. Локомотиви і локомотивне господарство	252
4.1. Загальні відомості про локомотиви	252
4.1.1. Поняття про тяговий руханий склад і його класифікація	252
4.1.2. Техніко-економічні порівняння різних видів тяги	255
4.2. Електрорухомий склад, принципи його будови і роботи	256
4.2.1. Загальні поняття про будову електровозів і електропоїздів	256
4.2.2. Класифікація електрорухомого складу	257
4.2.3. Основні серії електровозів, їх технічні характеристики	258
4.2.4. Механічна частина електровозів	263
4.3. Електричне обладнання електровозів	269
4.3.1. Тягові електродвигуни	269
4.3.2. Допоміжні електричні машини	271
4.3.3. Трансформатори і випрямні пристрої	274
4.3.4. Електричні апарати і прилади електровозів	277
4.4. Управління електровозами і водіння поїздів	284
4.4.1. Загальні поняття про електричні схеми електровозів	284
4.4.2. Способи регулювання швидкості	285
4.4.3. Електричне гальмування	286
4.4.4. Пульти управління і деякі особливості експлуатації електровозів	287
4.5. Електросекції	290
4.5.1. Формування електросекцій і електропоїздів	290
4.5.2. Механічна і електрична частини електросекції	291
4.5.3. Особливості нових вітчизняних електропоїздів	294
4.6. Тепловози, принципи їх будови і роботи	296
4.6.1. Загальні поняття про будову тепловозів, їх класифікація	296
4.6.2. Характеристика основних видів і серій тепловозів	298
4.6.3. Експлуатаційна частина тепловозів	306
4.6.4. Принципи будови теплової передачі	308
4.7. Тепловозний дизель і допоміжне обладнання	311
4.7.1. Загальні відомості про двигуни внутрішнього згорання	311
4.7.2. Робочий цикл чотиритактного дизеля	312
4.7.3. Робочий цикл двотактного дизеля	312

4.7.4	Механізми і деталі тепловозного дизеля	315
4.7.5	Допоміжне обладнання тепловозів	318
4.8	Електричні машини і апарати тепловозів	320
4.8.1	Тяговий генератор	321
4.8.2	Тягові електродвигуни тепловозів	322
4.8.3	Допоміжні електричні машини на тепловозі	323
4.8.4	Електричні апарати тепловоза, їх призначення	325
4.9	Паровози, газотурбовози, дизель-поїзди, автомотриси, дрезини, мотовози	327
4.9.1	Паровози, принцип їх будови і роботи	327
4.9.2	Принцип дії газової турбіни і поняття про будову та роботу газотурбовоза з турбопоїзда	331
4.9.3	Поняття про будову і роботу дизель-поїзда	334
4.9.4	Автомотриси, дрезини і мотовози	337
4.10	Локомотивне господарство	339
4.10.1	Основні задачі і структура управління локомотивним господарством	339
4.10.2	Локомотивний парк і організація його роботи	342
4.10.3	Види ремонтів локомотивів та моторвагонного рухомого складу	344
4.10.4	Організація експлуатації локомотивів	345
4.11	Основні тяги поїздів. Поняття про тягові розрахунки	346
4.11.1	Сили, що діють на поїзд	346
4.11.2	Створення сили тяги, її основні характеристики	347
4.11.3	Сили опору рухові поїзда	351
4.11.4	Гальмові сили	355
4.11.5	Рівняння руху поїзда	357
4.11.6	Методи розв'язання рівняння руху поїзда. Побудова кривих швидкості і часу	359
4.11.7	Розрахунок маси поїзда і розв'язання гальмових задач	361
	Контрольні питання до розділу 4	364
	Розділ 5. Електропостачання залізниць	366
5.1	Загальні відомості про електропостачання залізниць	366
5.1.1	Структура управління електропостачанням і енергетичним господарством залізниць	366
5.1.2	Поняття про зовнішню систему електропостачання	366
5.1.3	Система тягового електропостачання	369
5.1.4	Системи електричної тяги	371
5.2	Тягові підстанції	375

5.2.1.	Класифікація тягових підстанцій	375
5.2.2.	Принципова будова тягових підстанцій постійного струму	376
5.2.3.	Принципова будова тягових підстанцій змінного струму	378
5.3.	Будова контактної мережі	379
5.3.1.	Будова і види контактних підійок	379
5.3.2.	Секціонування контактної мережі	385
5.3.3.	Рейкова мережа електрифікованих ліній	387
5.4.	Особливості експлуатації тягової мережі	388
5.4.1.	Організація експлуатації систем тягової електропостачання	388
5.4.2.	Вимоги ПТЕ до утримання споруд і пристроїв електропостачання залізниць	389
5.4.3.	Електрозабезпечення систем СЦБ і захист підземних споруд. Охорона навколишнього середовища	390
	Контрольні питання до розділу 5	393
Розділ 6.	Вантажно-розвантажувальні машини і механізми	394
6.1.	Загальні відомості про вантажно-розвантажувальні машини і механізми	394
6.1.1.	Класифікація і порядок виконання вантажно-розвантажувальних робіт	394
6.1.2.	Структура управління вантажно-розвантажувальними роботами на залізницях	395
6.1.3.	Поняття про елементну і комплексну механізацію і автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт	395
6.1.4.	Класифікація вантажно-розвантажувальних машин і обладнання	395
6.1.5.	Основні технічні параметри і продуктивність вантажно-розвантажувальних машин	397
6.1.6.	Визначення технічної продуктивності машин і механізмів	398
6.1.7.	Визначення експлуатаційної продуктивності машин і механізмів	399
6.1.8.	Розрахунок потрібної кількості машин	399
6.2.	Засоби малої механізації	399
6.3.	Найпростіші машини і механізми	403
6.3.1.	Різновиди і призначення найпростіших вантажопідійомних машин і механізмів. Блоки, поліспасты, ділі, підвісні візки	403
6.3.2.	Лебідки, механічні лопати, скрепери та механічні візки	406
6.4.	Призначення і класифікація навантажувачів періодичної дії	408
6.4.1.	Загальні поняття про навантажувачів	408

6.4.2.	Класифікація навантажувачів	410
6.4.3.	Робоче обладнання навантажувачів	412
6.5.	Будова і принцип дії навантажувачів періодичної дії	412
6.5.1.	Електронавантажувачі, їхня будова, принцип дії, техніко-експлуатаційні характеристики	415
6.5.2.	Автонавантажувачі, їхня будова, призначення і характеристики	416
6.5.3.	Тракторні навантажувачі, принципи дії і застосування	418
6.6.	Розрахунок продуктивності навантажувачів	420
6.7.	Призначення і класифікація кранів.	
	Кабельні крани і підйомники	420
6.7.1.	Конструктивні і експлуатаційні особливості кранів, призначення і класифікація	420
6.7.2.	Загальні відомості про кабельні крани	420
6.7.3.	Загальні відомості про підйомники	422
6.8.	Крани мостового типу	422
6.8.1.	Будова мостового крана	422
6.8.2.	Будова козлового крана	427
6.8.3.	Загальні поняття про перевантажувальні мости	433
6.9.	Стрілові крани	434
6.9.1.	Конструктивні особливості стрілових кранів, їхня різноманітність	434
6.9.2.	Крани на залізничному ходу	435
6.9.3.	Автомобільні крани	438
6.9.4.	Шнекоколесні і тугенильні дизельні крани на крановому шасі, крани-екскаватори	439
6.9.5.	Портальні і напівпортальні крани	443
6.9.6.	Баштові крани	444
6.9.7.	Поняття про стійкість кранів	446
6.10.	Оснащення кранів і розрахунок їхньої продуктивності	447
6.10.1.	Вантажозахватні пристрої кранів	447
6.10.2.	Автоматизація управління кранами	456
6.10.3.	Розрахунки продуктивності кранів	457
6.11.	Конвеєри	459
6.11.1.	Призначення і класифікація конвеєрів	459
6.11.2.	Стрічкові конвеєри	459
6.11.3.	Конвеєри з ланцюговим тяговим органом	461
6.11.4.	Гвинтові та інерційні конвеєри	463
6.11.5.	Розрахунок продуктивності конвеєрів	464
6.12.	Елеватори	465

6.12.1. Призначення і класифікація елеваторів	465
6.12.2. Будова і принципи дії ковшових елеваторів	465
6.12.3. Елеватори для штучних інтажів, їх різновиди, застосування	469
6.12.4. Розрахунки продуктивності елеваторів	470
6.13. Механічні навантажувачі безперервної дії	471
6.13.1. Механічні навантажувальні машини безперервної дії	471
6.13.2. Механічні розвантажувальні машини безперервної дії	473
6.14. Пневматичні вантажно-розвантажувальні установки	476
6.15. Гідравлічний спосіб розвантажування вагонів і переміщення вантажів	479
6.16. Спеціальні вантажно-розвантажувальні машини	481
6.16.1. Вагоноперекладачі	481
6.16.2. Інерційні вагонорозвантажувальні машини	485
6.17. Машини для очищення вагонів і розпушування вантажів, які змерзлись. Тепляки	485
6.17.1. Машини для очищення вагонів	485
6.17.2. Машини для розпушування вантажів, які змерзлись Тепляки	486
6.18. Технічне обслуговування і ремонт вантажно-розвантажувальних машин	489
6.18.1. Технічний нагляд і утримування вантажно-розвантажувальних машин з механізмів	489
6.18.2. Основні положення про планово-попереджувальне обслуговування і ремонт вантажно-розвантажувальних машин	490
6.18.3. Ремонтно-технічна база вантажного господарства	491
Контрольні питання до розділу 6	492
Література	495

Передмова

Залізничний транспорт складається з багатьох галузей, які взаємодіють між собою, залежать одна від одної і формують в цілому чітко налагоджений господарський організм, єдину систему, створену для виконання основної функції залізниць - перевезення вантажів і пасажирів.

При підготовці в транспортних навчальних закладах фахівців цієї багатогалузєвої системи різних спеціальностей і профілю, особливо майбутніх експлуатаційників, управліців, економістів і господарників, необхідний увідний курс, який би в цілому ознайомив студентів з залізничним транспортом, надав правилу фахову орієнтацію і підготував їх для подальшого більш глибокого вивчення спеціальних дисциплін.

Такий початковий універсальний курс пропонується в підручнику «Технологія галузі і технічні засоби залізниць».

В підручнику коротко описуються принципи будови, експлуатаційні характеристики і порядок утримання основних споруд і пристроїв залізниць: рухомого складу, машин і механізмів, зміст і порядок виконання найважливіших складових технологічних процесів транспортного конвеєра.

Підручник включає вивчення таких розділів:

- **Загальні відомості про залізничний транспорт** — знайомить з місцем і роллю залізничного транспорту в народному господарстві, структурою і основами його діяльності.

- **Колія і колійне господарство** — репрезентує цілий комплекс інженерних споруд і пристроїв залізничі: земляне полотно, штучні споруди, верхню будову колії, стрілочні переходи, колійні машини, інші пристрої та обладнання підприємств колійного господарства, порядок утримання і ремонтного обслуговування залізничної колії, знайомить з основами проектування і будівництва залізниць.

- **Вагони і вагонне господарство** — розглядає будову вантажних і пасажирських вагонів, умови їх експлуатації, обслуговування, види ремонтів, організацію роботи вагонного депо і пунктів технічного обслуговування.

- **Локомотиви і локомотивне господарство** — знайомить з будовою локомотивів, моторвагонного рухомого складу, порядком їх обслуговування та експлуатації, видами ремонтів, організацією роботи локомотивного депо і локомотивних бригад, а також з основами тяги поїздів і тяговими розрахунками.

Електропостачання залізниць — розглядає будову і умови експлуатації контактної мережі і тягових підстанцій на електрифікованих залізницях.

– **Вантажно-розвантажувальні машини та механізми** – розглядає різновиди, будову, основні техніко-експлуатаційні характеристики навантажувачів, кранів, конвеєрів та інших машин і механізмів, особливості їх використання на вантажно-розвантажувальних роботах на станціях і під'їзних коліях, обслуговування та проведення ремонтів.

– **Роздільні пункти і організація роботи станцій** – розглядає призначення і види роздільних пунктів, їх типові схеми і характеристики, парк станційних колій, класифікацію станцій за родом роботи, роль станцій у перевізному процесі, поняття про вузлові станції, знайомить з технічно-розпорядчим актом і технологічним процесом роботи станцій.

– **Автоматика, телемеханіка, зв'язок та обчислювальна техніка** – дає поняття про основні пристрої автоматики і телемеханіки, призначення сигналів та експальних знаків, пристрої автоматичного і напівавтоматичного блокування, автоматичної локомотивної сигналізації, централізації стрілок і сигналів, автоматичної централізації на гірках, диспетчерської централізації тощо, основні лінії зв'язку і СЦБ, а також систему використання обчислювальної техніки на залізницях.

– **Організація вантажної та комерційної роботи** – розглядає принципи утворення вантажопотоків і планування перевезень, порядок виконання операцій при прийманні, навантаженні, відправленні, прибутті, вивантаженні і видачі вантажів, оформлення перевізних документів і проведення розрахунків за перевезення, відшкодуваність залізниць, лідрашників і одержувачів вантажів в процесі перевезення, організацію пакетних і контейнерних перевезень, перевезень вантажів на особливих умовах.

– **Організація пасажирських перевезень** – розглядає організацію і структуру пасажирських перевезень, автоматизацію продажу квитків та організацію сервісного обслуговування пасажирів на вокзалах і в поїздах.

– **Організація руху поїздів** – знайомить з основними завданнями технічної експлуатації залізниць, планами формування поїздів і графіком руху поїздів, основними показниками експлуатаційної роботи, поняттями про поїзди, їхню класифікацію, поїзні документи, структуру управління рухом поїздів на залізниці, принципами і організацією оперативного планування експлуатаційної роботи, системою диспетчерського керування рухом поїздів та заходами забезпечення безпеки руху поїздів.

– **Матеріально-технічне постачання на залізничному транспорті** – дає поняття про організацію матеріально-технічного постачання на залізницях і структуру органів забезпечення, номенклатурні довідники матеріалів і запчастин, порядок планування потреб у матеріалах, заходь економії матеріальних засобів, організацію роботи матеріальних складів.

– **Метрополітени** — розглядає основні поняття і короткі відомості про будову колій, вагонів, контактної мережі, пристрої СЦБ, зв'язку і кібернетики в метрополітенах, організацію руху поїздів і обслуговування пасажирів.

– **Система забезпечення безпеки руху поїздів, охорона праці на залізничному транспорті** — знайомить із системою управління безпекою руху поїздів, розглядає основні закони з охорони праці, вимоги техніки безпеки і виробничої санітарії на транспорті, правила особистої безпеки під час перебування на залізничних коліях і підприємствах залізничного транспорту, організацію вищивільничих і відбудовних робіт та протипожежної підтримки.

Представлена в розділах коротка інформація про будову і принципи роботи машин, механізмів і обладнання доповнюється невеликим довідковим матеріалом, необхідним для порівняння та уявлення про вибір і ефективність застосування.

Разуміючи, що обсяг підручника обмежений, а матеріал для викладення загального курсу великий, автори вимушені вдаватися до максимальної стислості, зокрема в поясненнях до ілюстрованих схем із сподіванням на знання студентами фізики, електротехніки та інших загальноосвітніх предметів в обсязі шкільних програм.

Після кожного розділу наводиться комплекс контрольних питань для перевірки засвоєння студентами викладеного в розділі матеріалу.

Автори намагались врахувати ті обнадійливі зрушення в технічному і технологічному забезпеченні наших залізниць, які останнім часом відбуваються, переборюючи наслідки недавньої економічної кризи. Поряд з традиційними, показані модернізовані і запроваджувані нові або пріоритетні для використання в перспективі машини, обладнання і технологічні системи.

Майбутні фахівці мають знати проблеми, які стоять перед залізничним транспортом, уявляти можливі варіанти їх вирішення. Так, наприклад, чи будуть впроваджуватися на українських залізницях західноєвропейські рейки типу UIC 60, які мають ряд суттєвих переваг над вітчизняними рейками типу Р65, або чи створять в майбутньому конкуренцію дизельному тяговому рухомому складу газотурбовози і турбопоїзди. На думку спеціалістів, — спірні питання, але вони мають підніматись для творчих роздумів студентів, як і ряд інших невирішених або спірних питань.

Конкуренція боротьба за своє місце на світовому ринку транспортних послуг, необхідність інтеграції залізниць України в європейську транспортну систему за великих можливостей нашої країни як транзитної, без будь-якої альтернативи вимагають реалізації курсу на корінну рекон-

струкцію і модернізацію технічної бази, пошук і використання найпрогресивніших технологій, в першу чергу запровадження високошвидкісного руху поїздів, удосконалення сервісного обслуговування пасажирів та інших користувачів, розвитку міжнародних транспортних коридорів для швидкого пропуску транзитних вантажопотоків.

Разом з тим, зважаючи на проблеми переходу до ринкових відносин транспорту, усієї економіки України та недостатню визначеність шляхів і результатів кінцевого перехідного періоду, деякі перелективні моменти розвитку технічної бази і технології залузі не можуть вважатись за якийсь остаточний прогноз, пошуки будуть продовжуватись і пріоритети можуть змінюватись.

Окремі положення і цифрові дані, приведені в підручнику, в кіншніх умовах швидко старіють. У зв'язку з цим при використанні матеріалів підручника з часом їх необхідно буде коригувати у відповідності з поточними змінами в техніко-технологічній політиці і результатами статистичних досліджень.

Цінну допомогу при формуванні матеріалів підручника надавали керівники і провідні спеціалісти головних управлінь Укрзалізниці, особливо інформацією про зміни, які останнім часом відбуваються у виробничо-технічній базі і технології залізничного транспорту України, про модернізацію, реструктуризацію і реформування залузі.

Особливу подяку автори виражають працівникам Учбово-методичного центру Укрзалізниці на чолі з Красишном В.Р. за сприяння і технічну допомогу при підготовці підручника до видання.

Автори висловлюють вдячність професорсько-викладацькому колективу Української державної академії залізничного транспорту і Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, особливо д.т.н., професору Бабаніку О.Б., д.т.н., професору Бодніру Б.С., д.т.н., професору Рибішину В.В., д.т.н., професору Доманському В.Т., к.т.н., доценту Савенко А.С., к.т.н., доценту Варфоломєєву В.У., д.т.н., професору Кельріху М.Б. та іншим рецензентам, зауваження яких були враховані під час роботи над підручником.

Автори також будуть вдячні всім, хто відреагує на це видання своїми зауваженнями та пропозиціями, які будуть використані для покращення навчального процесу.

Розділ 1

Загальні відомості про залізничний транспорт

1.1. Роль транспорту в економіці країни. Єдина транспортна система

Виробничо-господарський комплекс країни — це складна система зв'язків підприємств, установ і організацій, які від одних одержують сировину, паливо, напівфабрикати, іншим відправляють готову продукцію. Ці зв'язки потребують транспортних засобів і шляхів сполучення, без яких не може відбуватися процес виробництва. У зв'язку з цим транспорт є невід'ємною, дуже важливою частиною виробничо-господарського комплексу країни і належить до матеріальної сфери виробництва.

Транспорт як галузь матеріального виробництва має свої, особливі властивості:

- транспорт є продовженням процесу виробництва в сфері обігу; сам він не створює нового продукту, тільки переміщує продукцію, створену іншими галузями народного господарства. Без цього переміщення процес виробництва не можна вважати закінченим;
- продукція транспорту створюється і споживається в процесі переміщення вантажів і людей, тому вона не може накопичуватись і залишатись;
- транспорт є важливою умовою зростання економічної ефективності суспільного виробництва; без нього не можливе кооперування і спеціалізація, які підвищують продуктивність праці; наприклад: більшість сучасних машинобудівних заводів виробляє продукцію в кооперації з десятками і навіть сотнями інших підприємств, які спеціалізуються на виробництві деталей, вузлів, обладнання;
- завдяки транспорту здійснюється процес територіальної спеціалізації, в результаті якої в окремих районах виробляють ті види продукції, які можуть там вироблятися з мінімальними затратами і споживатись не тільки на місці, а також в інших районах;
- транспорт має дуже велике оборонне значення: досвід Великої Вітчизняної війни, попередніх війн свідчить, як важливо мати розвинуту транспортну мережу для маневрування матеріальними і людськими ресурсами.

Не тільки за своєю роллю, а й за потужністю матеріально-технічної бази транспорт займає важке місце в сфері матеріального виробництва. Загальна вартість основних виробничих фондів усіх видів транспорту складає майже п'яту частину основних виробничих фондів всього виробничо-господарського комплексу.

На розвиток транспорту щорічно виділяється десята частина усіх капіталовкладень. Чисельність працівників на транспорті перевищує 1,5 млн. Транспорт споживає біля 5% електроенергії, до 10% прокату металу, значну частину нафтопродуктів, іншої продукції, що виробляється в Україні або завозиться з інших країн.

Україна — велика центрально-європейська країна, за територією може прирівнюватися до Франції і Німеччини, аграрно-індустріальна, а достатньо розвинутою транспортною системою. Роль транспорту в Україні підсилюють ті обставини, що Україна знаходиться на перехресті великих світових шляхів сполучення і зв'язків, якими проходять могутні транзитні потоки вантажів і пасажирів, і є своєрідним мостом між Європою і Азією. Враховуючи це, Україна має постійно ліквідуватись про розвиток могутньої сучасної транспортної системи.

Усі види транспорту, які є в Україні, складають єдину транспортну систему, до них належать

- залізничний;
- автомобільний;
- морський;
- річковий;
- трубопровідний;
- повітряний (авіаційний);
- міський (трамвайний, тролейбусний, автомобільний, таксомоторний, метрополітен);
- промисловий (залізні залізничні колії, конвеєрний, автомобільний і водний транспорт негальованого користування).

Кожний вид транспорту виконує свою частку в загальних обсягах перевізної роботи і займає належне місце в економіці країни. Аналіз рейтингових оцінок роботи основних видів транспорту загального користування (табл. 1.1), виконаний на основі статистичних даних за 2009 рік, показує, що перше місце за обсягом перевезень займає залізничний транспорт, друге і третє місця — відповідно трубопровідний і автомобільний транспорт.

На пріоритет кожного з цих видів транспорту при виконанні конкретних перевезень впливають тарифи, пов'язані зі структурною експлуатаційних витрат, характером і величиною вкладень капіталу, собівартості, а також швидкість і регулярність перевезення, збереженість вантажів, безпека і зручність пасажирів, інші показники.

Так при зростанні відстані перевезення від 10 до 1000 км собівартість 1 т х км знижується на автомобільному транспорті на третину, на залізничному — в 1,5 разів, на водному — в 40–50 разів, тому автомобільний транспорт дещо більше використовувати на коротких відстанях. Залізничний і

Таблиця 1.1.

Основні показники єдиної транспортної системи за 2003 рік.

Основні види транспорту загального користування	Перевезено вантажів, млн. т	Середня відстань перевезення 1 т, км	Вантажооборот, млрд. т.км	Перевезено пасажирів, млн. пас.	Середня дальність перевезення, км	Пасажири, млрд. пас. км	Рейтинг
1	2	3	4	5	6	7	8
Залізничний	443	506	225,3	477	110	52,6	1
Автомобільний	973	25	24,4	3298	12	40,1	3
Морський	9	1100	9,9	7	13	0,01	4
Річковий	10	470	4,7	2	50	0,1	5
Трубопровідний	217	890	192,7	–	–	–	2
Авіаційний	0,1	–	0,3	2	1900	3,8	6
Разом	1434	–	457,5	3786	–	96,6	

тим більше водний – на далекі. При зростанні вантажообороту від 100 тис. до 1 млн. т питомі капітальні вкладення (капітальні витрати віднесені до 1 т × км) на залізничному транспорті знижуються в 10 разів, на автомобільному, навпаки, зростають в 3,5 разів. Тому автомобільний транспорт вигідніше використовувати за малих обсягів перевезень, залізничний – за великих. Ефективність капітальних вкладень на водному і трубопровідному транспорті теж швидше реалізується за великих вантажооборотів, тому характерними для них є також масові вантажі: нафтові, зернові, руда, вугілля тощо.

На деяких категоріях перевезень ці види транспорту мають очевидну перевагу, на деяких конкурують, на інших співпрацюють.

Економіко-географічні особливості України висувають залізницю на перше місце в єдиній транспортній системі нашої держави.

Залізничний транспорт виділяється регулярністю руху в усі пори року і більшою швидкістю (порівняно з річковим), спроможністю освоювати великі потоки вантажів і пасажирів, відносно низькою собівартістю перевезень. Залізниця беруть на себе основну частину масових вантажів (вугілля, руди, лісоматеріалів, металів, будматеріалів, зерна тощо) і виконують 47% вантажообігу країни.

Річковий і морський транспорт економічно вигідно використовувати для перевезень масових вантажів, але водні шляхи сполучення не скрізь де потрібно пролягають. Основний недолік річкового судноплавства – сезонний його характер, спричинений замерзанням річок у зимовий період. Крім того, швидкість руху суден і барж нижча, ніж на інших видах транспорту.

На території України протікають судноплавні річки Дніпро, Дунай, Десна, Південний Буг. Дніпром перевозять велику кількість донецького кам'яного вугілля для прирічкових теплових електростанцій, криворізької залізної руди, будматеріалів, річного піску тощо. Останнім часом зростають прямі безперевалючі перевезення вантажів суднами змішаного плавання «річка-море» (Дніпро - Чорне море, Дніпро - Чорне море - Дунай), які скорочують термін доставки вантажів, забезпечують їхню цілість, ліквідують трудомісткі перевалочні операції в портах спливання морською і річковим транспортом, підвищують провізану спроможність флоту. Найбільші річкові порти на Дніпрі - Київ, Дніпропетровськ, Запоріжжя, на Дунаї - Ізмаїл і Рені.

Україна велика морська держава, має безпосередній вихід у Чорне і Азовське моря, а через протоку Босфор, Мармурове море і протоку Дарданелли - в Середземне і далі ним - на великі світові шляхи в Атлантичному і Індійському океанах.

Найбільший порт на Чорному морі - Одеса, в який можуть заходити океанські судна. Біля Одеси побудований великий нафтовий термінал, який буде розвантажувати великотоннажні танкери. Важливе значення також мають морські порти Миколаїв і Херсон на Чорному морі, Маріуполь - на Азовському.

Автомобільний транспорт вигідніше використовувати на коротких відстанях, а для деяких вантажів (швидкопсувних, висококоштовних) і на відносно більших відстанях. В останні роки участь автотранспорту в загальному обсязі перевезень єдиної транспортної системи дещо зростає. Комерційна швидкість перевезень на автотранспорті в два рази вища, ніж на залізничному. Висока маневреність і мобільність дозволяє здійснювати перевезення вантажів «від джерел до джерел» без проміжних вантажних операцій. На відстані до 200 км ще дав автотранспорту значні переваги над залізничним. За вантажообігом автотранспорт значно поступається залізничному і трубопровідному видам транспорту, за пасажирообігом - тільки залізничному, а за кількістю відправлених вантажів і пасажирів навпаки, займає перше місце. В більшості міст України автобуси і таксимотори - головний вид міського і приміського транспорту.

Трубопровідний транспорт використовується для транспортування нафти і газу, як для своєї країни, так і транзитом для інших країн Європи. В останні роки за вантажообігом він вийшов на друге місце після залізничного і продовжує нарощувати обсяги транспортування. Великої актуальності для України і багатьох країн Європи набуває будівництво трубопроводу Одеса - Броди - Гданськ.

Повітряний транспорт безперечно вигідний для високошвидкісних перевезень пасажирів, особливо на далекі відстані. В 90-х роках минулого

століття обсяг авіаперевезень дещо зменшився через високу вартість авіаквитків. Разом з тим, це найбільш швидкий і комфортабельний транспорт, який тепер базується на використанні найкращих вітчизняних літаків виробництва Авіаційного науково-технічного комплексу ім. О.Антонова (марки «Ан») і американських аеробусів типу «Бойнг». Україна бере участь у розробці проекту європейського швидкувального літака і, напевно, наймогутніший у світі вантажний літак типу «Руслан», – у європейських великогазових авіаперевезеннях.

Важлива роль належить авіатранспорту в перевезеннях пошти, експ. швидкоплинних вантажів, медикаментів, в обслуговуванні потреби сільського і лісового господарства.

Кожний вид транспорту, як бачимо, має в економіці України своє пріоритетне застосування. Разом з тим, можуть здійснюватись сумісні перевезення з використанням різних видів транспорту, так звані прямі змішані перевезення, наприклад, залізнично-водні, залізнично-автомобільні.

1.2. Етапи розвитку і формування залізничного транспорту

Історія залізничного транспорту починається у другій половині XVIII століття з прокладення на заводах і копальнях Великої Британії ча-



Рис. 1.1 Стефенсон (Стівенсон) Джордж (1771–1848) – видатний англійський інженер, конструктор і піонер залізничного транспорту

дузних колійних доріг з використанням кінної тяги. Після вирішення інженерної задачі застосування механічної тяги від паросилової установки, запропонованої в 1803 р. англійським винахідником Р.Тревеліком, залізничний транспорт почав швидко розвиватись. Батьком паровоза і взагалі залізничного транспорту вважають англійського інженера Джорджа Стефенсона, який уже в 1814 р. сконструював перший паровоз, а в 1825 р. разом з сином Річардом Стефенсоном заснував перший паровозобудівний завод в Ньюкаслі. Перші паровози, звичайно, були малопотужними; могли перевозити декілька тонн з невеликою швидкістю, але з часом вони технічно удосконалювались.

Поряд з дослідженнями в паровозобудуванні удосконалювалась залізнична

колія: замість кованих чавунних з'явилися прокатні залізні рейки, рейко-шпальна решітка, стикові скріплення, що сприяло зростанню швидкості руху і сили тяги.

В 1825 р. у Великій Британії була відкрита перша в світі залізнична лінія загального користування між Стоктоном і Дарлінгтоном довжиною 21 км. На цій залізниці рух відкрив паровоз Дж.Стефенсона «Локомошен», який зберігся до наших днів на постаменті перед Дарлінгтонським вокзалом (від латинського loco походить зрушувати з місця) і від якого походить назва залізничного рухомого складу – локомотивів.

В 1830 р. відкрився залізничний рух між Ліверпулем і Манчестером. На цій залізниці став працювати найбільш удосконалений і потужний на той час паровоз «Ракета» (рис. 1.3), який в 1829 р. на конкурсі в Рейнхіллі.

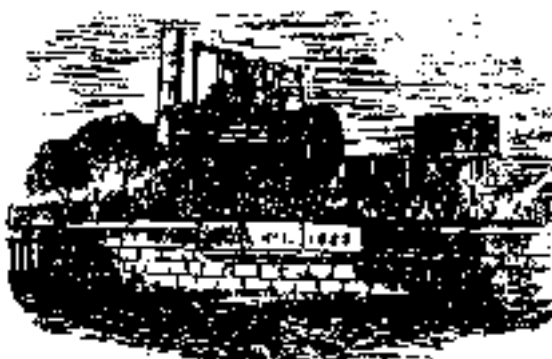


Рис. 1.2 Один із перших локомотивів англійського винахідника Дж.Стефенсона «Локомошен» (1825 р.) установлений на постаменті перед Дарлінгтонським вокзалом (Англія)

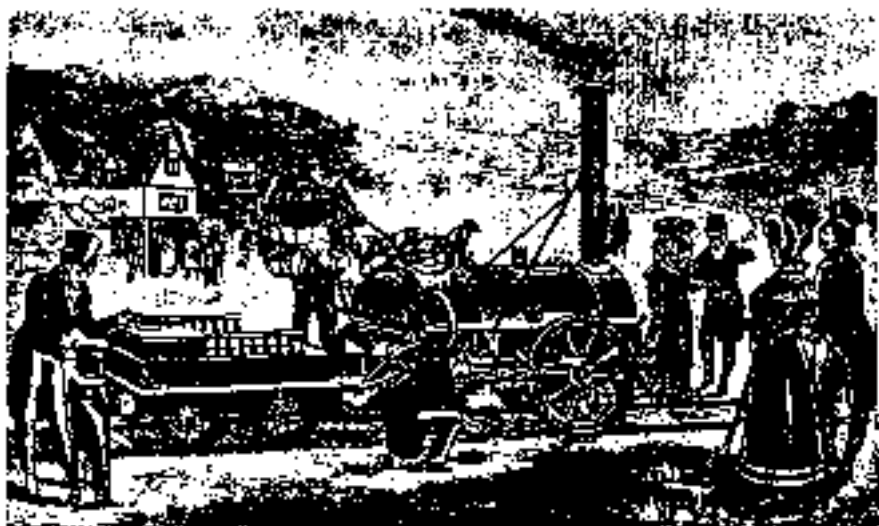


Рис. 1.3. Локомотив Дж.Стефенсона «The Rocket», виготовлений в Ньюкаслі (Велика Британія) в 1829 р.

так звані «битві паровозів», показав рекордну тоді швидкість – 22 км/год. Він став серійно випускатись і поряд з іншими серіями довго перебував у експлуатації. В першій половині XIX століття перші комерційні залізниці були споруджені також у Франції (1828 р.), США (1829 р.), Бельгії і Німеччині (1835 р.), Італії (1839 р.).

До середини XIX століття всі перевезення в Росії виконувались водним і сучасним транспортом. Перші залізничні споруди в Росії з'явилися на підприємствах Алтай і Уралу. В 1834 р. на Нижньо-Татільському заводі батько Єфим і сини Микита та Аммос Черепанови побудували першу залізницю з парового тягою протяжністю до 1 км. Паровоз Черепанових (рис. 1.4) тягнув поїзд з рудною масою 3,3 т зі швидкістю до 16 км/год. З часом він був вдосконалений і водив поїзди вагою 17 т. Протяжність заводської залізнички збільшилась до 3,5 км.

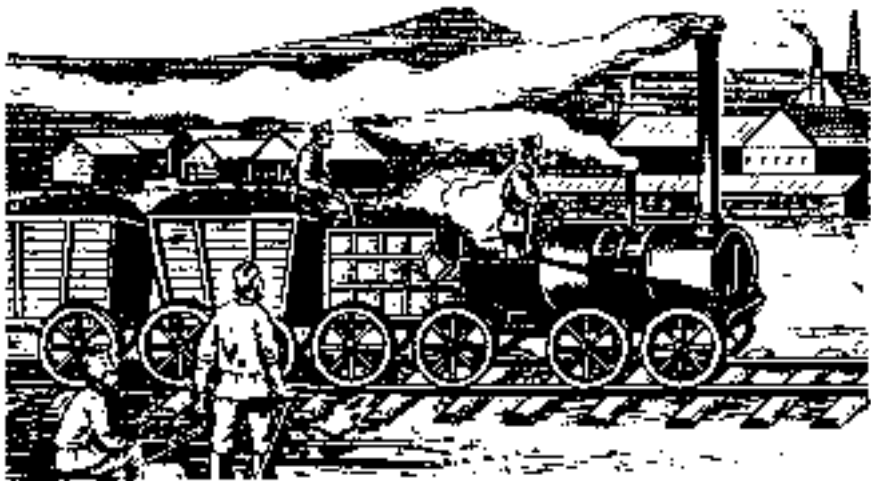


Рис. 1.4. Залізниця Черепанових, Росія, 1834 р.

Першою залізничною лінією загального користування в Росії була Царськосільська залізниця довжиною 26 км, яка в 1837 р. з'єднала Петербург з Царським Селом і Павловськом, використовувалась для прогулянок столичної знаті. Для її роботи були закуплені шість стефенсоновських паровозів в Ньюкаслі і один – в Бельгії. Пізніше Росія стала виготовляти свої. Поїзд для перевезення пасажирів складався з жовто-голубих вагонів-карет (рис. 1.5). Паровози мали назву «Слон», «Лев», «Проворний», «Стріла», «Орел». Середня швидкість руху досягала 33 км/год.

В XIX столітті в Росії перші великі залізниці будувались для забезпечення стратегічних інтересів Російської імперії, найбільшими з яких були



Рис. 1.5. Поїзд на залізниці Царське Село — С.-Петербург, 1837 р.

двоколійні лінії С.Петербург — Москва (1843–1851 рр.), С.Петербург — Псков — Варшава — Відень (1845–1862 рр.), Трансисибірська залізнична магістраль: Москва — Челябінськ — Омськ — Красноярськ — Іркутськ — Чита — Хабаровськ — Владивосток (1887–1916 рр.). Розвивалась і зростала технічна база залізничного транспорту Росії. Перші російські паровози колії 1524 мм. були побудовані в 1845 р. на Олександровському заводі С.Петербурго-Московської залізниці. Пізніше паровози випускались також Іжевським і Коломенським заводами. Уже в 50–70 роках ХІХ століття для водіння пасажирських і вантажних поїздів в основному застосовувались російські паровози (рис. 1.6).

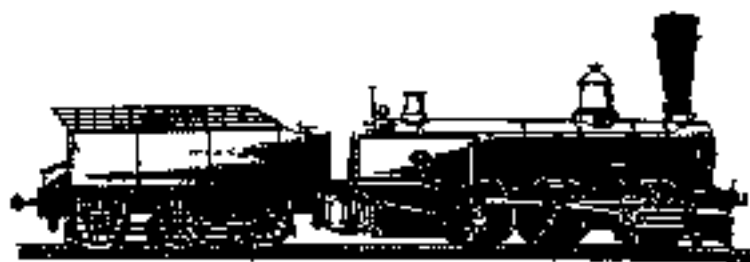


Рис. 1.6. Вантажний паровоз з причепним тендером, Росія, 60-і роки ХІХ ст.

Залізнична мережа України формувалась за часів, коли її основна територія (східна і центральна Україна) знаходилась спочатку в складі царської Росії, а потім як союзна республіка в складі Радянського Союзу.

Західна Україна, яка нині обслуговується Львівською залізницею, знаходилась у складі Австро-Угорської імперії, пізніше Польщі і тільки в 1939 р. увійшла до складу Української РСР. Найперша в Україні залізнична лінія якраз була побудована 1861 р. в Галичині — це ділянки Перемишль — Львів, з введенням якої Західна Україна отримала залізничне сполучення із Західною Європою. В 1866 р. ця лінія була продовжена до Чернівців, а в 1869 р. Львів був з'єднаний залізницею із Злочевим, в 1970 р. — з Тернополем, в 1971 р. — з Підволочиськом.

Царська Росія спочатку мало уваги приділяла розвитку залізничної мережі на території України. Інтенсивне будівництво залізниць почалось після програної царською Росією Кримської кампанії 1855 р. і копіювання в Росії капіталістичних відносин. Перша залізнична лінія в східній Україні Одеса — Балта була побудована в 1865 р., яка в 1868 р. була продовжена до Єлісаветграда і Крюкова.

У перший період інтенсивного залізничного будівництва (середина 60-х - 80-і роки XIX століття) забезпечувались зв'язки центру Росії з сировинними і продовольчими базами на Україні, а також багатих хлібних районів України з морськими портами для експорту зерна. В цей період були побудовані лінії Москва — Рязань — Воронеж — Зверєво, Москва — Тула — Курськ — Харків з відгалуженням від Курська на Київ. У 1870 р. був відкритий Київський вокзал. Потім залізничне сполучення було продовжене від Харкова через Лохову, Запоріжжя і Джанкой до Севастополя. До Одеси були підведені лінії з Бессарабії і центральної України: Київ — Костянтинівка — Жмеринка — Варшавка — Балта (до існуючої лінії Балта — Одеса) і Полтава — Знам'янка — Помічка — Одеса, а також до Миколаєва — із Знам'янки. Дуже важливою стала «Катеринка» — залізнична лінія, яка з'єднала Донбас з Кривим Рогом і забезпечила можливість формування Південної металургійної бази (Донецько — Чаплине — Синельникове — Катериноград — Пятихатки — Кривий Ріг).

У другий період інтенсивного залізничного будівництва (з 90-х років XIX століття до початку Першої світової війни), коли в середньому за рік будувалось 2,5 тис. км залізниць, в цілому сформувалась мережа Донецько-Придніпровського району, центру і півдня України.

У роки радянської влади будівництво залізниць на території Радянського Союзу велося також інтенсивно і було підпорядковано завданням соціалістичної індустріалізації, освоєнню природних ресурсів Сибіру, Далекого Сходу, Крайньої Півночі і Середньої Азії. За роки довоєнних п'ятирічок було побудовано більше 14 тис. км нових залізниць, більша половина з них у східній частині Радянського Союзу (Кузбас, Турксіб та інші лінії). Для забезпечення вугіллям Центрального і Ленінградського промислових районів була споруджена додаткова магістраль Москва — Донбас та інші лінії. На Україні будувались ще деякі місцевого значення залізничні лінії (Фастів — Житомир — Новоград-Волинський, Ніжин — Чернігів — Овруч — Блокорівичі, Кондрашівська — Довжанська та інші), завершувалось формування залізничної мережі північної конфігурації.

В 20-і роки минулого століття в Радянському Союзі з'явилися перші електропозони і тепловози з електричною передачею, електрифікована пер-

ша в Радянському Союзі ділянки Баку - Євбунді - Сураханні, а на Україні - ділянками та Придніпровській залізниці Закаріжжя - Долгінцеве.

В 30-і роки машиніст Єлчанинського депо П.Ф.Кривонос, в майбутньому начальник Південно-Західної залізниці, започаткував стажировський рух на залізничному транспорті за підвищення швидкості руху поїздів, використання можливості великого клатана і підвищене форсування котла паровоза. В результаті технічна швидкість вантажних поїздів збільшилась майже в 2 рази.



Рис. 1.7. Перший радянський вантажний електропоїзд

В 30-40 роки відбулись революційні зміни в технічному стані рухомого складу і вагонубудівництва, в результаті яких вагонний парк було обладнано автогальмани і більше половини - автоцепанам замість ручної і громіздкої гвинтової стяжки. Парк вагонів став поповнюватись чотиривісними вагонами.

В роки Великої Вітчизняної війни (1941-1945 рр.) залізниці України понесли великі руйнування і збитки. На початок 1943 року, порівняно з 1941 роком, експлуатаційна довжина залізничної мережі скоротилась на 40%, парк паровозів зменшився на 15%, вантажних вагонів - на 20%.

В післявоєнні роки зруйновані залізниці були відбудовані, одночасно продовжувалось будівництво нових залізниць у східних районах Радянського Союзу. З 1946 року по 1976 рік побудовано 20 тис. км ліній, серед них лінії на Барнаул, Усть-Кут, Усть-Ілімск, на Далекому Сході - Байкало-Амурська магістраль (БАМ).

Всього за радянський період було побудовано біля 70 тис. км нових залізничних ліній, тобто залізнична мережа збільшилась в 2 рази, але майже все це за межами України, переважно в східній частині Радянського Союзу.

З 60-х років у Радянському Союзі проходила чергова хвиля реконструкції залізничного транспорту, наслідком якої стала заміна парової тяги електричною і тепловозною, більш потужною і продуктивною, яка значно збільшила швидкість руху поїздів і провізну спроможність ліній. Масова електрифікація залізничного транспорту сприяла широкому застосуванню нової техніки на базі електроенергії, зростанню продуктивності праці не тільки на транспорті, а також на промислових, будівельних і сільськогосподарських підприємствах, розміщених у зоні тяжіння залізничних ліній.

У цей період на Україні були електрифіковані в основному всі вантажонапружені залізничні лінії, такі як Лопань – Харків – Ясинувата – Квасинох Тополі – Куп'янськ – Поласна – Дебальцеве – Довжанська; Хутір-Михайлівський – Київ – Козятин – Золотунів – Львів – Чортків; Козятин – Жмеринка – Одеса; Ясинувата – Дніпропетровськ – Кіровоград – Фастів; Чортківська – Помічна – Одеса; Харків – Запоріжжя – Севастополь та інші; а також ряд ділянок в районах розміщення важкої промисловості з масовими вантажопотоками (Донбас – Кривбас); приміські лінії в залізничних вузлах з великими розмірами приміських пасажирських перевезень (в Київському, Харківському, Львівському, Дніпропетровському, Одеському та інших вузлах).

В 60–80 роки також проводилось технічне переозброєння усіх галузей залізничного транспорту: зміцнювалась верхня будова колії за рахунок укладання залізобетонних шпал, термічно оброблених рейок і безстикової колії; рухомий склад поповнювався більш потужними електровозами і тепловозами, великовантажними, в тому числі спеціальними, вагонами: тонкого розміру набула контейнеризація, пакетизація і морфутризація вантажних перевезень; майже всі залізничні лінії були обладнані автоблокуванням, налітавтоблокуванням і диспетчерською централізацією, а станції – електричною централізацією стрілок і сигналів; розроблена АСУЗТ – автоматизована система управління на залізничному транспорті з використанням комп'ютерної техніки, яка почалась запроваджуватись у перевізному процесі.

З розпадом Радянського Союзу в 1991 р., на його території утворилось 15 незалежних держав, в тому числі Україна. Цей процес позначився глобальною кризою, що тривала понад 10 років в усіх сферах економічного і суспільного життя. Вона не обійшла і залізничний транспорт. Вантажні перевезення скоротились в декілька разів, припинились інвестиції, виникла криза в управлінні.

14 грудня 1991 р. в Україні був створений новий орган управління Державна адміністрація залізничного транспорту (Укрзалізниця), яка очолила роботу шести українських залізниць загальною протяжністю 22,3 тис. км. В спадщину від союзного Міністерства шляхів сполучень

лісля розпалілу рухомого складу Україні дісталось біля 330 тис. вантажних вагонів, а також ряд локомотивів і вагонуобудівних та ремонтних заводів, інших підприємств союзнного підпорядкування.

В 1992 р. глави урядів 11 держав СНД підписали Угоду про координаційні органи залізничного транспорту. Згідно з цією Угодою, була заснована Рада залізничного транспорту, до складу якої увійшли глави адміністрацій і органи управління залізничним транспортом країн-учасниць СНД та країн Балтії.

В Україні стала створюватись нова управлінська структура, формувались засади загальнодержавної діяльності Укрзалізниці, інвестиційної і тарифної політики, розпочався процес адаптації діяльності залізниць до внутрішніх і зовнішніх умов розвитку ринкової економіки.

З 1994 р. Укрзалізниця почала послідовно здійснювати курс на розвиток відновлювально-ремонтної бази, модернізацію і створення вітчизняних зразків рухомого складу. До цього, внаслідок низького рівня ремонтної бази і відсутності інвестицій, 45% локомотивного парку і 80% пасажирських вагонів дійшли до граничного списання, а стан колій і станційних споруд став загрожувати безпеці руху.

У серпні 1996 р. в Києві (на ст. Київ-Волинський) організовано першу національну виставку «Залізничний транспорт України-96». Такі виставки та презентації нової техніки, за традицією, стали проводитись Укрзалізницею щорічно.

Кризові явища в паливно-енергетичній галузі, дефіцит дизельного палива посилили значення і актуальність електрифікації залізниць України. В роки становлення незалежності України (1991–2001 роки), незважаючи на тривалу економічну кризу і відсутність належних інвестицій, були електрифіковані залізничні лінії Київ – Гребінка – Лубни, Жмеринка – Гребінка – Тернопіль – Красне, Ніжин – Чернігів, Роздільна – Кучурган, Здолбунів – Рівне – Луцьк та інші. Всього за цей період електрифіковано понад тисячу кілометрів залізничних колій, що дозволило збільшити перевезення електричним тягою і довести їх до 85% загального обсягу, при цьому зекономити щороку більше 100 тис. т дефіцитного дизельного палива.

Електрифікація залізничної мережі України продовжується.

Тенденції до модернізації, реформування і розвитку залізничного транспорту особливо посилились і набули широкого відлуння в житті в останні 2001–2005 роки, в яких значно покращилась робота залізниць, практично покладено кризу і взято курс на стабільний розвиток. Якщо в 2000 р. обсяг перевезень склав 357 млн. тонн, то вже в 2003 р. він становив 445 млн. тонн.

Експлуатаційна довжина залізничних ліній загальною користування України станом на 01.01.2005 р. складала 22,01 тис. км, з них 9,39 тис. км

контрафракцією. Задіяною дією переважно динамічної, а динамічної, які вони укладають переважно на шибеничному базисі, базиса 80% рейки на рельсовий колісник — типу Р65. Ці дії мають прокріплені металеві рейки зі швидкістю до 80 км/год та напівкріплені — 100–120 км/год і базиса. Обслуговують залізничні дії електричні і теплові. Нагрівання рейки до складання суцільні універсальні і спеціальні машини. Розподіляється контрейлерів переважно в універсальних, переважно металоплатформами, металейерах. Удосконалюється технічна транспортна продукція і оптимізація руку майданів і використання суцільних металевих шибів і обслуговувальних машин.

Рішення з тим залізничної транспорт України мають відносно відносно в країнах Західної Європи, Японії, США, інших розвинутих країнах світу. Так залізничні підприємства мають технічний потенціал, великий швидкістю руку майданів (80–120 км/год), переважно використання металейерах металейерів, металейерів переважно транспортних послуг.

Протягом останніх 20–25 років побудовані і експлуатуються залізничні дії в Франції, Німеччині, Великобританії, Японії і США.

Найбільш розвинутою залізничною системою в 1991 р. працює у Франції — це Паризька — Ліон — Марсель, які входять до складу металейерів дії Франції ТGV (TGV — Train Grande Vitesse). Розподіляється швидкістю рейки на дії переважно 160 км/год, напівкріплені — 212 км/год. До цієї системи залізничної металейерів дії ТGV-Аргентина, ТGV-Північ, ТGV-Схід, ТGV-Південь (на Паризьку до портулу тунелю під Ла-Маншем), з тією дією, які відносять Францію в Швейцарію, Італію і Іспанію. Структура ТGV виробляється фірмою «Альстом».



Рис. 1.8. Структура ТGV — ТGV, Франція, фірма АТ металейерів

(рис. 1.8) має два моторні вагони (моторний і пасажирський) і між ними до 10 причепів, розрахованих на 400 пасажирів. Підвищений економістичний рівень забезпечується, зокрема, ефектом тяги і швидкої зміни швидкості моторних, які з'являються постійно.

У Великобританії на лінії Лондон — Глазго пасажирські поїзди типу APT (Advanced Passenger Train — АРТ) вже розвивають швидкість до 300 км/год.

У Швейцарії залізничний маршрут здійснюється на двох нових лініях Гамбург — Берлін та Мюнхен — Штутгарт та іншими модернізованими лініями. Швейцарські поїзди на цих лініях розвивають до 250 км/год, а на лінії Мюнхен — Аугсбург поїзди рухаються на швидкості 400 км/год і можуть розвивати швидкість до 480 км/год. В 1991 р. вийшли в експлуатацію поїзди швейцарського виробництва ICE (Inter City Express), які формуються з 2-х моторних і 12 причепів вагонів, конструктивна швидкість поїзда сягає 480 км/год (рис. 1.9).



Рис. 1.8. Високошвидкісний поїзд «TGV», Франція, швидк. 300 км/год



Рис. 1.9. Високошвидкісний поїзд «ICE»
для швидкості 480 км/год, Німеччина, швидк. 480 км/год

Західноєвропейські країни об'єднали свої високошвидкісні лінії в загальну мережу протяжністю 15 тис. км, з яких на 9 тис. км (на лініях Лондон — Ла-Манш — Гамбург — Копенгаген, Утрехт — Дуйсбург — Мілан — Базель, Брюссель — Люксембург та інших) рух поїздів здійснюється зі швидкістю 250–300 км/год.

В Японії високошвидкісні лінії, які входять до загальнонаціональної мережі «Сінкансен» («Повид-стріла»), можуть реалізовувати швидкість до 400 км/год. Проте враховуючи, що лінії побудовані в складних геологічних умовах з великою кількістю тунелів (найдовший з них — 19 км — прокладений під водою між островами Хонсю і Кюсю), швидкість поїздів обмежується 270 км/год.

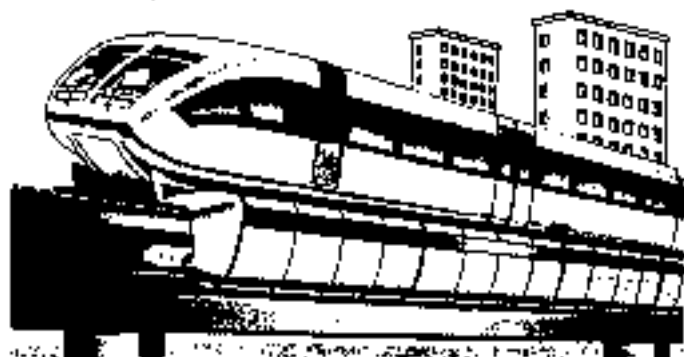


Рис. 1.11. Високошвидкісний поїзд з магнітним підвішуванням

В Сполучених Штатах Америки перша високошвидкісна магістраль Лос-Анджелес — Лас-Вегас була побудована ще в 80-і роки минулого століття, на якій курсував поїзд системи «Маглев» — на магнітній подушці. На початку 90-х років був споруджений Північно-Східний транспортний коридор між Нью-Йорком і Вашингтоном протяжністю 450 км. На цій лінії виконуються не тільки пасажирські, а й вантажні перевезення зі швидкістю до 200 км/год. На високошвидкісних лініях США для пасажирських перевезень використовуються японські електропоїзди серії Х2, японські «Хікарі» і французькі ТЖВ.

1.3. Загальні поняття про перевізний процес, його показники

Всі продукти виробництва і добування, які надходять на залізничний транспорт, називаються вантажами, а люди, які користуються його послугами, — пасажирями.

Підприємства, організації, установи, фірми і окремі громадяни, які пред'являють вантажі для перевезення, називаються вантажовідправниками, а які одержують їх після перевезення — вантажоодержувачами. В процесі перевезення залізничний транспорт є перевізником, а вантажовідправники і вантажоодержувачі — вантажовласниками.

Підприємства, організації і установи, які мають власні під'їзні залізничні колії, що приймають до залізничних ліній загального користування, називають вткочасниками.

Перевізний процес — це сукупність різних операцій, які виконуються з вантажами в пункті відправлення, в дорозі і в пункті призначення. Перевізний процес починається ще тоді, коли вантаж знаходиться на складі відправника, і закінчується після прибуття на склад одержувача. Цей процес складається з таких основних елементів:

- підйомування перевезення;
- накопичення вантажу на складі відправника;
- тарування і підготовки вантажу до відправлення;
- доставлення вантажу на залізничну станцію відправлення;
- оформлення перевезення (заповнення перевізних документів, візування, таксування, приймання вантажу до перевезення);
- закінчення з зберігання вантажів на станції до завантаження їх у вагони;
- завантаження у вагони;
- маневрові операції з вагонами, пов'язані з подачею і забиранням їх з фронтів навантаження;
- формування поїзда і підготовка його до відправлення;
- прямування вагонів з вантажем в поїздах до станції призначення з обслуговуванням їх на популярних сортувальних і дільничних станціях;
- передбачені і непередбачені операції в дорозі (сортування дрібних відправок вантажів на вантажосортувальних платформах і майданчиках, перевантаження із вагона у вагон за технічної несправності, переадресування тощо);
- розформування поїзда на станції призначення;
- маневрові операції з вагонами, пов'язані з подачею і розставленням вагонів у місцях вивантаження;
- оформлення віддачі вантажу;
- вивантаження вантажів із вагонів;
- видача вантажу на складі станції вантажоодержувачу;
- доставлення вантажу на склад одержувача.

Для виконання перевізного процесу використовуються всі необхідні технічні засоби, які є в підпорядкуванні залізниць (залізничні колії,

станційні і сортувальні пристрої, вагони, локомотиви, вантажно-розвантажувальні машини, засоби автоматизації, телемеханіки і зв'язку тощо), а організація цього процесу відбувається на певній технологічній основі.

В перевізному процесі крім перевізника-залізничів, вантажовідправника і вантажодержувача можуть бути задіяні і інші посередницькі організації, наприклад, транспортно-експедиційні організації, операторські компанії, автотранспортні підприємства.

Перевізний процес має дві складові частини: технічну і комерційну експлуатацію.

Технічна експлуатація регламентує і регулює внутрішню діяльність залізниць, яку здійснюють її працівники без участі вантажовідправників, вантажодержувачів і пасажирів. До цієї сфери діяльності належать організація вагонотоків, технічне нормування, організація руху поїздів і маневрові роботи, забезпечення безпеки руху поїздів тощо. Норми і положення її викладені у Правилах технічної експлуатації (ПТЕ) і в інструкціях, розроблених Укрзалізницею і затверджених Міністерством транспорту і зв'язку України.

Комерційна експлуатація визначає зовнішні зв'язки залізничного транспорту з іншими галузями економіки країни, підприємствами, установами, організаціями, а також окремими особами, які користуються послугами транспорту. До цієї сфери діяльності входять планування перевезень, приймання і видача вантажів, документальне оформлення перевезень, зберігання, навантаження і вивантаження вантажів, таксування і розрахунки за перевезення, організація контейнерних і пакетних перевезень, розробка і дотримання правил і умов перевезень різних видів вантажів, транспортно-експедиційне обслуговування, експлуатація пішохідних колій, забезпечення збереженості вантажів тощо. До комерційної експлуатації належать також організації перевезень пасажирів, багажу і пошти.

Правовою основою комерційної діяльності є Статут залізниць України, який затверджується Кабінетом міністрів України, а також Правила перевезень та інші документи, які видаються в доповнення до Статуту.

Організація перевізного процесу потребує планування і централізації управління. Якраз ці два принципи є основними і невід'ємними в транспортній роботі, вони забезпечують безперервність і безперерійність транспортного процесу, чітку узгодженість роботи усіх засобів і ланок транспорту.

Планування дозволяє довніше і продуктивніше використовувати технічні засоби залізниць, створює умови для рівномірної і ритмічної роботи, чіткої та узгодженої дії всіх підрозділів і працівників, задіяних в перевізному процесі.

Централізація управління перевізним процесом, тобто підпорядкування нижчих ланок вищим, дозволяє направити і концентрувати зусилля

ля і технічні засоби для виконання перевізного процесу на всіх його етапах і ланках транспортного колаєстра, особливо у вузьких місцях, усувати їх, управляти і контролювати весь транспортний процес.

Перемісний процес вимірюють і характеризують такі основні показники:

- відправлення вантажів — кількість вантажів в тоннах, пред'явлених для перевезення за певний період (в середньому за добу, місяць, рік);
- вантажообіг — добуток маси перевезених вантажів в тоннах і відстані перевезення в кілометрах, вимірюється в $t \times km$;
- вантажонапруженість — обсяг вантажної роботи (вантажкообіг) в тонно-кілометрах, який припадає на 1 км експлуатаційної довжини залізничної лінії, дільниці або мережі в цілому, вимірюється в $t \times km/km$;
- вантажопотік — кількість вантажів у тоннах, яка переміщується за рік у певному напрямку на певній залізничній лінії, вимірюється в тоннах;
- відправлення пасажирів — кількість пасажирів, яка скористалась послугами транспорту за певний період (добу, місяць, рік);
- пасажирообіг — добуток від множення чисельності пасажирів на відстань їх переміщення, вимірюється в пас $\times km$;
- пасажиропотік — чисельність пасажирів, яка переміщується за рік на певній залізничній лінії в певному напрямку;
- приведені тонно-кілометри — узагальнений показник, який вирачається як сума вантажообігу і пасажирообігу;
- кількість навантажених вагонів;
- кількість розвантажених вагонів;
- статичне навантаження — визначає кількість вантажу, що завантажуються в середньому в кожний вагон, вимірюється в $t/ваг$;
- простій вагона на одній технічній станції в годинах;
- простій вагона під однією вантажною операцією, вимірюється в годинах;
- обіг вагона — визначає, за скільки днів вагон обертається при перевезеннях вантажів (від навантаження до наступного навантаження);
- собівартість перевезень — визначає, скільки коштує виконання 1 $t \times km$ або 1 пас $\times km$, тобто перевезення 1 тонни вантажу або одного пасажирів на 1 км шляху;
- інші експлуатаційні та економічні показники.

1.4. Структура управління залізничним транспортом

Управління залізничним транспортом на всій залізничній мережі України здійснює Державна адміністрація залізничного транспорту України —

Українізації, яка входить до складу Міністерства транспорту і зв'язку України. Опілює адміністрацію Генеральний директор Української (телеграфний шифр Ц).

Основні завдання Української полягають у забезпеченні:

- формування державної політики на залізничному транспорті, стратегії розвитку галузі, розробки і реалізації транспортних програм;
- найбільш повного задоволення потреб народного господарства і населення в перевезеннях з найменшими затратами матеріальних і людських ресурсів;
- формування тарифної політики, організації участі на внутрішньому і зовнішньому ринках транспортних послуг;
- організації високоефективного і раціонального використання технічних засобів транспорту, утримання їх у постійній справності;
- запровадження новітньої техніки і прогресивних транспортних технологій;
- виконання державних завдань з комплексного розвитку всіх галузей економіки і оборонних потреб держави;
- створення на залізничних умовах для безперервного і безпечного руху поїздів, доставлення вантажів у цілості і в установлені строки, безпечного і комфортного проїзду пасажирів та сервісного їх обслуговування на станціях і вокзалах.

Структура українських залізничним транспортом будується за територіальним і виробничим принципами.

За територіальним принципом залізнична мережа України (рис. 1.12) поділяється на залізниці (державні територіальні галузеві об'єднання), а залізниця, в свою чергу, – на дирекції залізничних перевезень, які об'єднують залізничні станції.

Крім залізниць у структурі Української (рис. 1.13) є спеціалізовані підприємства, заводи, організації транспортного обслуговування, науково-дослідні та проектно-конструкторські центри, проектні інститути, навчальні і медичні заклади та інші інфраструктурні підрозділи, підпорядковані безпосередньо керівництву Української, хоча територіально розміщені на залізничних.

У складі керівного апарату Української (рис. 1.14) є головні управління, управління і відділи, кожне з яких керує певною галуззю залізничного транспорту, що відповідає виробничо-функціональному принципу управління. Це Головне управління колійного господарства (телеграфний шифр начальника – ЦП), Головне управління локомотивного господарства (ЦЛ), Головне управління вагонного господарства (ЦВ), Головне управління електрифікації і електропостачання (ЦЕ), Головне управління

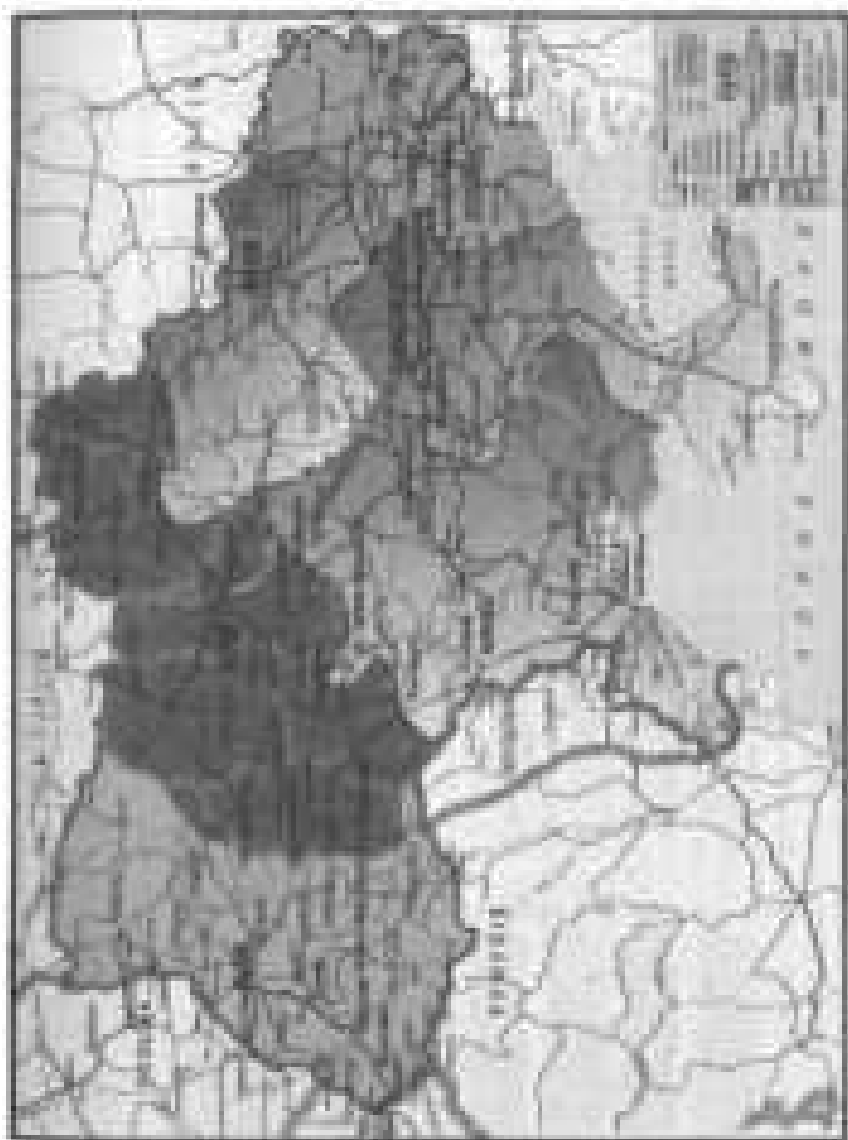


Fig. 8.12. Clima: indicatori ambientali

перевезень (ПД), Головні комерційні управління (КМ), головне пасажирське управління (ПЛ) та інші галузеві управління і відділи.

Залізниця на Україні шість: Донецька, Придніпровська, Південна, Південно-Західна, Львівська і Одеська (рис. 1.12).

Донецька залізниця (м. Донецьк) — найбільша за обсягами навантаження і перевезення. В галузі цей показник складає 43% загального обсягу. Переважно перевозять кам'яне вугілля та продукцію рудно-металургійного комплексу. Залізниця має найбільш густо-розгалужену на Україні залізничну мережу. В 2004 році у складі залізниці було 240 роздільних пунктів, 26 пасажирських, вагонних і локомотивних депо, 51 підрозділ обслуговування колії, пристроїв енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 2,82 тис. км. Колектив працівників залізниці налічує близько 70 тис. чоловік.

Придніпровська залізниця (м. Дніпропетровськ) — друга на Україні за обсягами навантаження і перевезення, забезпечує транспортний зв'язок Кривбасу, індустріального Придніпров'я і Донбасу між собою та з іншими регіонами країни. Щодня залізниця відправляє понад 250 тис. т різноманітних вантажів, з них майже 90% української залізної руди, 53% прокату чорних металів. У складі Придніпровської залізниці — 248 роздільних пунктів, 26 пасажирських, вагонних, локомотивних депо, 43 підрозділи обслуговування колії, пристроїв енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 3,19 тис. км. Колектив працівників залізниці налічує близько 65 тис. чоловік.

Південна залізниця (м. Харків) — обслуговує індустріальний Харківський і Полтавський регіони, забезпечує вантажні і пасажирські потоки на основних транспортних напрямках: Північ-Південь (переважно пасажирські перевезення) і Схід-Захід (переважно перевезення вантажів). У складі Південної залізниці — 246 роздільних пунктів, 19 пасажирських, вантажних і локомотивних депо, 34 підрозділи обслуговування колії, пристроїв енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 2,81 тис. км. Колектив працівників залізниці налічує близько 50 тис. чоловік.

Південно-Західна залізниця (м. Київ) — обслуговує індустріально-аграрний регіон Центр і Півночі України, виконує великий обсяг транзитних вантажних і пасажирських перевезень у внутрішньому та міжнародному сполученнях, лідер запровадження сучасних інформаційних технологій. У складі Південно-Західної залізниці — 308 роздільних пунктів, 20 пасажирських, вагонних і локомотивних депо, 45 підрозділи обслуговування колії, пристроїв енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 4,58 тис. км. Колектив працівників залізниці налічує близько 66 тис. чоловік.

Львівська залізниця (м. Львів) – обслуговує західні регіони України і виконує великі транзитні міжнародні перевезення. У складі Львівської залізниці 344 розділних пунктів, 22 пасажирських, вагонних і локомотивних депо, 43 підрозділи обслуговування колії, пристрої енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 4,52 тис. км. Колектив працівників залізниці близько 60 тис. чоловік.

Одеська залізниця (м. Одеса) – обслуговує південний аграрний регіон. «Залізниця-порти-залізниця» – основний технологічний ланцюг, який у взаємодії з морським транспортом сприяє інтеграції економіки України у світове співтовариство, використовуючи міжнародні транспортні коридори, давній євро-азійський торговий шлях, міжнародні контейнерні маршрути і залізнично-морські парони. У складі Одеської залізниці 280 розділних пунктів, 18 пасажирських, вагонних і локомотивних депо, 43 підрозділи обслуговування колії, пристроїв енергетики, автоматики і зв'язку. Загальна протяжність колій залізниці складає 4,0 тис. км. Колектив працівників залізниці налічує близько 50 тис. чоловік.

На кожній залізниці роботою керує **Управління залізниці** (рис. 1.13), яке очолює начальник залізниці (телеграфний шифр Н).

В Управлінні залізниці розробляються плани перевезень вантажів і пасажирів, складається графік руху поїздів, здійснюється оперативне керування експлуатаційною роботою. Управління здійснює єдину технічну політику, удосконалює технологічні процеси, запроваджує нові технічні засоби і технології, виконує централізовані розрахунки за перевезення, наглядає за правильним використанням шін і тарифів, складає зведені баланси підпорядкованих підприємств, здійснює контроль за виробничою і господарською діяльністю цих підприємств.

Управління залізниці (державне територіальне галузеве об'єднання) в своєму штаті має галузеві служби і відділи: службу колії (П), локомотивну службу (Т), службу вагонного господарства (В), службу зв'язку (Ш), службу електропостачання (Е), службу перевезень (Д), службу комерційної роботи і маркетингу (М), пасажирську службу (Л), інші галузеві служби і відділи відповідно до виробничо-функціонального принципу управління аналогічно галузевій структурі апарату Укрзалізниці.

Дирекція залізничних перевезень (ДП) здійснює оперативне керівництво експлуатаційною роботою на ділянках, які знаходяться в межах дирекції. На залізниці дирекції буває 4–5. Основним завданням дирекції залізничних перевезень є організація руху поїздів за графіком на ділянках, виконання технічних нормативів експлуатаційної роботи і планування формування поїздів, організація вантажної і комерційної роботи, контроль за виконанням Статуту залізниць України і Правил перевезень.

ПТЕ і інструкцій, інших нормативних документів. У своєму штаті дирекції залізничних перевезень мають, як правило, функціональні відділи (перевезень, комерційної роботи, технічний та інші). Відділи колії, локомотивного і вагінного господарства та інші виробничі відділи колишнього відділку залізниці (НОД), реформованого у дирекцію перевезень (ДН), ліквідовані як зайві ланки управління.

Залізнична станція – це лінійна виробнича одиниця залізничного транспорту. Керує роботою станції начальник (ДС). Основні завдання організації роботи станції:

- виконання плану перевезень;
- приймання, навантаження, вивантаження, зважування, зберігання і видача вантажів;
- забезпечення цілості вантажів і рухомого складу;
- підготовка вагонів до навантаження;

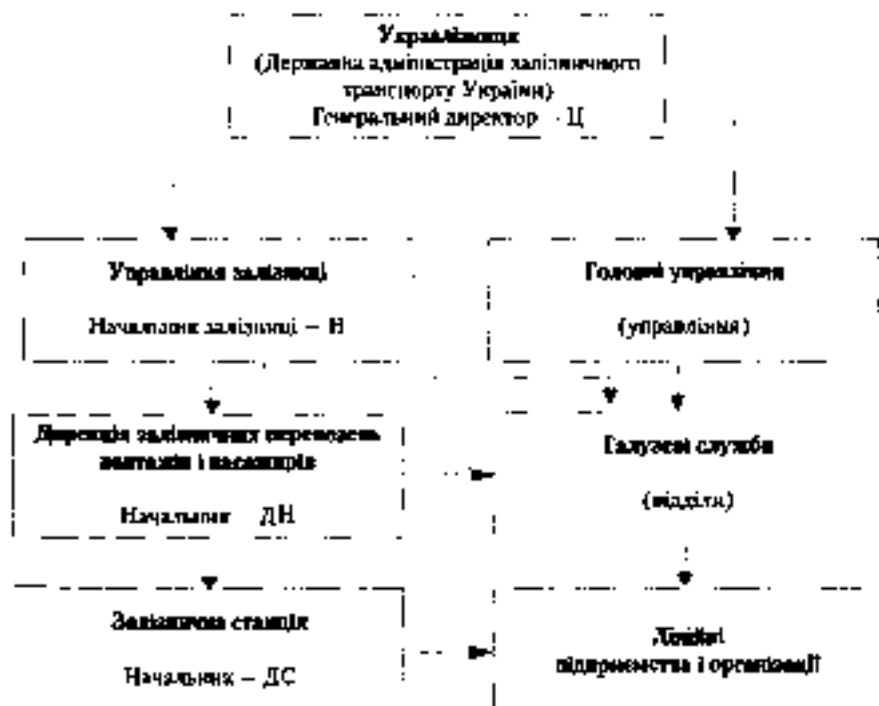


Рис. 1.16. Загальна принципова структурна схема управління залізничним транспортом

- сортування дрібних вантажів;
- оформлення переміських документів і розрахунків за перевезенням;
- приймання, відправлення і пропуск поїздів;
- формування і розформування поїздів;
- відчеплення і причеплення вагонів до поїздів;
- подача і зафіксація вагонів на навантажувально-розвантажувальних фронтах;
- посадка і висадка пасажирів, обслуговування їх на вокзалах;
- продаж пасажирських квитків;
- інші операції, пов'язані з перевізним процесом.

На станціях починається і закінчується перевізний процес і від роботи станції залежить якість його виконання.

Всі інші лінійні підприємства (локомотивне депо — ТЧ, вагонне депо — ВЧД, дистанції колії — ПЧ, дистанції сигналізації і зв'язку — ПЗЧ, дистанції електропостачання — ЕЧ та інші) в своїй експлуатаційній діяльності підпорядковані відповідним галузевим службам державного територіального галузевого об'єднання залізниці, а служби — головним управлінням Укрзалізниці (рис. 1.16).

1.5. Загальні відомості про нормативні документи, які регламентують діяльність залізничного транспорту

Діяльність транспорту, і зокрема залізничного транспорту, регламентується законами України:

Закон України «Про транспорт», прийнятий Верховною Радою України в 1994 році, визначає загальні правові, економічні та соціальні засади діяльності єдиної транспортної системи України, установлює основні завдання транспортних галузей у задоволенні потреб суспільного виробництва і населення в перевезеннях, принципи відповідальності транспортних підприємств за виконання зобов'язань щодо перевезення пасажирів, багажу, пошти і вантажів, за безпеку перевезень, життя і здоров'я пасажирів, збереженість вантажів.

Закон України «Про залізничний транспорт», прийнятий Верховною Радою України в 1996 році, установлює основні правові і економічні засади діяльності залізничного транспорту України. Його права і обов'язки в економічній і соціальній сфері держави, установлює його відносини з державними і місцевими органами, іншими видами транспорту, всіма галузями економіки, підприємствами, організаціями, установами і громадянами країни, які користуються послугами залізничного транспорту.

Правила технічної експлуатації (ПТЕ) містять в собі головні положення і регламент виконання технічної експлуатаційної роботи на залізницях, основні параметри, розміри, норми утримування найважливіших споруд, пристроїв, рухомого складу та інших технічних засобів залізниць, вимоги, які висуваються до них у процесі експлуатації, а також систему організації руху поїздів, принципи сигналізації та інших взаємозв'язків між працівниками залізничної при виконанні поїзної і маневрової роботи.

Перший збірник правил технічної експлуатації для залізниць загального користування вперше було введено в Росії в 1898 році. Для всієї мережі залізничного транспорту Радянського Союзу, в тому числі і для залізниць України, ПТЕ були визані і затверджені в 1935 році.

В Україні, як суверенній державі, ПТЕ вперше розроблені Українською і затверджені наказом Міністерства транспорту України №27 від 16.01.1995 р. З уточненнями і доповненнями були перевидані в 2002 році.

ПТЕ складають 16 розділів. В розділі 1 приведені загальні обов'язки працівників залізничного транспорту, в розділах 2-6 загальні характеристики, нормативи і вимоги до утримання основних споруд і пристроїв залізниць, в розділах 9-12 — основні розміри і норми утримання рухомого складу, розділами 13-16 регламентуються основні положення з організації руху поїздів.

ПТЕ вимагають утримання земляного полотна, мостів, тунелів, інших штучних споруд, шлях, рейок, стрілочних переводів, вагонів, локомотивів та інших технічних засобів у такому стані, яке б забезпечувало безперервний і безпечний рух поїздів з максимальною швидкістю. Щодо сигналізації ПТЕ устакановлює принципи, згідно з яким сигнал є наказом, який належить суворо виконувати, а невиконання його призводить до адміністративної і кримінальної відповідальності. ПТЕ передбачає організацію руху поїздів за графіком руху поїздів, який об'єднує роботу усіх підрозділів залізниць. ПТЕ обов'язкові для виконання всіма підрозділами і працівниками залізничного транспорту України. Всі інструкції, розпорядження і вказівки, які стосуються питань технічної експлуатації, будівництва залізниць, споруд, пристроїв і рухомого складу, повинні суворо дотримуватись положень ПТЕ.

Інструкція з сигналізації на залізницях України, яка розроблена Українською і затверджена наказом Мінтранспорту України №258 від 8.07.1995 р., визначає систему видимих і звукових сигналів для передачі наказів та вказівок щодо руху поїздів і маневрової роботи, а також типи сигнальних приладів, за допомогою яких ці сигнали подаються.

Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, яка розроблена Українською і затверджена наказом Мінтранспорту України №260 від 8.07.1995 р., відповідно до основних положень і вимог

ПТЕ і Інструкції з сигналізації залізниць України конкретизує правила приймання, відправлення та пропуску поїздів за різноманітних засобів сигналізації і зв'язку як за нормальних умов, так і у випадках несприятливості цих пристроїв; приймання, відправлення і пропуск поїздів під час проведення ремонтно-будівельних робіт на залізничних коліях і спорудах; проведення маневрів на станціях, видачі посередоків на поїзди й інші правила, пов'язані з виконанням указаних операцій.

Тверді зв'язки і чітке виконання причетними працівниками вимог, передбачених ПТЕ, Інструкцією з сигналізації і Інструкцією з руху поїздів і маневрової роботи – одна з найважливіших умов забезпечення чіткої роботи транспорту, безпеки руху поїздів і маневрової роботи.

Статут залізниць України визначає обов'язки, права і відповідальність залізниць, а також підприємств, організацій, установ і громадян, які користуються залізничним транспортом.

Перший в Росії статут був уведений в 1885 році. В радянський період статут залізниць з 1920 року перевидавався в 1922, 1935 і 1950 роках відповідно до змін політичних і економічних умов розвитку СРСР.

Статут залізниць України затверджений та введений в дію постановою Кабінету міністрів України №457 від 6 квітня 1998 року і дія його поширюється на залізницю України, на перевезення на них вантажів, пасажирів, багажу, вантажобагажу і пошти, в тому числі на перевезення вантажів, навантаження і розвантаження яких відбувається на залізничних під'їзних коліях незалежно від форм власності. Статут складається із семи розділів і 137 статей. Статутом регламентується порядок укладення договорів, планування, організація та основні умови перевезення вантажів, пасажирів, багажу, вантажобагажу і пошти, основні положення експлуатації залізничних під'їзних колій, взаємозв'язки з іншими видами транспорту, а також відповідальність залізниць, вантажовідправників, вантажодержувачів і пасажирів, ведення актово-претензійних справ.

Статут залізниць України висвітлює тільки основні принципові положення і правові норми, які є загальними для всіх видів перевезень. Передбачити всю різноманітність конкретних умов і особливостей перевезень окремих вантажів Статут не може. Положення певних статей розвиваються в інших нормативних документах, які видаються як доповнення до Статуту.

На підставі Статуту залізниць України Міністерство транспорту і зв'язку України затверджує Правила перевезення вантажів, Технічні умови навантаження і кріплення вантажів, Правила перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти, тарифні керівництва, інші нормативні документи.

Правила перевезень вантажів визначають порядок планування перевезень вантажів і обліку виконання плану перевезень, приймання вантажів

до перевезення, виваду вантажів, заповнення перевізних документів, розрахунки за перевезення, експлуатацію залізничних під'їзних колій, терміни навантаження, доставки і вивантаження вантажів, умови їх зберігання, перерезування, порядок перевезення різних видів вантажів (хлібних, навалочних, швидкопсувних тощо). Правила описують умови перевезень вантажів відправницькими маршрутами, дрібними відправками, в пакетах і універсальних контейнерах. Правила передбачають порядок перевезення рідких вантажів у цистернах і буксерних напіввагонах, порядок перевезення небезпечних вантажів. До небезпечних належать вантажі вибухонебезпечні, легкозаймисті, стиснені і скраплені гази, їдкі, отруйні і радіоактивні речовини. В Правилах перевезень приводиться перелік вантажів, які можна перевозити залізничним транспортом на певних умовах, згадки перевізних документів, актів та інших документів, які оформляються в процесі перевезення вантажів. Спеціальний розділ регламентує порядок оформлення актів, пошкодження і розглядання претензій та позовів.

Технічні умови навантаження і кріплення вантажів містять діючі габарити навантаження, методику розрахунків розміщення і кріплення вантажів у вагонах, правила оформлення перевізних вантажів, непередбачених Технічними умовами, способи розміщення і кріплення різних видів вантажів на відкритому рухомому складі.

В тарифних керівництвах №1 і №4 встановлюються правила визначення тарифних відстаней, провізних плат, зборів і штрафів, приводяться тарифні ставки і таблиці для розрахунку плат за перевезення вантажів залізничним транспортом.

Правила перевезень пасажирів, пошти, багажу і вантажобагажу докладно описують правила перевезень пасажирів, пошти, багажу і вантажобагажу в пасажирських поїздах, порядок визначення тарифних відстаней, плат і зборів.

Правила, Технічні умови, чинні на залізницях тарифи, а також зміни і доповнення до них публікуються Українським універсалом в збірниках правил перевезень і тарифів залізничного транспорту України і вводяться в дію з моменту опублікування.

Крім Статуту, Правил перевезень, Технічних умов і тарифних керівництв, на залізничному транспорті України діють також службові і посадові інструкції, наприклад, Інструкція з перевезень негабаритних і великогазових вантажів, Інструкція прийомодавальників вантажу, Інструкція з ведення станційної комерційної звітності, Положення про порядок охорони вантажів і об'єктів на залізницях України, Типовий технологічний процес роботи пункту комерційного огляду поїздів, Інструкція з актово-претензійної роботи та інші нормативні документи.

Нормативні документи, що визначають порядок і умови перевезень, користування засобами залізничного транспорту, безпеки руху, охорони праці, громадського порядку, перетину залізничних колій іншими видами транспорту і комунікаціями, пожежної безпеки, санітарні норми та правила на залізничному транспорті, є обов'язковими для всіх юридичних і фізичних осіб на території України.

Роль залізничного транспорту в економіці країни, особливі умови його роботи потребують високої дисципліни, точного виконання залізничниками чинних у галузі правил, наказів, інструкцій та інших нормативних актів, оскільки їх порушення створює загрозу безпеці руху поїздів і маневровій роботі, може призвести до тяжких наслідків для життя та здоров'я громадян, небезпечення вантажів, завдати шкоди навколишньому природному середовищу.

Положення про дисципліну працівників залізничного транспорту, затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 26.01.1993 р. №55, установлює основні вимоги до працівників, їх обов'язки при виконанні службових функцій, порядок заохочення за зразкове виконання службових обов'язків і дисциплінарне стягнення за порушення дисципліни, приводить перелік порушень дисципліни, наслідки яких загрожують безпеці руху, життя і здоров'ю громадян, а також категорії працівників, до яких застосовується дисциплінарне стягнення у вигляді звільнення.

Положення поширюється на всіх працівників залізничного транспорту, які пов'язані з перевізним процесом.

1.6. Поняття про габарити на залізницях, їх різновиди

Для безпечного і безперешкодного руху поїздів і маневрових груп вагонів, збереженості пристроїв і споруд, що розміщуються уздовж залізничної колії, велике значення мають залізничні габарити.

Взагалі габарит (від французького слова «gabarit») – це габаритний обрис (контур) предметів, споруд, пристроїв.

На залізничному транспорті в проектуванні, будівництві, експлуатаційній роботі враховують такі залізничні габарити: габарит наближення споруд, габарит рухомого складу, габарит навантаження, а також габарити повітряних ліній електропередачі і зв'язку, штучних споруд тощо.

Всі габарити взаємопов'язані між собою, установлюються державними стандартами і суворо обов'язкові для дотримання всіма установами, організаціями, підприємствами і громадянами.

Контури габаритів залізничного транспорту мають вигляд замкнутої ламаної лінії. Горизонтальні розміри залізничних габаритів відраховують від вертикальної осі колії, а вертикальні — від рівня верха головки рейки (РГР).

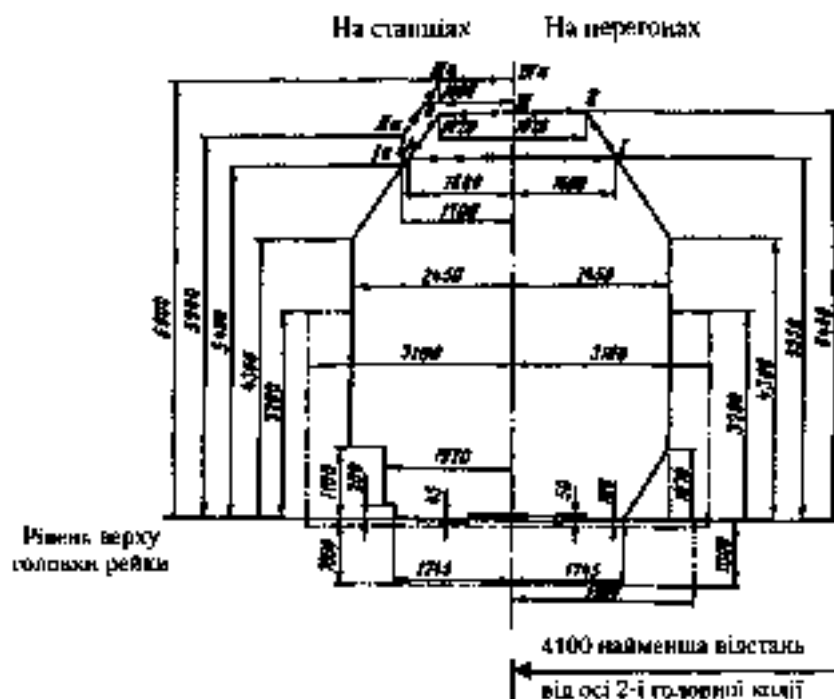
Габарит наближення споруд — граничний поперечний (перпендикулярний до поздовжньої осі колії) контур, в середину якого не мають заходити споруди і пристрої, що розміщуються вздовж залізничної колії. Збоку, під і над колією та при перетині ними залізничної колії, а також різні матеріали, обладнання, і вантажі, які можуть знаходитись на узбіччі колії. Винятком можуть бути лише пристрої, які безпосередньо взаємодіють з рухомих складом, наприклад, контактні проводи з деякими елементами контактної мережі, деталі вагонних уповільнювачів в робочому стані.

Для чатістральних залізничних ліній загальної мережі колії 1520 мм і під'їзних колій, що приєднують до них, застосовується габарит С (рис. 1.17). Для колій, розміщених на території промислових підприємств, між цими підприємствами, в портах, депо, вантажних районах і складах може застосовуватись габарит C_{II} полегшеного типу (рис. 1.18). Габарити С і C_{II} відповідають габариту рухомого складу Т і можуть застосовуватись на будівництві нових залізниць, реконструкції діючих ліній, прокладенні інших колій, електрифікації, спорудженні мостів, тунелів тощо. Вони враховуються також при модернізації рухомого складу.

Ліва відносно осі колії частина габариту С (рис. 1.17) призначена для колій на станціях, права — на перегонах.

Габарит рухомого складу — граничний поперечний (перпендикулярний до поздовжньої осі колії) контур, за межу якого не мають виходити рухомий склад і будь-які його вузли та деталі, як в завантаженому, так і в порожньому стані під час знаходження на прямій горизонтальній ділянці колії. Винятком можуть бути підняті струмоприймачі електровозів, електропідви і робочі органи колійних двигунів у роботі. Основний габарит рухомого складу — це габарит Т (рис. 1.19), який застосовується на коліях шириною 1520 мм загальної мережі, під'їзних коліях і коліях промислового транспорту, споруди і пристрої яких відповідають вимогам габаритів наближення споруд С і C_{II} . Крім габариту Т на залізницях України застосовуються габарити: 1-ВМ, 0-ВМ, 02-ВМ, 03-ВМ — для рухомого складу, який може рухатись як на коліях 1520 мм України і країн СНД, так і на коліях 1435 мм країн Європи, а також T_{II} — для 8-вісних цистерн і вагонів-самоскидів, T_{III} — для напіввагонів та іншого рухомого складу з урахуванням перебування негабаритних споруд, старих мостів тощо.

Проміжок між контурами габаритів наближення споруд С і рухомого складу Т необхідний для можливих зміщень рухомого складу в результаті

Рис. 1.12. Габарити наближення споруд *Г*

Умовні позначення:

- о-о- — ліній наближення всіх споруд і пристроїв, що будуються, крім розміщених на колах, де електрифікація неможлива;
- I-II III — для перегонів та колій на станціях, де не передбачається зупинка рухомого складу;
- Ia-IIa-IIIa-IVa — для інших колій станцій;
- х-х- — ліній наближення споруд і пристроїв на колах, де електрифікація неможлива,
- - - — ліній наближення будівель, споруд і пристроїв; в особо важких умовах ця відстань може бути зменшена до 2750 мм на перегонах і 2450 мм на станціях;
- — ліній, нижче якої не має підніматися будь-який пристрій, крім витучних споруд, настільних переїздів, індукторів штовхатичної механічної сигналізації, централізації, блокування;
- - - - — ліній наближення фундаменту будинків, опор, прокладених кабелів, трубопроводів тощо;
- — для тунелів і перил на мостах, естаках та інших спорудах

На території промислових підприємств і станцій між ними (ок. зовні, так і в середині будівель)

На перехрестях між територіями промислових підприємств

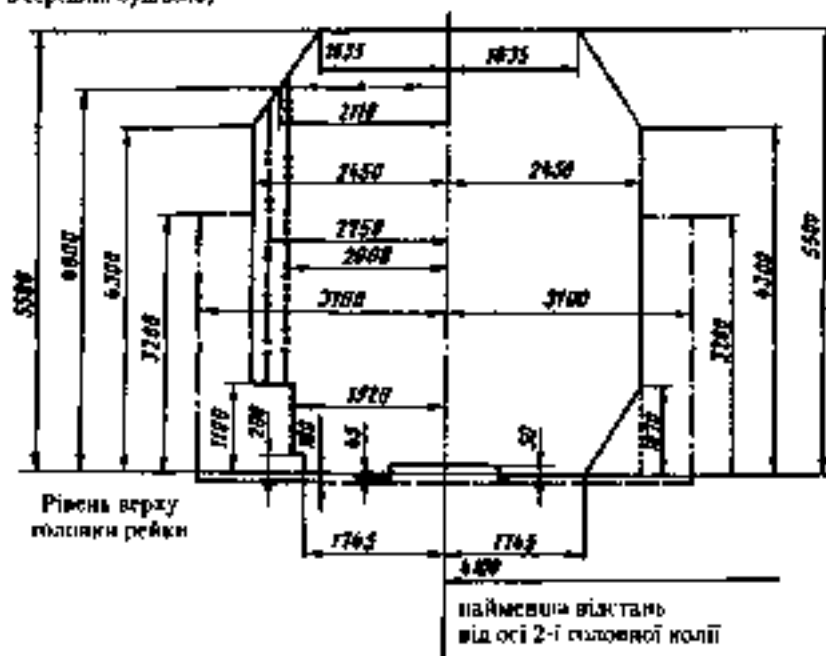


Рис. 1.18. Габарит наближення споруд С.

Умовні позначення:

- - - лінія наближення будівель, споруд і пристроїв;
- o - лінія наближення споруд, підкранових балок, ригелів створу воріт тощо на коліях, призначених для експлуатації тільки спеціального рухомого складу промислового транспорту висотою не більше 4700 мм;
- oo - лінія наближення раніше згаданих колон, стовпів і т.п. висотою не більше 1000 мм;
- ooo - лінія наближення зливально-наливних, навантажувально-розвантажувальних пристроїв, конвеєрів та інших механізмів у неробочому стані;
- - - - - для тунелів і перелів на мостах, остаках та інших спорудах;
- - - - - лінія, вище якої не має підніматись будь-якої пристрій, крім штучних споруд, настільних метрів, індукторів автоматичної локомотивної сигналізації, а також стрілочних переводів і розміщених в їх зоні пристроїв сигналізації, централізації, блокування.

зміщення рейок, відхилені у різних рейкових ниток, коливань ресорів, при вписуванні рухомого складу на кривих ділянках тощо. Цей проміжок також використовується при перевезенні негабаритних вантажів.

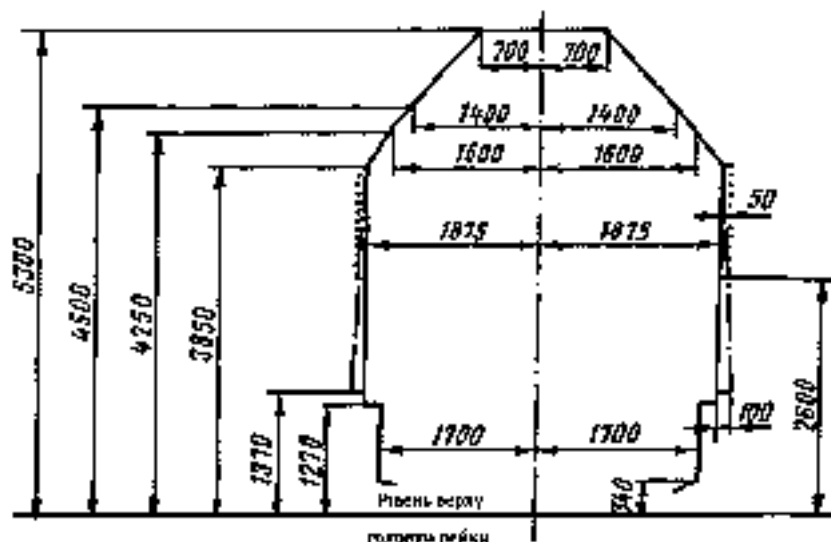


Рис. 1.19. Габарит ручного складу Т

Умовні позначення:

- · · · · — тільки для сигнальних пристроїв;
- - - - - для частин і деталей, що виступають, — поручнів, викривів для стікання води тощо.

Габарит навантаження — граничний поперечний (перпендикулярний до поздовжньої осі колії) контур, за межі якого не має виходити вантаж разом з упакуванням і кріпленням, за розміщенням його на шкритому рухомому складі, який знаходиться на прямій горизонтальній ділянці колії. Габарит навантаження (рис. 1.20) застосовується на залізницях СНД, які мають ширину колії 1520 мм і відповідають вимогам габаритів С і Т.

Існують також **підвищений габарит навантаження** (рис. 1.21), який у порівнянні з габаритом навантаження дещо поширеніший в нижній частині контуру, застосовується для перевезення автомобілів, тракторів, сільськогосподарської, шляхобудівної техніки, залізобетонних і металевих виробів, та **аномальний габарит навантаження**, в якому значно розширена порівняно з габаритом навантаження верхня частина контуру, застосовується для перевезення лісоматеріалів.

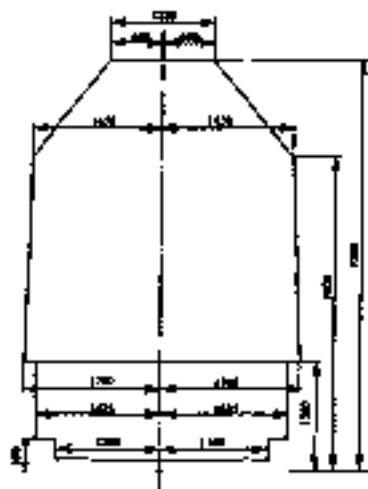
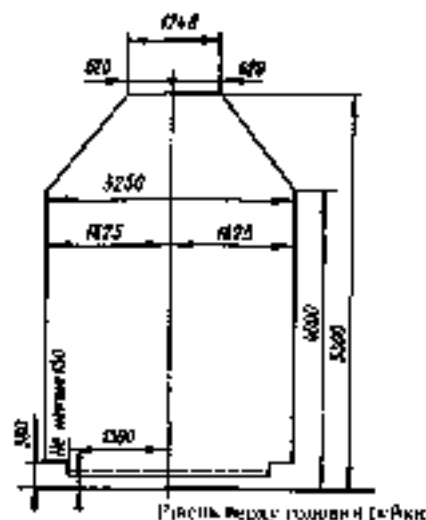


Рис. 1.20. Габарити навантаження Рис. 1.21. Підвищений габарит навантаження

Умови використання цих габаритів навантаження наведено в розділі 1 Технічних умов навантаження і кріплення вантажів. Для їх на деяких залізницях обмежена.

Габарити повітряних ліній — це граничні відстані від дротів і опор повітряних ліній зв'язку до поверхні лудовок рейок, а також від землі до різних споруд і пристроїв на залізницях. враховуються при запровадженні автоблокування, ліній електропостачання і зв'язку.

При перетині річок залізничними лініями враховують **підмостовий габарит** — поперечний (перпендикулярний напрямку водотоку) обрис вільного простору під мостом між нижньою частиною прогону і судноплавним горизонтом річки. При будівництві тунелів враховують **габарит проїзду в тунелі** — граничний поперечний контур вільного простору в тунелі, в середину якого крім рухомого складу не мають входити будь-які частини тунельних конструкцій, крім деяких елементів контактної мережі.

1.7. Єдина система цифрового кодування на залізницях

Для підвищення ефективності управління, удосконалення і прискорення перевізного процесу, покращення умов праці на залізницях України створені і діють такі системи цифрового кодування:

- єдина система номерної побудови;

- система кодування станцій, роз'їздів, об'їзних, пасажирських зупинних та інших пунктів;
- система нумерації рухомого складу;
- єдина тарифно-статистична номенклатура вантажів;
- єдина система кодування об'єктів станції, найменування вантажоўправників, вантажоодержувачів і вантажів;
- система кодування особливих відомостей про поїзди, вагони і вантажі.

Єдина система нумерації поїздів передбачає позначення поїздів різних категорій числом, яке складається з 1–4 десяткових знаків. Наприклад, швидкі пасажирські поїзди цілорічного обігу нумеруються від 1 до 148, швидкісні – від 151 до 168, прискорені – від 171 до 188, швидкі пасажирські поїзди літнього обігу – від 191 до 298, дальні пасажирські поїзди цілорічного обігу – від 301 до 398, дальні пасажирські поїзди, які курсують в літній період, – від 401 до 498, пасажирські поїзди разового призначення – від 501 до 598, пасажирські поїзди місцевого сполучення – від 601 до 698, поїзди службового призначення – від 701 до 748, туристські – 971–988, пасажирські дизель- і електропоїзди місцевого сполучення підвищеної комфортності – 801–848, без надання додаткових послуг – 851–898, приміські – 9001–6998, коштовно-балажні – 901–948, вантажно-пасажирські – 951–968, дільні – 991–998, прискорені вантажні поїзди – 1001–1798, вантажні наскрізні – 2001–2998, вантажні дільничні – 3001–3398, вантажні збірні і збірно-дільничні – 3401–3498, вантажні вивізні – 3501–3598, вантажні передаточні – 3601–3798, диспетчерські локомотиви – 3801–3898, локомотиви резервом – 4101–4398, господарські поїзди – 5001–5998, екіпірувальники – 7901–7998, відбудовні поїзди – 8001–8048, пожежні поїзди – 8051–8098.

При цьому поїзди, які прямують в напрямку з півночі на південь або зі сходу на захід, позначаються непарними числами, а в протилежному напрямку – парними.

Система кодування станцій, роз'їздів, об'їзних, пасажирських зупинних та інших пунктів передбачає позначення їх відповідним номером (кодом), який складається з п'яти десяткових знаків (від 01000 до 99999) і додатково шостого захисного (контрольного) знака (від 0 до 9).

Мережа залізниць поділяється на **сітьові райони**. Кожній залізниці виділяється певна кількість сітьових районів. У кожний сітьовий район включена одна опорна станція і не більше 99 інших станцій, відкритих для вантажних операцій. Перше двозначне число коду позначає номер сітьового району, друге двозначне число – порядковий номер станції в даному сітьовому районі. Дві сусідні станції, відкриті для вантажних операцій, є базовими для нумерації роз'їздів, об'їзних, зупинних та інших пунктів,

номер яких позначаються п'ятим знаком коду від 1 до 8. Станції, відкриті для виконання вантажних операцій, а також перевалочні і прикордонні станції мають шестий знак коду 0 (нуль).

Таким чином, опорні станції сільських районів мають коди, які закінчуються (перед записним знаком) трьома нулями, а станції, відкриті для виконання вантажних операцій — одним-двома нулями. Наприклад, станція Дарниця Південно-Західної залізниці має код 32000 і записний знак 7 (320007), сусідня з нею станція Бровари, яка відкрита для вантажних операцій, — 32330 і записний знак 6 (323306), зупинні пункти між цими станціями мають коди: Дарниця-депо — 320011, ДВРЗ — 320026, Улиноса — 320030, Княжичі — 320045. На цій же ділянці наступна за станцією Бровари станція Бобрик, яка відкрита для вантажних операцій, має код 323401, а зупинні пункти між станціями Бровари і Бобрик мають коди: Квітневий — 323310, Парикова — 323325, Димерка — 323335, Жердові — 323344.

Чотири перші цифри коду станції називають єдиною сільовою розбіркою (ЄСР). В оперативній роботі її використовують як скорочений код, для захисту якого застосовують п'ятий записний знак. Таким чином записний (контрольний) знак в номері станції є шостим, в ЄСР — п'ятим, при цьому в обох кодах він є однаковим.

Система нумерації рухомого складу дозволяє восьмизначному номеру виконувати три функції:

- 1) інвентарного номера одиниці рухомого складу, що не повторюється на всій мережі залізниць (включаючи країни СНД);
- 2) кодового носія основної характеристики (рід, вісність, ряд технічних і експлуатаційних параметрів тощо);
- 3) кодового захисту від неправильного зчитування і написання номера.

Перша цифра характеризує вид (рід) рухомого складу: 0 — пасажирські вагони, 1 — локомотиви, колійні машини, крани та інші механізми на залізничному ході, 2–9 — вантажні вагони.

Наступні цифри містять різні закодовані дані про вагон, а за відсутності інформації використовуються для набору інвентарного номера.

Розшифрування кодів пасажирських і вантажних вагонів докладніше приводиться в розділі «Вагони і вагонне господарство».

Восьма цифра номера є контрольною. За допомогою її перевіряється правильність зчитування і написання номера вагона. Вона розраховується таким чином:

Номер вагона: 7 4 8 5 4 6 8 8

Множник: 2 1 2 1 2 1 2

Порядковий добуток: 14 4 16 5 8 6 16

Порядкова сума: $1 + 4 + 4 + 1 + 6 + 5 + 8 + 6 + 1 + 6 = 42$

Порядкова сума, яка визначається як сума цифр, округляється до повного десятка (тобто 50) і від нього віднімається (50–42) – ця шифра і буде контрольною (8).

У випадку, коли сума кратна десяти, контрольна шифра буде 0 (нуль).

Єдина тарифно-статистична номенклатура вантажів передбачає позначення кожного вантажу кодовим числом, яке складається з шести десятикових знаків: перші дві цифри – порядковий номер тарифної групи; третя цифра – номер позиції в групі; наступні дві цифри – номер вантажу в тарифній позиції; шоста цифра – контрольний (захисний) знак.

Код вантажів обов'язково проставляється в Перевізних документах при їх оформленні.

Єдина тарифно-статистична номенклатура вантажів (СТСНВ) приєднана в Тарифному керівництві №1 Для правильного визначення найменування вантажу і його коду, в Тарифному керівництві №1 передбачені Алфавітний список вантажів, Перелік розділів, кодів тарифних груп і позицій. Перелік вантажів за тарифними групами, позиціями і номерами вантажів, інші допоміжні таблиці.

Єдина система кодування об'єктів станцій, найменувань вантажовідправників, вантажоодержувачів і вантажів передбачає позначення кожного об'єкта станції кодовим числом, яке складається з 4-х десятикових знаків (від 0001 до 9999). Перші дві цифри коду 00 визначають відношення (належність) відправника чи одержувача вантажів до об'єкта станції. Третя цифра визначає вид операції: 0 – переадресування, 1 – розвантаження, 2 – сортування, 3 – розвантаження і сортування, 4 – перевалка на річковий транспорт у внутрішньому сполученні, 5 – перевалка на річковий транспорт у міжнародному сполученні, 6 – перевалка на морський транспорт у внутрішньому сполученні, 7 – перевалка на морський транспорт у міжнародному сполученні, 8 – перевантаження у вагони вузької колії. Четверта цифра коду визначає найменування об'єкта станції: 1 – вантажосортувальна площа, 2 – контейнерний пункт, 3 – пункт перевантаження і перевалки, 4 – пункт переадресування (розпилення) вагонів. Наприклад, код 0004 свідчить, що вантаж у вагоні направляється для переадресування (третя цифра 0) на пункт розпилення вагонів (четверта цифра 4); код 0022 – для сортування (третя цифра 2) на контейнерний пункт (четверта цифра 2).

Для визначення кодів вантажовідправників і вантажоодержувачів застосовується чотиризначне число від 1000 до 9900. Існує алфавітний список найменувань клієнтів, де за алфавітом перераховані найменування вантажовідправників і вантажоодержувачів. Їм призначені постійні коди від 1001 до 9900, а всім вантажовідправникам-приватним особам установлений єдиний код: 1000.

Порядок кодування викладений в Інструкції з кодування об'єктів станцій, найменувань вантажовідправників, вантажодержувачів і вантажів на залізницях. Згідно з цією Інструкцією, Управління залізничної направиє кожній станції списки кодів клієнтурії, які використовуються в торговельно-транспортних документах і бюро інформації. Кожний вантажовідправник має знати свій код і використати його в перенесенні документи.

Система кодування окремих відомостей про поїзди, вагони і вантажі необхідна, щоб знати їхні особливі дані, під яких залежить безпека руху поїздів і виконання маневрової роботи з вагнами, завантаженими небезпечними, негабаритними вантажами, а також вантажами на зчепках тягло.

Наприклад, код порядку списування складу поїзда позначається: 1 — з тілової поїзда, 2 — з хвостового вагона.

Належність вагона до маршрутної групи кодується однією цифрою — від 2 до 6: зчепам вагонів, розчеплення яких не допускається, призначаються коди 7 і 8; вагони неробочого парку кодуються цифрою 9.

Особливі умови перевезення і виконання маневрів з вагнами, завантаженими небезпечними вантажами і людьми, кодується єдиним цифровим знаком — від 1 до 8: 1 — вагон з людьми, 2 — з перевіркою при завантаженні щільного опалення, 3 — з шибуховими вантажами, 4 — з отруйними вантажами, 5 — із стисненими і скрапленими газами, 6 — з легкозаймистими речовинами, 7 — з іншими небезпечними вантажами, 8 — з легкогорючими вантажами.

1.8. Перспективи розвитку залізничного транспорту, запровадження новітніх технічних засобів, удосконалення технологічних процесів

Основні напрями розвитку залізничного транспорту України передбачають:

- докорінну реконструкцію та поновлення матеріально-технічної бази залізничного транспорту, запровадження високошвидкісного руху поїздів;
- удосконалення організації перевізного процесу, запровадження нових ефективних транспортних технологій;
- інтеграцію в європейську і світову транспортну систему;
- зростання середньої потужності верхньої будови колії, впровадження пружного скріплення, перехід до конструкції безстикової колії з довгими плитами та підвищення якості колійних робіт, що дозволить значно підвищити швидкість руху поїздів;

- модернізацію та упродовження новітніх типів рухомого складу більшої вантажності, швидкості і експлуатаційної надійності;
- продовження електрифікації залізничних ліній;
- комплексну механізацію і автоматизацію вантажно-розвантажувальних та інших трудомістких операцій;
- контейнеризацію вантажних перевезень;
- реструктуризацію і реформування системи управління;
- значне поліпшення сервісного обслуговування пасажирів;
- комп'ютеризацію і запровадження автоматизованих систем управління в організації руху зкоїв, вантажний і комерційний роботи, обслуговуванні пасажирів.

В майбутньому перед Україною постають завдання корінної технічної реконструкції залізничного транспорту і створення **високошвидкісних магістралей (ВШМ)**, які мають реалізувати інтеграційні процеси з країнами Європи і Азії, повністю задовольнити потреби населення і підприємств в перевезеннях, зменшити витрати енергії і ресурсів, підвищити конкурентну спроможність в єдиній транспортній системі.

Створення високошвидкісних магістралей потребує корінної перебудови рейкової колії, створення і запровадження рухомого складу нового покоління з конструктивною швидкістю до 300–350 км/год. Враховуючи, що наявний станом на 2002 рік парк локомотивів, електровозів та вагонів не дозволяє реалізувати швидкість вище 160 км/год, запровадження ВШМ на Україні можна здійснювати лише поетапно, звичайно, за умови успішного розвитку економіки та залучення відповідних інвестицій.

Українською розроблена концепція організації швидкісного і високошвидкісного руху пасажирських поїздів, якою передбачається поетапне підвищення швидкості руху на існуючих лініях до 200 км/год з подальшим спорудженням спеціальних високошвидкісних магістралей (ВШМ) європейського зразку. Намічаються три основні етапи підвищення швидкості руху пасажирських поїздів в інтервалах:

- 141–160 км/год — прискорені поїзди;
- 161–200 км/год — швидкісні поїзди;
- понад 200 км/год — високошвидкісні поїзди.

Для приведення в дію концепції розроблена «Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів», якою установлені вимоги до інфраструктури (колії, штучних споруд, контактної мережі, автоблокування тощо) та рухомого складу за сумішеного руху вантажних, пасажирських і швидкісних пасажирських поїздів зі швидкостями в інтервалах 141–160 та 161–200 км/год. Рейки мають бути типу Р65, нові, вищої категорії, зварені в безстихові платі довжиною в перегін або блок-ділянку,

а проміжне скріплення має бути типу КБ або з пружними елементами, а за швидкості 161-200 км/год — тільки з пружними елементами. Елюра залізобетонних шпал має бути 1840-2000 штук на 1 км. Склад швидкісних поїздів формується із суцільнометалевих пасажирських вагонів з терміном експлуатації не більше, ніж 12 років, на візках типу КВЗ-ЦНИИ та КВЗ-ЦНИИ-М для швидкості 141-160 км/год, а для швидкості 161-200 км/год — на візках спеціальної конструкції з дисковими та магніто-рейковими гальмами і противозовим пристроєм. Для обслуговування швидкісних пасажирських поїздів за швидкості 141-160 км/год виділяються спеціально підготовлені локомотиви: електровоз ЧС 7 (постійного струму), ЧС 8 (змінного струму), тепловоз ТЕП 70, а для більших швидкостей необхідні нові локомотиви.

Ізменшення максимальної швидкості руху на перших етапах до 160 км/год дозволить зменшити тривалість сполучення на пасажирських маршрутах до 3-5 годин і з'єднати денними прискореними пасажирськими поїздами майже всі обласні центри України (рис. 1.22), за винятком таких маршрутів, як Київ — Сімферополь, Львів — Донецьк та інших тривалістю понадки до 10 годин, для яких залгаються необхідними ічки поїзди-експреси.

За програмною реалізації концепції уже в 2002 році на першочерговому маршруті Київ — Полтава — Харків відпрацьовано комплекс установчих заходів і організовано курсування денних прискорених поїздів. Влітку 2003 року почав курсувати прискорений поїзд Київ-Дніпропетровськ.

Створення на Україні рухомого складу нового покоління, розрахованого на швидкість до 200 км/год, дозволить у майбутньому запровадити швидкісні поїзди.

Щодо спорудження високошвидкісних магістралей (ВШМ), на яких швидкість пасажирських поїздів перевищать 200 км/год, в Україні наші за участю зарубіжних фирм уже виконувались необхідні дослідження і розробки.

На даному етапі пріоритетним завданням залізниць України є також інтеграція в Європейську транспортну систему і посилення розвитку з цієї метою національної частини мережі міжнародних транспортних коридорів (МТК) для концентрації в них основних обсягів міжнародних перевезень з найкращими експлуатаційними та економічними показниками.

З дев'яти пріоритетних МТК, визначених Другою Пан-Європейською конференцією, що проходила в 1994 р. на о. Крит, три коридори проходять територією України:

№3 — Берлін / Дрезден — Катівце — Львів — Красне — Тернопіль — Жмеринка — Колятин — Київ;

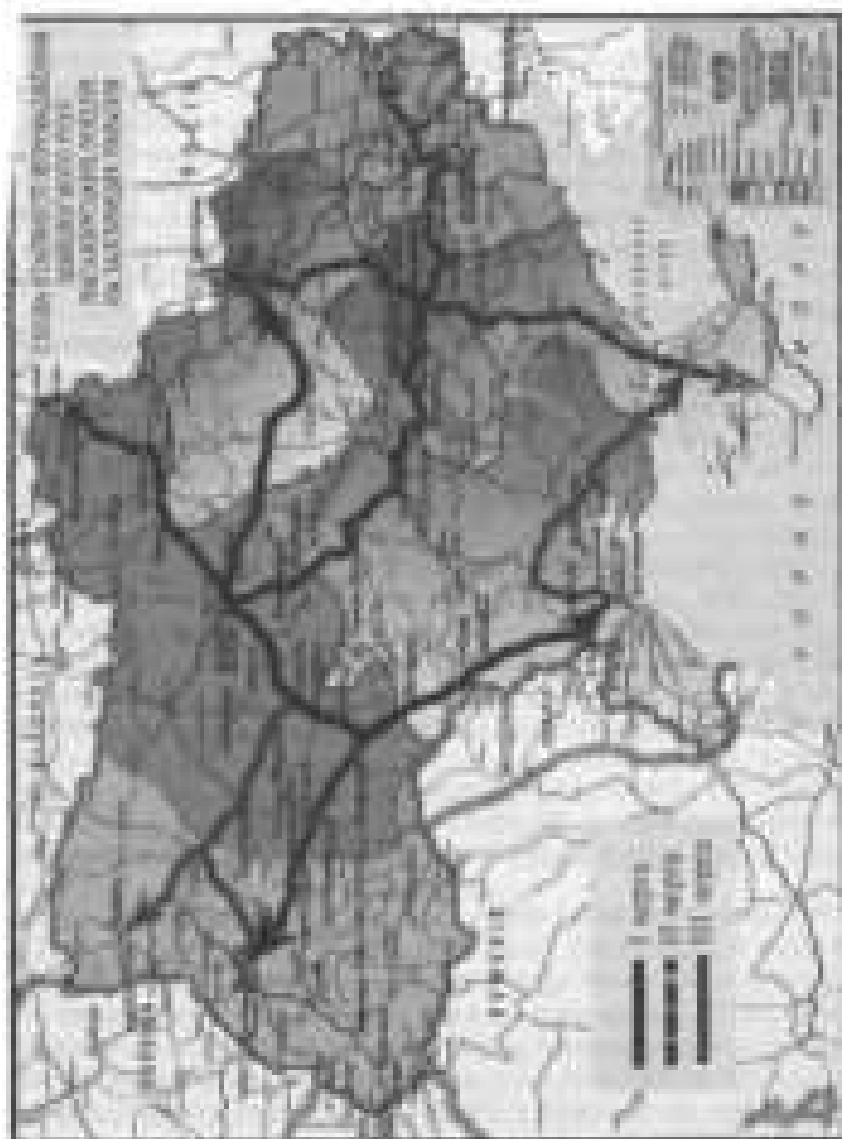


Рис. 1.27. Република Башкортостан: административные районы (по плотности населения)

№5 Трієст - Любляна - Загреб - Будапешт - Чоп - Львів;

№9 - Александрополь - Пловдив - Бухарест - Кишинев - Кучурган - Родільна - Жмеринка - Київ - Ніжин - Черніїв - Горностаївка - Жлобін - Вітебськ - Санкт-Петербург - Гельсінкі;

з відгалуженнями.

9а - Родільна - Одеса, далі морем в Ізмаїл, та перспективною лінією через Рені в Румунію;

9с - Ніжин - Хутір-Михайлівський - Зернове - Москва.

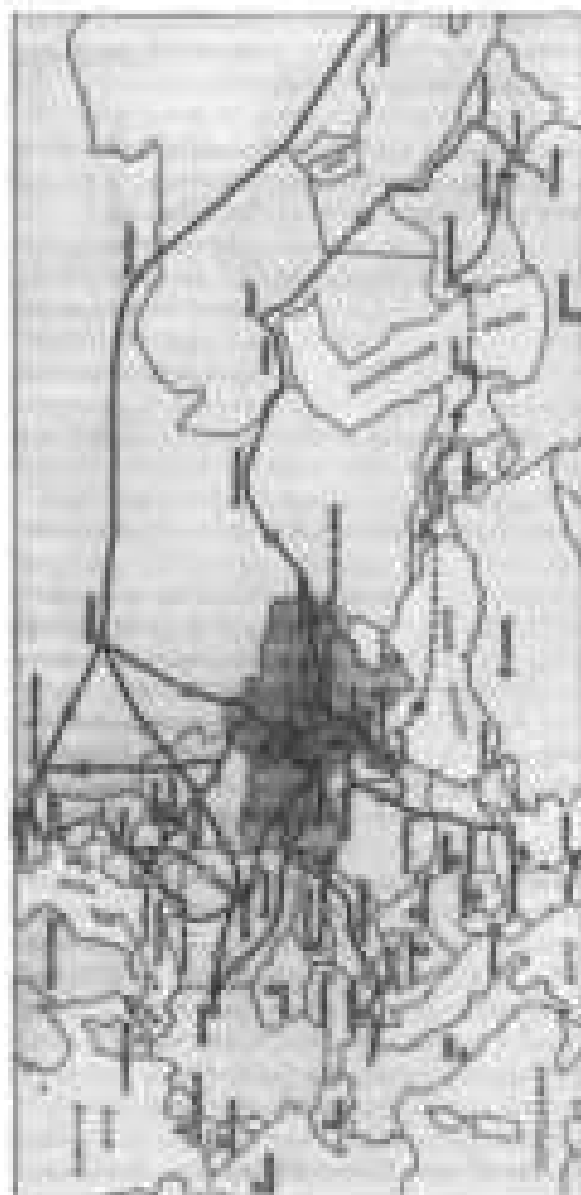
Через українські порти Ізмаїл і Рені здійснюється взаємодія залізничного транспорту з водним коридором №7 по Дунаю.

З метою забезпечення мінімальної відстані перевезень з Європи у Закавказзя і Центральну Азію, з Польщі, Скандинавії і Балтії у порти Чорного моря та країни Близького Сходу, між Україною та Польщею узгоджено створення додаткового коридору «Балтійське море (Гданськ) - Чорне море (Одеса)».

Вважається за доцільне організувати також коридор «Європа - Азія» з відгалуженням коридору №3 від Фастова за маршрутом Миропілля - Знам'янка - Дніпропетровськ - Донецьк - Красна Могила, далі через Волгоград, Астрахань, Макаї, Бейнеу до Туркменістану та Ірану, що скоротить відстань перевезення вантажів з Європи на 700-1300 км порівняно з північним напрямком - коридором №2, який проходить в Росії.

Значний економічний ефект очікується від організації паромного сполучення Україна - Грузія з використанням залізнично-паромних комплексів у Іллічівську, Потії і Батумі. Разом з діючою переправою Баку (Азербайджан) і Туркменбаші (Туркменістан), створиться коридор ТРАСЕКА (Європа - Кавказ - Азія) - найкоротший шлях у країни Закавказзя й Середньої Азії.

Переважає більшість залізничних ліній України, що входять до складу МТК (рис. 1 23), - двоколіїні, технічно оснащені, мають резерв пропускної спроможності, але далеко поступаються європейським залізницям за такими показниками, як швидкість руху та маршрутна швидкість перевезень. Тому стратегічним завданням вважається концентрація фінансових і матеріальних ресурсів на цих магістральних напрямках з метою покращення їх технічного стану і першочергової корінної реконструкції. На вказаних напрямках проводиться електрифікація окремих ділянок, реабілітація колійної структури, відновлюється та модернізується пасажирське господарство, переобладнуються вокзали, перони, будуються нові поліпшеної якості посадочні платформи (наприклад, Київський, Чернігівський та інші вокзали), розгорнуто роботи з розвитку мережі передачі інформації на базі сучасних засобів та новітніх технологій.


Fig. 1. Distribution of *Scilla maritima* L. in the Krasnodar Krai region.

Україною взято курс на створення власної потужної бази залізничного транспорту. Об'єднання «Дніпропетровський електровозобудівний завод» вже випускає вітчизняні електровози ДЕ1, підготовлені до серійного випуску електровози змінного струму ДСЗ у вантажному і пасажирському варіанті, які не мають аналогів у СНД. Об'єднанням «Луганський тепловозобудівний завод» крім тепловозів випускаються дизель-поїзди та електропоїзди змінного і постійного струму. На Дніпропетровському, Криворізькому, Дарницькому та інших вагоноремонтних заводах запроваджені і реалізуються технології капітально-відновлювального ремонту пасажирських вагонів. Акціонерним товариством «Крюківський вагонобудівний завод» передбачається випуск нових типів пасажирських і вантажних вагонів.

Майбутнє залізничного транспорту України пов'язане з його докорінною реструктуризацією.

Реструктуризація — це організаційно-економічні, правові і технічні заходи, спрямовані на зміну структури підприємств, їх управління, форми власності, організаційно-правових форм, які здатні привести до фінансовою оздоровлення, збільшення обсягу і підвищення ефективності виробництва.

Нові економічні умови настійно вимагають проведення невідкладних економічних і структурних реформ. З цією метою розроблена і запроваджена Програма реструктуризації, першочерговим завданням якої передбачено реформування системи управління, спрямована на найважливіший кінцевий результат: істотне зменшення собівартості перевезень і підвищення продуктивності праці.

Перший (перехідний) етап реструктуризації має змінити організаційно-правовий статус та функції Українських залізниць. Залізничні отримують статус державного підприємства залізничного транспорту загального користування, а підпорядковані їм підприємства стають відокремленими структурними підрозділами. Із складу суб'єктів господарювання цієї залізничної монополії можливо вийдуть торговля, робітниче забезпечення, навчальні заклади, установи охорони здоров'я, житловий фонд, а також метрополітени. Одночасно будуть формуватись окремі системи управління вантажними і пасажирськими перевезеннями.

Другий етап намічає повне розділення функцій управління інфраструктурою і рухомим складом, а також управління вантажними і пасажирськими перевезеннями в міжнародному, дальньому і приміському сполученнях, яке повністю унеможливить перехресне субсидування пасажирських перевезень за рахунок вантажних та визначить обсяг необхідних державних дотацій, наприклад, для приміських перевезень.

Комплексне транспортне обслуговування вантажних перевезень передбачає створення максимальних зручностей для клієнтів з мінімальними витратами часу на оформлення заявлених до перевезень вантажів. З цією метою будуть створюватися спеціальні автоматизовані робочі місця (АРМ) для товарних касирів та інших комерційних працівників.

Значна увага в майбутньому буде приділятися розвитку комбінованих (контейнерних і контейнерних) залізнично-автомобільних і залізнично-водних перевезень, використовуючи переваги цих видів транспорту. В Україні розроблений і будується спеціальний рухомий склад, проведені дослідні рейси контейнерних і контейнерних поїздів у міжнародному сполученні. Збільшується частота їх курсування й обсяги перевезень.

В напрямках МТК уже курсують контейнерні і контейнерні поїзди такими маршрутами: Одеса – Жмеринка – Тернопіль – Львів – Мостиска 2 – Гданськ (поїзд «Балтика»), Будапешт – Батєво – Львів – Здобувів – Козятин – Київ – Конотоп – Зернове – Москва («Чардаш»). Одеса – Жмеринка – Козятин – Коростень – Бережесь – Клайпеда («Вікінг»), Одеса – Жмеринка – Козятин – Київ – Конотоп – Зернове – Москва («Одеса»), а також в напрямках Миколаїв – Знамянка – Миронівка – Київ – Конотоп – Зернове – Москва; Миколаїв – Апостолове – Запоріжжя – Чаплине – Ясинувата – Квашине, а далі через Росію в Середню Азію; Маріуполь – Красноармійськ – Знамянка – Миронівка – Київ та іншими перспективними маршрутами.

Вивчається можливість організації контейнерної лінії за маршрутом з портів Італії і Туреччини через Іллічівськ (Україна) в країни Середньої Азії, а також перевезення швидкозастудних вантажів у рефрижераторних контейнерах з обслуговуванням попутно на терміналах Гамбург (Німеччина), Ізов (Польща) і Ліска (Україна).

Контейнерні поїзди також з'єднують між собою великі промислові і адміністративні центри України: Київ, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Львів та інші.

Контрольні питання до розділу 1

1. В чому проявляються роль і особливі властивості транспорту як галузі матеріального виробництва?
2. Які види транспорту складають єдину транспортну систему, їх характерні особливості?
3. Коли були засновані перші залізничні в Англії і Росії, прокладені перші залізничні лінії в Україні?
4. Які революційні зміни в технічному стані залізниць відбулись в 30–40 і 60–70 роки минулого століття?
5. Коли була створена Укрзалізниця і як далі відбувався розвиток управлінської структури і техніко-експлуатаційної бази залізниць України?
6. Коротко охарактеризувати сучасний технічний і технологічний рівень залізниць країн Західної Європи, США і Японії.
7. Дати визначення перевізного процесу і його основних елементів.
8. Перерахувати і дати визначення основних показників експлуатаційної діяльності залізниць.
9. За якими принципами будується структура управління на залізничному транспорті, в чому ці принципи проявляються?
10. Охарактеризувати структуру і основні завдання керівного апарату Укрзалізниці.
11. Перерахувати залізниці України і охарактеризувати структуру управління залізниць.
12. Які нормативно-правові документи регламентують роботу залізниць?
13. Дати визначення основних габаритів на залізничному транспорті.
14. В чому полягає єдина система цифрового кодування на залізницях, зокрема системи кодування нумерації поїздів, кодування станцій і об'єктів на станції?
15. Що собою являє система нумерації рухомого складу, як розраховується кодовий захист?
16. Які основні напрямки розвитку залізничного транспорту в майбутньому?
17. Як буде запроваджуватись в Україні швидкісний і вископлатісний рух пасажирських поїздів?
18. Які міжнародні транспортні коридори проходять в Україні?
19. Якими шляхами буде поновлюватись матеріально-технічна база залізниць України?
20. В чому полягають завдання і заходи реструктуризації залізничного транспорту України?
21. Які міжнародні поїзди комбінованого транспорту курсують залізницями України і які перспективи розвитку цих перевезень в Україні?

Розділ 2

Колія і колійне господарство

2.1. Колії і міжколлія

2.1.1. Поняття про залізничну колію

Залізнична колія — складна інженерна споруда. Складається вона з трьох основних частин: земляного полотна, штучних споруд і верхньої будови.

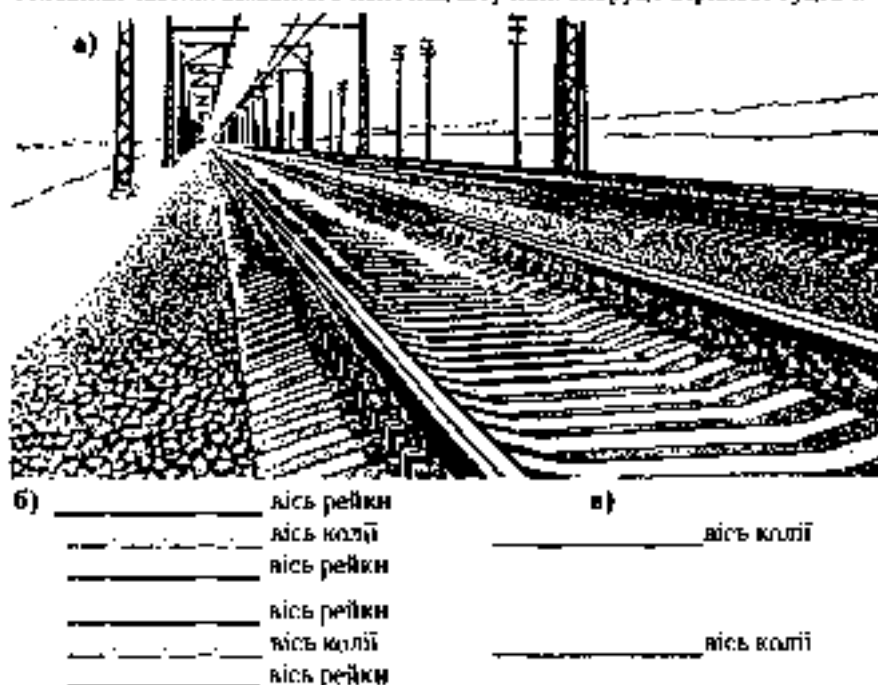


Рис. 2.1. Зовнішній вигляд залізничної колії (а).
Зображення колії в плані: в «пятиках» (б), в осей (п)

В плані колії можуть зображуватись у вигляді двох паралельних ліній, які відповідають поздовжнім осям рейок, а також однією лінією, яка відповідає уявній лінії, що проходить посередині між рейками і називається віссю колії. Зображення колії в «пятиках» застосовується рідко, переважно в технічних великомасштабних кресленнях, зображення в осях — частіше: на картах, масштабних і немасштабних схемах, в будівельній проектній документації.

Взаємне розміщення колій з іншими коліями, спорудами, будівлями і пристроями визначається габаритами наближених споруд і рухомого складу, які розглянуті в попередньому розділі. Так, відстань від осі колії в габариті С на висоті від рівня головок рейок до 200 мм використовується для влаштування низьких пасажирських платформ висотою 150–200 мм, в межах висоти від 200 до 1100 мм — для влаштування низьких пасажирських платформ висотою до 1100 мм і в межах висоти від 1100 до 4300 мм визначає місце устанавлення світлофорів, опор контактної мережі тощо.

2.1.2. Поняття про міжколійя

Простір між осями двох суміжних колій називається **міжколій'ям**.

Шириня міжколій'я визначається габаритами і умовами одночасного безперешкодного проходження поїзів по суміжних коліях, розміщення між коліями необхідних технічних споруд, пристроїв, матеріалів та інструментів, а також безпеки людей, які там працюють.

Мінімальні відстані між осями колій на прямих ділянках, як того вимагає ПТЕ, мають бути:

- на двоколійних перегонах — 4100 мм;
- на багатоколійних (3 і 4 колії) перегонах між осями другої і третьої колій — 5000 мм, між крайніми — 4100 мм;
- на приймальних-випускних коліях станцій — 4800 мм; якщо головні колії станції є крайніми, то відстань між ними допускається 4100 мм;
- на дуплексних коліях (вантажних раїну, дено тощо) — 4500 мм;
- на перевантажувальних коліях — 3600 мм.

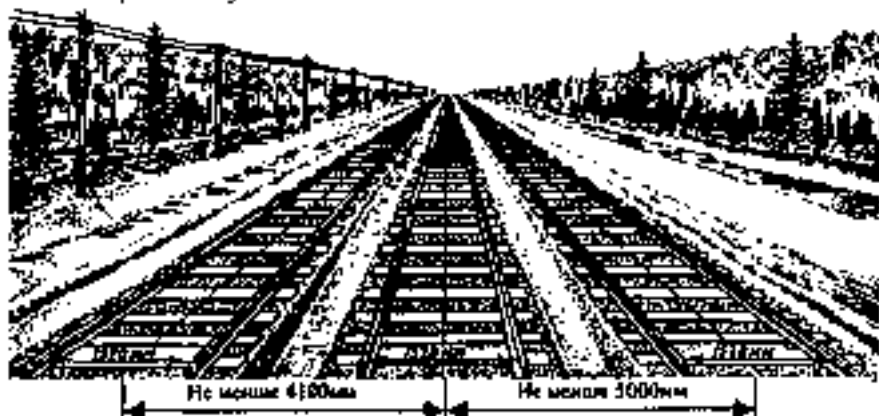


Рис. 2.2. Відстані між осями колій на перегоні

Якщо між коліями влаштовується якась споруда, то відстань між осями колій має бути рівною:

$$e = b_1 + 2 \times b_2 : \text{мм}, \quad (2.1)$$

де b_1 — ширина споруди;

b_2 — відстань, яка передбачається габаритом наближення споруд.

Міжколійя на кривих ділянках поширюються в залежності від радіусу кривої. Щодо умов проходження габаритних вантажів міжколійя характеризуються 4-ма класами габаритної прохідності: 1 клас — це лінії з міжколійям від 4900 до 4800 мм; 2 клас — від 4800 до 4500 мм; 3 клас — від 4500 до 4100 мм; 4 клас — від 4100 до 3900 мм.

2.2 Траса, план та профіль колії

2.2.1. План місцевості в горизонталях

Земля має сферичну поверхню, але окремі невеликі її ділянки, наприклад, квадрати 20×20 м, практично можна вважати за площину і зображувати в одному масштабі. Таке зображення називають **планом місцевості**. Практикується складання планів місцевості квадратами більшими ніж 20×20 м з урахуванням помилок від викривлення поверхні землі.

Рельєф місцевості на плані зображують особливими лініями — **горизонталями**. **Горизонталі** — це контури фігур уявного перетину земної поверхні рівневими поверхнями, які знаходяться одна від одної на однаковій висоті (1, 5, 10 м) і називаються **рівнями**. Рахунок починається від першого рівня, ним може бути будь-яка рівнева поверхня.

Відстань до певної помітної чи уявної точки від першого рівня називають **висотою точки**. Вона може бути умовною або абсолютною. **Умовна або відносна висота** — це вертикальна відстань до точки над певної рівневої поверхні, прийнятої за початок відліку висот: умовного горизонту, індивідуальну споруду, майдакчик тощо, зафіксованих спеціальними знаками — **реперами**. **Абсолютна висота** — це вертикальна відстань до певної точки від основної рівневої поверхні, якою вважається середній рівень Балтійського моря, відмічений горизонтальною лінією на спеціальній пластині споруди Кронштадтського футштока. Якщо на рис. 2.3 за початок відліку прийняти рівневу поверхню, яка проходить через точку А, то умовна висота точки А дорівнює нулю і точок В, С, D — відповідно відстаням Bh' , Cc' , Dd' , абсолютна висота для усіх названих точок

дорівнює відповідно Aa, Bb, Cc, Dd. Висота точки відносно рівневої поверхні іншої точки називається **перевисанням** цієї точки (h).

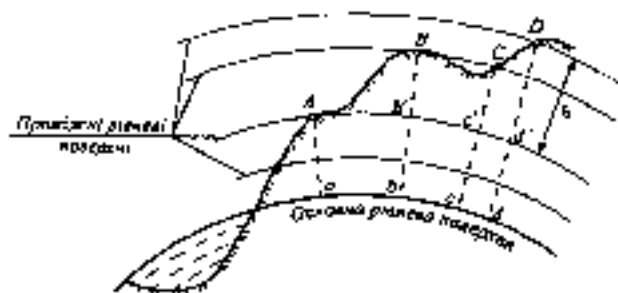


Рис. 2.3. Абсолютні і умовні висоти точки

План місцевості в горизонталях дозволяє вибрати в різних варіантах раціональне прокладення залізничної лінії, запроектувати станції, переходи через річки, приблизно визначити обсяг будівельних робіт.

2.2.2. Основні поняття про геодезичні роботи

Перед проектуванням і будівництвом залізниці геодезистами виконуються вимірювання, складається план місцевості, проводяться необхідні розрахунки.

Плани місцевості виконують шляхом геодезичних зйомок, які являють собою сукупність горизонтальних і вертикальних вимірювань відстаней і кутів. Залежно від заданої точності і способу вимірювань, існують такі традиційні види зйомок: **окопні** (спрощена зйомка з невисокою точністю), **бусольна** (за допомогою бусолі для побудови контурного плану), **теодолітна** (за допомогою кутомірного оптичного приладу — **теодоліта** і сталеної мірної стрічки чи оптичного віддалеміра — для побудови ситуаційного плану), **тахеометрична** (за допомогою **теодоліта**, нівеліра з нівеліризмами рейками та мірної стрічки, або за допомогою **теодоліта-тахеометра**, який вимірює вертикальні і горизонтальні кути та відстані, — для побудови великомасштабних топографічних карт при будівництві різних інженерних споруд). Щоб увести в систему координат вимірювані абсолютні висоти, необхідно «прив'язатися» до точки, абсолютна висота якої відома. Для цього в Україні створена **державна геодезична мережа** — сукупність опорних пунктів рівномірно розподілених на території, для яких визначені координати і абсолютні висоти. На рис. 2.4 показаний «дідівський» спосіб

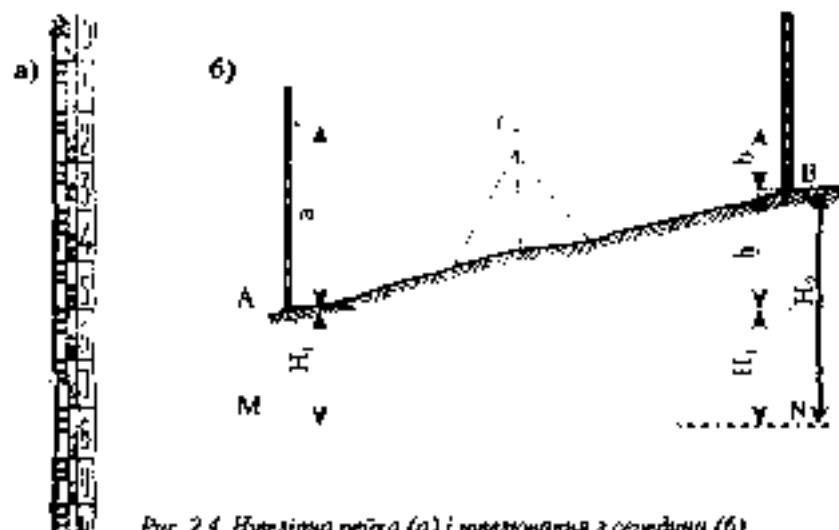


Рис. 2.4. Нівелірна рейка (а) і навіювання з середини (б)

прив'язки висоти за допомогою простого нівеліра та нівелірних рейок. **Нівелір** — це оптичний прилад, який фіксує точки по колу на одному рівні.

Щоб визначити перевищення точки В відносно точки А нівелірні рейки ставлять в цих точках вертикально, нульовою поділкою доткнути, а нівелір десь посередині відстані між ними. Зорова труба зосереджується горизонтально, після чого поворотом труби визначаються поділки на рейках, різниця яких є перевищення точки В над точкою А.

Перевищення точки В над точкою А за допомогою нівеліра визначиться:

$$h = a - b, \text{ мм.} \quad (2.2)$$

Якщо лінія MN є рівнем Балтійського моря, і відома величина H_1 — абсолютна висота точки А, то абсолютна висота точки В визначиться так:

$$H_2 = H_1 + h, \text{ мм.} \quad (2.3)$$

Останнім часом все ширше застосовуються **електронні тахеометри**, що складаються з колірного теодоліта, електронного віддалеміра і обчислювального обладнання, а також **фототеодоліти** для наземних зйомок і **аерофотоапарати**, які встановлюються на літаках, гелікоптерах та космічних апаратах.

Майбутнє за супутниковим **радіолазерним** методами геодезичних вимірювань, які за продуктивністю у сотні разів перевищують традиційні, а за точністю не поступаються їм.

Існують дві системи супутникових радіонавігаційних зйомок: GPS (Global Position System) - глобальна система визначення місцезнаходження, яка пропонується США; і ГЛОНАСС - глобальна навігаційна супутникова система, яка розроблялась в СРСР, використовується і підтримується Росією. Супутники системи ГЛОНАСС розташовані у трьох орбітальних площинах, причому на кожній орбіті обертається 8 супутників, у системі GPS прийнято 6 орбітальних площин по 4 супутника в кожній.

В основі цих систем знаходиться принцип незалежної навігації, який передбачає вимірювання апаратурою користувача відстаней D_i між користувачем і чотирма супутниками (рис. 2.5, а). На підставі визначених координат супутників можна розрахувати координати антени приймача.

Геодезичний приймач (рис. 2.5, б) складається з антени (сенсора), блоку управління (контролера), акумуляторної батареї, штатива та з'єднувальних кабелів. Сенсор - це приймач радіовипромінювання, може одночасно відслідковувати сигнали 6-12 супутників на одній або двох частотах. Контролер - це мікропроцесор, який виконує три функції: управляє роботою сенсора, вибирає режим спостереження, реєструє сигнали із супутників. Результати вимірювань наносяться на жорстку карту (модуль пам'яті), які потім записують на ПЕОМ, а ті обробляє і обчислює дані за спеціальною програмою.

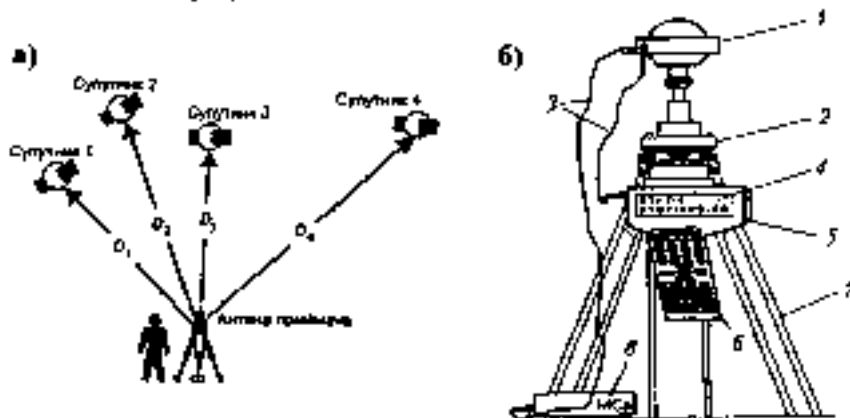


Рис. 2.5. Визначення координат точки за допомогою супутникових навігаційних систем: а - принцип визначення місцезнаходження у супутникових навігаційних системах; б - зовнішній вигляд геодезичного приймача:

- 1 - сенсор; 2 - відстань; 3 - з'єднувальні кабелі; 4 - дисплей;
5 - контролер; 6 - клавіатура; 7 - штатив; 8 - акумуляторна батарея.

Геодезичні роботи при проектуванні залізничні полягають в розбиранні траси на пікети. За допомогою теодоліта визначають кути повороту траси,

світлолінійними мірними відстані між вершинами кутів з прив'язкою траси до пунктів державної геодезичної мережі. Уздовж траси виконують тахеометричну зйомку смуги місцевості.

Геодезичні роботи при будівництві полягають в контрольній перевірці траси та її розбивки, в детальній розбивці земляного полотна і верхньої будови колій, центрів стрічкових перевозів тощо. При будівництві використовують лазерні візирі, нивеліри, теодоліти та інші інструменти.

2.2.3. Категорії ліній

Умови проектування залізничної лінії визначаються її категорією. Категорію лінії визначають прогнозовані вантажнапруженість (брутто) і швидкість руху поїздів.

Установлено 8 категорій: швидкісна та перша — сьома категорії. Класифікація категорій залізничних колій приведена в таблиці 2.1.

Вантажнапруженість може бути нетто і брутто. Визначається за формулами, далі для яких беруть з прогнозних оцінок.

Вантажнапруженість нетто:

$$Q = \frac{\sum Q_i \times L_i}{L_{\text{кр}}} \sum P_i^{\text{кр}}; \text{ млн. т} \times \text{км} / \text{км за рік}, \quad (2.4)$$

де $\sum Q_i \times L_i$ — сума добутків маси різних груп вантажів Q_i , що мають перевозитись в одному напрямку на відповідну кожній групі вантажів середню дальність перевезення L_i , т $\times$ км.

$L_{\text{кр}}$ — загальна експлуатаційна довжина залізничної лінії, км.

Вантажнапруженість брутто:

$$Q_{\text{бр}} = \frac{\sum(Q_i + P_i^{\text{кр}}) \times L_i}{L_{\text{кр}}} \sum P_i^{\text{кр}}; \text{ млн. т} \times \text{км брутто} / \text{км за рік}; \quad (2.5)$$

де Q_i — маса вантажів однієї із груп, що має перевозитись за рік в одному напрямку, т;

$P_i^{\text{кр}}$ — тара вагонів, в яких перевозяться дані вантажі, т;

L_i — середня дальність перевезення вантажів однієї групи, км;

$\sum P_i^{\text{кр}}$ — загальна маса локомотивів, які проходили на лінії за рік, т;

$L_{\text{кр}}$ — довжина однієї із головних колій проектноі залізничної лінії, км.

При визначенні категорії діючої лінії також керуються таблицею 2.1. Величина вантажнапруженості приймається середньою за останні 3 роки за звітними даними, але не менш досягнутої за останній рік.

Таблиця 2.1.
Категорії залізничних ліній

Категорія залізничних ліній	Приміщення залізничних ліній	Розрахункова річна пропускна здатність опору, вагонів і вагонів у складі вагонів, вагонів і вагонів у складі вагонів, вагонів і вагонів у складі вагонів
I	2	3
III	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: - пасажирських поїздів — 200; - вантажних поїздів та рефрижераторних — 140; - вантажних — 120	-
I	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: - пасажирських поїздів — 160; - пасажирських — 140; - вантажних лінійських та рефрижераторних — 140; - вантажних — 120	50 та більше
II	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: - пасажирських поїздів — 160; - пасажирських — 140; - вантажних лінійських та рефрижераторних — 140; - вантажних — 120	від 30 до 50
III	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: - пасажирських — 140; - вантажних поїздів та рефрижераторних — 140; - вантажних — 120	від 20 до 30
IV	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: - пасажирських — 140; - вантажних поїздів та рефрижераторних — 140; - вантажних — 120	від 10 до 20

Примірні норми табл. 2.1

I	2	3
У	Залізничні магістральні лінії для руху поїздів зі швидкостями км/год: — пасажирських — 120; — вантажних — 100	від 3 до 10
УЕ	Залізничні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: — пасажирських — 81+120; — вантажних — 61+80	до 3
УІІ	Залізничні лінії для руху поїздів із швидкостями км/год: — пасажирських — до 80 (включно); — вантажних — до 60 (включно)	до 3
	Внутрішньостанційні і дільничні** та під'їзні колії	Немає жодного від вантажонапруженості

* При розрахунках позначеного профілю нових ліній (випадки неперевантажених, загарає розрахунок), а також для розрахуноків етапності кінцевих робіт з їх утримання до розрахуноків вантажонапруженості потягу слід додати масу вагонів та локомотива

** До внутрішніх станційних і дільничних колій належать колії, що ведуть до найближчих терміналів, вантажних дворів, баз, сараїв, тавальних платформ, пунктів сполучення, приміщень та декартифікації вагонів, пунктів ремонту рухомого складу та виконання інших технічних робітних операцій.

Примітки:

1. Приміщення вантажонапруженості, розміщені з урахуванням кількості перевантажених і приміщених поїздів та маси їх вантажів.
2. Під'їзні та внутрішньостанційні і кінцеві колії проектувати за нормами УІІ категорії. У випадках, коли міжстанційні вантажні руху поїзди мають середню швидкість 80 км/год і більше, проектувати за нормами залізничної лінії УІ категорії.

У відповідності з категоріями ліній устальовують конструкцію верхньої будови колії, умови експлуатації.

Довжина колій може бути будівельною, експлуатаційною і розгортуютою.

Будівельна довжина колії — довжина споруджуваного земляного полотна від початкового пункту до кінцевого.

Експлуатаційна довжина головних колій — сума відстаней між осями роздільних пунктів незалежно від кількості колій, які розміщуються на земляному полотні.

Розгорнута довжина колій — сума довжин всіх головних колій на лінії.

2.2.4. Уявлення про трасу і план лінії

Траса — це лінія, яка визначає положення поздовжньої осі залізничної колії в просторі.

Вертикальний розріз уздовж траси, розгорнутий в одній площині, називається **поздовжнім профілем**, а проєкція траси на горизонтальну площину — **планом лінії**.

Процес проєктування траси називають **трасуванням**.

Трасування має бути таким, щоб у плані, де це можливо, лінія була прямою і найкоротшою, а профіль мав пологі спуски та підйоми.

Трасування буває вільною ходю (в сприятливих умовах), коли траса прокладається примілінійно і напруженою ходю (в гірських або густонаселених районах), коли траса часто відхиляється від основного напрямку (рис 2.6).

План залізничної лінії — це лінія, складена із прямолінійних та криволінійних відрізків (рис. 2.7, а), а **поздовжній профіль** — позначення горизонтальних площадок, спусків та підйомів (рис. 2.7. б)

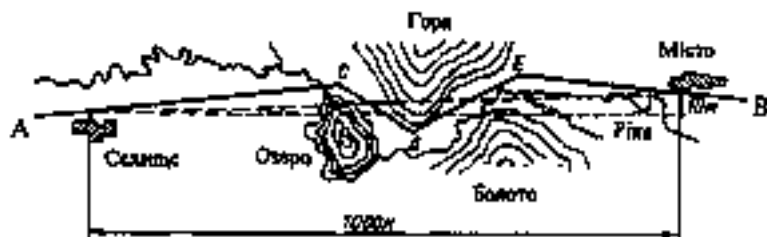


Рис. 2.6. Проєктування траси залізничної лінії з обходом перешкод

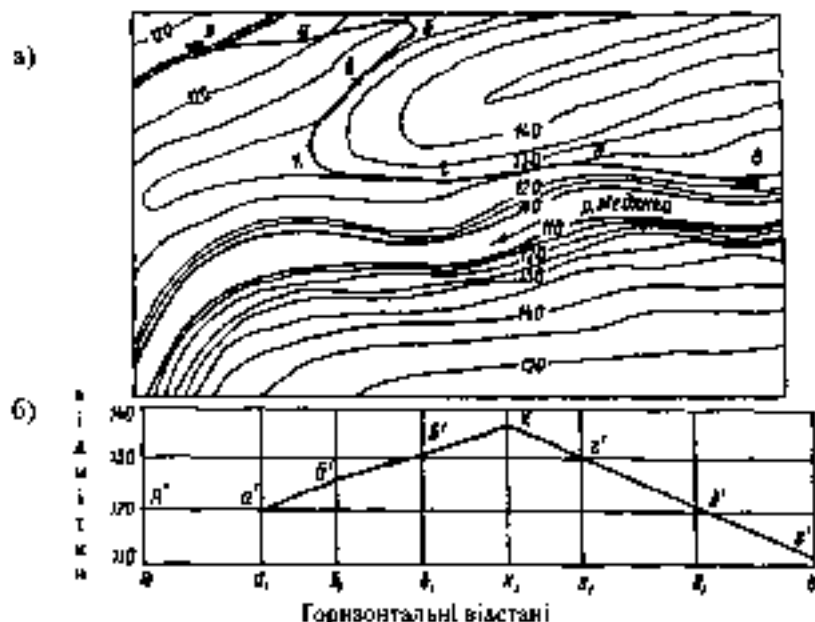


Рис. 2.7 Прокладання траси на місцевості в заданому напрямку АВ:
 а — план місцевості в горизонталях;
 б — профіль місцевості уздовж лінії АВ

2.3. Основні елементи плану та поздовжнього профілю колії

2.3.1. Сполучення прямих і кривих відрізків колії

Криві відрізки колії складаються із кругових і перехідних кривих.

Кругова крива — це ділянка колії з певним постійним радіусом.

Перехідна крива — це крива ділянка колії зі змінним радіусом, вона призначена для плавного сполучення прямого відрізка колії з круговою кривою. На цій кривій поступово зростає або зникає відцентрова сила відповідно до того, як змінюється радіус: від нескінченності до радіуса кругової кривої або навпаки.

Геометричні елементи кругової кривої:

- кут повороту ϕ (зовнішній кут між початковим і відхиленим напрямками; дорівнює центральному куту, вершина якого знаходиться в центрі кола);

- точки припинення кривої до прямої колії, які називаються початком і кінцем кругової кривої;
 - радіус R кругової кривої;
 - тангенс кривої T — відстань від початку або кінця кривої до вершини кута повороту;
 - бісектриса b — лінія, яка ділить центральний кут на дві рівні частини;
 - довжина кривої K — відстань між початком і кінцем кривої по ходу кола.
- Геометричні елементи кругової кривої показані на рис. 2.8 і 2.9.

Перехідні криві показані на рис. 2.9. Точки ППК позначають початок перехідної кривої, а точки КПК — кінець перехідної кривої. Разом з тими ж точками КПК обмежують кругову криву.

Криві малого радіуса вимагають зменшення швидкості руху через непогашені бокові прискорення в кривих та значний опір руху і визнають інтенсивного бокового зносу рейок.

Для плавного вписування рухомого складу в круговій кривій, особливо за великих швидкостей, ці криві сполучаються з прямими ділянками колії за допомогою перехідних кривих, а між суміжними кривими влаштовують **прямі вставки** довжиною від 30 до 150 м в залежності від катеторії лінії і місцевих умов.

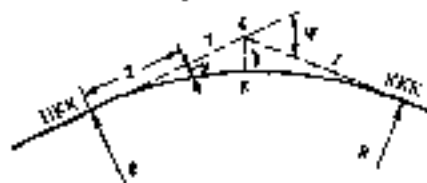


Рис. 2.8. Елементи кругової кривої

R — радіус кругової кривої, м;
 φ — кут повороту, град.
 T — тангенс кривої, м.
 b — бісектриса, м.
 K — довжина кривої, м.
 ППК — початок кругової кривої;
 КПК — кінець кругової кривої;
 x — відстань від початку або кінця кривої до певної проміжної точки на кривій, м;
 y — ордината певної проміжної точки, м.

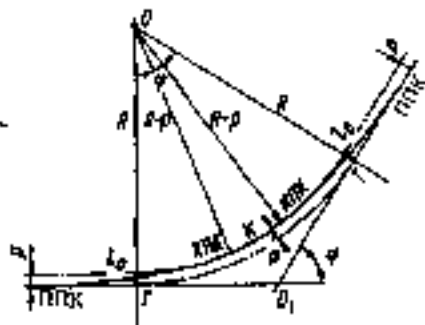


Рис. 2.9. Сполучення прямої лінії за допомогою кругової і перехідних кривих

R — радіус кругової кривої, м;
 φ — кут повороту, град.
 T — тангенс кривої, м;
 L_0 — довжина перехідної кривої, м;
 K — довжина кругової кривої;
 r — величина зчеплення кругової кривої, м.
 ППК — початок перехідної кривої;
 КПК — кінець перехідної кривої.

Довжина перехідної кривої має бути не меншою за величини, зазначені в таблиці 2.2 залежно від радіуса круглої кривої.

Таблиця 2.2.
Мінімальні довжини перехідних кривих

Радіус круглої кривої, м	Мінімально довжина перехідної кривої, м
1	2
3000–1500	30
1499–1000	40
999–710	50
709 і менше	60

При сполученні прямої ділянки із кривою, якщо радіус кривої дорівнює або більше 3000 м, перехідна крива не є обов'язковою.

На всіх кривих ділянках колії повинні встановлюватись постійні знаки (репери), що позначають початок круглої кривої (ПКК) і кінець круглої кривої (ККК). Початок і кінець кожної перехідної кривої позначаються вертикальною смугою (шириною 8–10 мм), нанесеною білою фарбою на шийці рейки із внутрішнього боку зовнішньої нитки і написами ППК і КПК.

2.3.2. Паралельне зміщення колії

Якщо необхідно розширити чи звужити відстань між суміжними коліями, то одну із колій зміщують на певну ширину шляхом влаштування двох зворотних (протилежних) кругових кривих з однаковими радіусами. Криві можуть безпосередньо з'єднуватись між собою або через прямі вставки.

Паралельне зміщення головних колій виконується обов'язково з перехідними кривими.

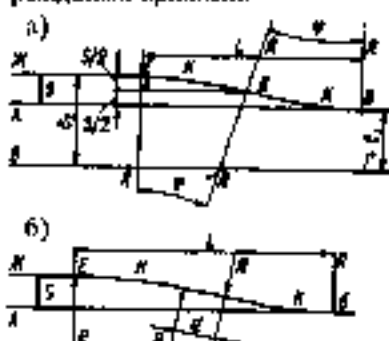


Рис. 2.10. Розширення міжколій e_1 до величини e_2 :

- α — влаштуванням двох зворотних кругових кривих радіусом R з рівними кутами повороту;
- δ — те саме, але з роздільною прямою вставкою d ;
- S — підстава розширення міжколій, м;
- e_1, e_2 — ширина міжколій до і після розширення;
- R — радіус круглої кривої, м;
- φ — кут повороту, град;
- K — довжина круглої кривої, м;
- L — довжина перехідної ділянки колії, м;
- d — довжина прямої вставки.

2.3.3. Поняття про ухил та крутість ухилу

Спуски і підйоми називають **ухилами**.

Крутість ухилу — це відношення висоти ухилу до довжини відрізка колії, на якому поступово і рівномірно здійснюється спуск або підйом.

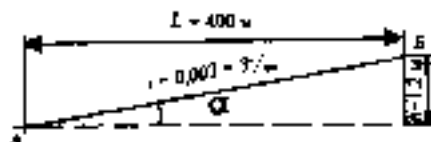


Рис. 2.11. Приклад визначення крутості ухилу лінії

Визначається за формулою

$$i = \frac{h}{L} = \text{tg} \alpha \text{ ‰/см} \quad (2.6)$$

де h — висота ухилу, м;

L — довжина ділянки колії з даним ухилом, м;

α — кут між площиною ухилу і горизонтом, град.

Ухил вимірюється в тисячних частинах одиниці, і може виражатись через кількість цих частин зі знаком ‰/см, або десятковим дробом. Наприклад, можуть вживатись такі рівнозначні вирази: $i = 2\text{‰/см}$ та $i = 0,002$.

За напрямком руху поїзда елемент профілю, на якому поїзд піднімається вгору, називається **підйомом** (величина ухилу має плюсьове значення), а елемент, на якому поїзд їде додолу, — **спуском** (величина ухилу має мінусове значення). Елемент профілю, ухил на якому дорівнює нулю, називається **горизонтальною площиною**.

Суміжні прямолінійні елементи поздовжнього профілю сполучаються у вертикальній площині кривими з радіусами 15000, 10000, 5000, 3000 м в залежності від категорії лінії. Основні елементи вертикальної кругової кривої показані на рис. 2.12.

Тангенс вертикальної кривої визначається за формулою:

$$T = \frac{R \times \Delta i}{2} \text{ м}, \quad (2.7)$$

де R — радіус вертикальної кривої, м;

Δi — алгебраїчна різниця ухилів десятковим дробом, наприклад:

якщо $i_1 = 0$ і $i_2 = -0,002$, то $\Delta i = 0 - (-0,002) = 0,002$;

якщо $i_1 = 0,005$ і $i_2 = 0,001$, то $\Delta i = 0,005 - 0,001 = 0,004$;

якщо $i_1 = 0,002$ і $i_2 = -0,003$, то $\Delta i = 0,002 - (-0,003) = 0,005$.

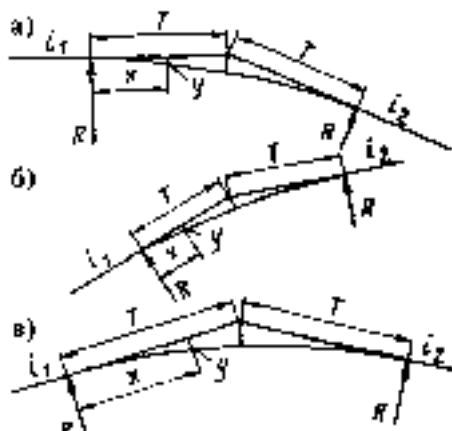


Рис. 2.12 Сполучення елементів поздовжнього профілю:

- а — сполучення спуску зі спуском;
 б — сполучення підйому з підйомом;
 в — сполучення підйому зі спуском;
 i_1, i_2 — ухили суміжних елементів, ‰;
 R — радіус вертикальної кривої, м;
 T — тангенс кривої, м;
 x, y — координати певної точки на вертикальній кривій, м

Провідний ухил — це найбільший ухил на лінії, яким визначається для цієї лінії (або ділянки) норма маси вантажного поїзда з одним поїзним локомотивом і встановленою швидкістю руху.

Провідний ухил визначається техніко-економічними розрахунками, з урахуванням виду тяги поїзда, топографічних умов місцевості та інших факторів.

Провідний ухил не має перевищувати 20‰ на нових швидкісних лініях, 12‰ — на лініях I категорії, 15‰ — на лініях II категорії, 20‰ — на лініях III категорії, 30‰ — на лініях IV категорії.

Станції, роз'їзди та об'їзні пункти мають будуватись на горизонтальних площадках, в окремих випадках допускається ухил не крутіше $1,5\text{‰}$, а в важких умовах — до $2,5\text{‰}$.

Елементи поздовжнього профілю повинні мати якнайбільшу довжину і з'єднуватись між собою з найменшою алгебраїчною різницею ухилів. Як правило, довжина кожного елемента не має перевищувати половини максимальної довжини поїзда і на всій довжині поїзда мати не більше одного переходу профілю, щоб забезпечити зрушення поїзда з місця.

2.3.4. Нормальний поздовжній профіль колії

Нормальний або докладний поздовжній профіль використовується для виконання різних проєктних завдань (проєктування других колій, розвитку горловин станцій, приєднання під'їзних колій тощо).

Нормальний поздовжній профіль (рис. 2.13) викреслюється для горизонтальних відстаней у масштабі 1:10000 (тобто в 1 мм відкладається 10 м) і для вертикальних 1:1000 (в 1 мм відкладається 1 м).

Нижня його частина називається сіткою, а верхня являє собою власне профіль.

В нижній частині сітки розміщена лінія плану. На ній прямі ділянки колії зображені відрізками горизонтальних прямих, над якими вказані довжини ділянок у метрах, а під ними — кути повороту (румби). Дуги, що відходять від прямого відрізка, зображують криві ділянки. Яку лінію на місцевості повертає направо, дугу розміщують праворуч, якщо лінія повертає надіво — ліворуч. В середині дуг приводяться кути повороту, радіуси і довжини кривих, довжини ліній тандемів і перехідних кривих.

Нижче ліній плану відмічають кілометри колії, вище — пікети. Кожен кілометр колії має десять пікетів по 100 м. В графі пікетів цифрами відмічені відстані, які називають **плосами**, — це відстані до характерних точок рельєфу, які не співпадають з межами пікетів.

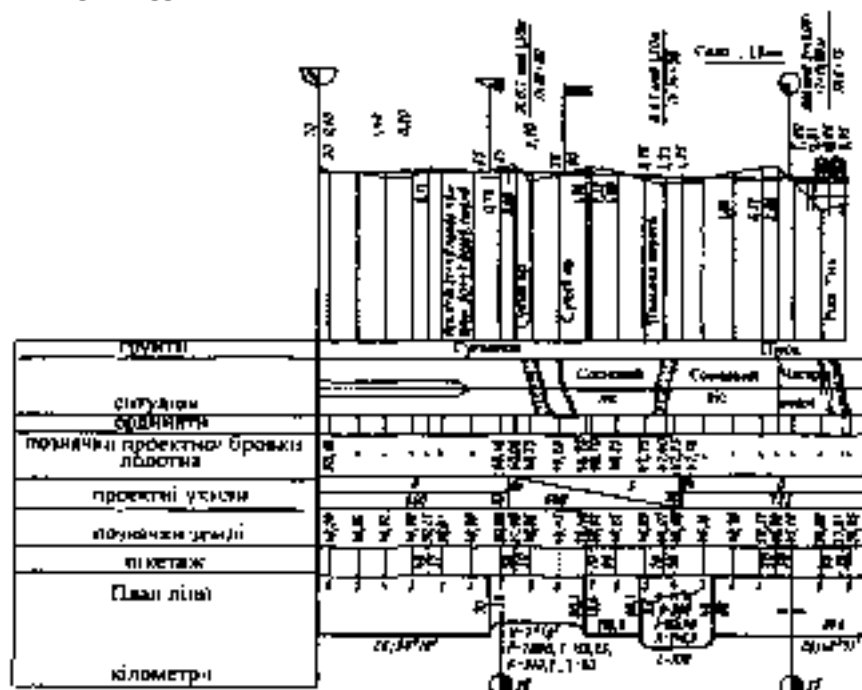


Рис. 2.13. Зрізок нормального подовжнього профілю

Над графію пікетів і плосів представлені абсолютні чи умовні позначки земної поверхні, які називають **чорними**.

Вище чорних позначок розміщена графа, в якій для кожного елемента нахиленою лінією показаний проектний ухил. Напрявлення лінії знизу вгору

визначає підйом, а зверху широкі — спуск. Уклади елементів в тисячних показанні над лінією, а довжина в метрах — під лінією. Цифри біля вертикальних ліній, що розмежовують елементи профілю (місце встановлення ухилопоказника), показують відставі до найближчих пікетів.

Над проектними ухилами розміщена графа, в якій знаходяться позначки точок зсмаюкого полотна, які називають **червоними позначками**. Вони відраховуються від того ж рівня, що й чорні.

В наступній графі зображена ситуація місцевості на відстані 100 м з двох боків від осі колії (шляхи, річки, ліси, чагарники, поля тощо, а також населені пункти та схеми колій розсіюльних пунктів).

Вище ситуації зазначені відомості про ґрунти земної поверхні, і над цією графою уже розміщується впагке поздовжній профіль.

На профілі проти кожного пікету і пліуса відкладаються за вертикальним масштабом чорні позначки, які з'єднуються між собою прямими відрізками чорного кольору.

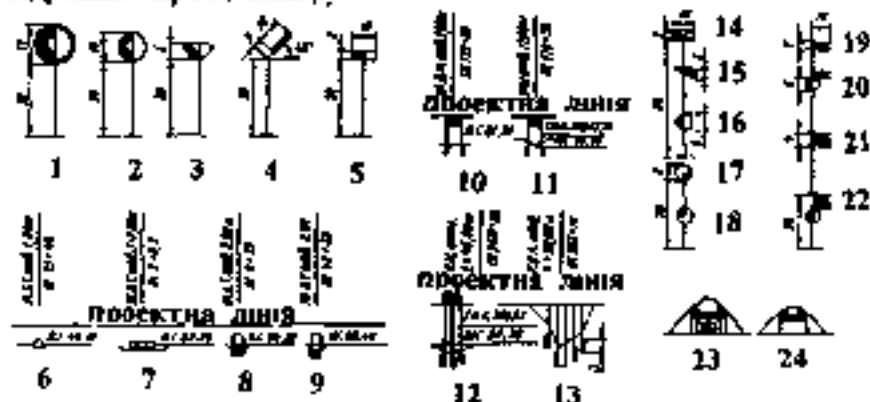


Рис. 2.14. Умовні знаки на профілях:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 — вузлик або ділявочна станція; | 15 — пункт бригадири колії; |
| 2 — привіація станції; | 16 — будиночок колійного обхідника; |
| 3 — роз'їзд; | 17 — будиночок механіка; |
| 4 — біляк-ност; | 18 — будинок тунельного обхідника; |
| 5 — пасажирська зупинка; | 19 — переїзд одианарний, що не обслуговується черговим; |
| 6 — труба залізобетонна одианарна; | 20 — переїзд одианарний, що обслуговується черговим; |
| 7 — труба залізобетонна багатотрувна; | 21 — переїзд подвійний, що не обслуговується черговим; |
| 8 — труба залізобетонна овальна; | 22 — переїзд подвійний, що обслуговується черговим; |
| 9 — труба залізобетонна прямолінійна; | 23 — галерея; |
| 10 — міст залізобетонний; | 24 — тунель. |
| 11 — міст металевий з їзною зверху; | |
| 12 — міст металевий з їзною знизу; | |
| 13 — впадук; | |
| 14 — пункт найстри шляхового. | |

Цей профіль використовується переважно малиністами локомотивів при водінні поїздів.

2.4. Конструкція і поверхні профілі земляного полотна

2.4.1. Призначення земляного полотна

Земляне полотно — це основа з ґрунту, на якій розміщується верхня будова колії. Воно формується таким чином: спочатку знімається розсипаний шар, поверхня вздовж рівняється шляхом зрізування або досипання ґрунту, заодно влаштовуються різкі відповідні і укріплювальні споруди, а полотку надається відповідна форма з ухилами укосів, щоб на ньому не затримувалася вода.

Земляне полотно має відповідати таким вимогам:

- бути міцним, надійним і тривалим, не допускати зашкоджених деформаційних змін після дій поїзного навантаження;
- мати надійний захист від руйнівних дій води, вітру, морозу та інших природних факторів;
- мати конструкцію, зручну для механізованого виконання ремонтних робіт.

Ґрунти бувають: скельні (граніт, базальт, піщаних), пухкі (піщані, сльнисті).

Найкращі ґрунти — не великозернисті (цебиль, галька, гравій), які гарно пропускають воду і не змінюють свої властивості і форму від дії води, морозу, мають високу несучу здатність.

Добрим матеріалом для земляного полотна є пісок — дрібні тверді частинки — продукт зношування гірських порід.

Допускається застосування суцільнистих і супіщаних ґрунтів, в окремих випадках глинистих. Глинисті ґрунти — це пластична порода, яка в сухому стані має високу міцність і несучу здатність, а в вологому — втрачає ці властивості, деформується, погано пропускає воду і при замерзанні утворює дучини (випитання ґрунту). Чим більше піску в глині, тим більше вона придатна для земляного полотна.

Земляне полотно не можна влаштовувати на крейдових, гіпсових, торф'яних, сульфатних і засоленних ґрунтах, тому що крейда, гіпс і солі розчиняються і вимиваються водою, а торф і мул біологічно розкладаються.

Стандартована поверхня землі під основу для верхньої будови колії називається **основною площею земляного полотна**.

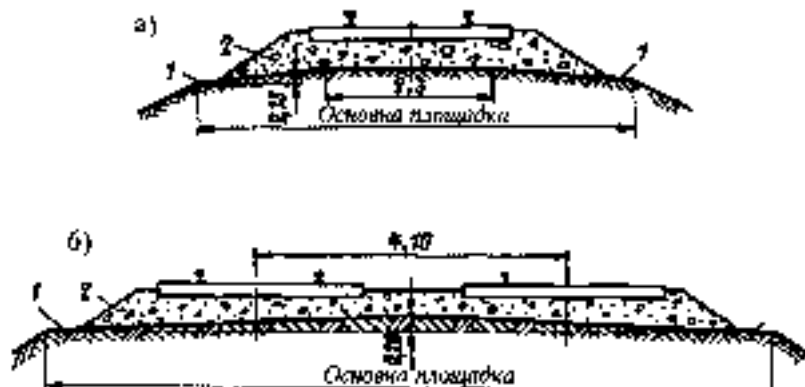


Рис. 2.16. Основа площадки земляного полотна і розміщення на ній поверхні будови колії:

а – одноколійна лінія, б – двоколійна лінія; 1 – узбіччя, 2 – баластний шар.

2.4.2. Конструктивні елементи земляного полотна

На основній площадці з двох боків баластної призми влаштовуються узбіччя шириною 0,4 – 1 м для затримання осипання баласту, встановлення колійних та сигнальних знаків, проходу працівників колії. Ширина основної площадки на прямій ділянці одноколійної лінії має бути не менше 7 м, на двоколійній – 11,1 м, на скельних ґрунтах і в стиснутих природних умовах допускається відповідно 5,8 і 10,1 м.

На кривих ділянках ліній ширина земляного полотна збільшується на величину від 0,1 м (при $R = 4000$ м) до 0,5 м ($R = 600$ м і менше), а на двоколійних лініях, крім того, на величину збільшення міжколійя. Перед великими мостами і після них на відстані 10–15 м ширина основної площадки земляного полотна збільшується також на 0,5 м.

Контур основної площадки земляного полотна на одноколійній лінії має форму трапеції висотою 0,15 м, на двоколійній – рівнобедреного трикутника висотою 0,20 м.

Поперечні профілі земляного полотна розрізняють:

- **висипи**, в якому основна площадка знаходиться вище рівня земної поверхні;
- **вирізки**, в якому основна площадка знаходиться нижче рівня земної поверхні;
- **напіввисипи**, в якому з одного боку основна площадка співпадає з землею поверхнею, а з другого боку вище її;
- **напіввирізки**, в якій з одного боку основна площадка знаходиться нижче земної поверхні, а з іншого боку співпадає з її рівнем.



2.4.3. Поперечні профілі насипу і виїмки

Насип має такі елементи:

- основну площадку;
- укіс;
- основу;
- берму;
- резерв або водовідвідну канаву.

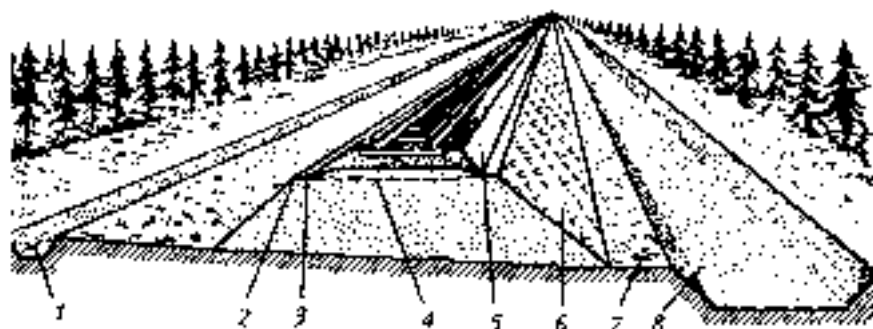


Рис. 2.18 Поперечний розріз насипу:

- 1 - водовідвідна канава; 2 - брівка; 3 - узбіччя; 4 - основна площадка;
 5 - баластний шар; 6 - укіс; 7 - берма; 8 - резерв.

Грунт для насипу береться з ближніх виїмок або з резервів-котлованів, які викопуються з одного боку вздовж колій. Якщо місцевий ґрунт не придатний для земляного полотна, тоді ґрунт привозять з кар'єру.

Смуга землі під насипом називається **основною насипу**. Укоси насипу повинні мати крутість 1:1,5. За висоти насипу від 6 м до 12 м укіс має вигляд ломаної лінії, у верхній частині якої ухил 1:1,5, а нижній — 1:1,75.

Лінія сполучення укосу з основною площадкою називається **брінкою** земляного полотна, а укосу з основою — **підшовою**.

З двох боків насипу влаштовують **берми** — це смуги, сплановані з ухилом від колії вбік. Берми призначені відводити воду від підшви насипу і не допускати підмивання основи насипу.

За бермами знаходяться **резерви**, з яких вибирався ґрунт для насипу, або **відповідні канали** (якщо ґрунт привізний). Вони збирають поверхневі води і відводять їх до найближчих штучних споруд. Для цього їм надається поздовжній ухил в одному напрямку не менше $3^\circ/\infty$.

Для збільшення стійкості насипу, який зводиться на косогорі, на основі його влаштовують **уступи**, як це показано на рис. 2.17 а, д.

Внімка має такі елементи:

- **основна площадка;**
- **хвіст;**
- **укіс;**
- **банкет;**
- **забанкетну каналу;**
- **кавалер;**
- **нагірну каналу.**

З двох боків основної площадки, біля підшви основної площадки і укосів внімки влаштовують невеликі стічні поздовжні канали у вигляді трапеції, які називаються **хвістками**.

Ґрунт із внімки відсипають за укосом у вигляді трапеції (призми), які називають **кавалерами**. Якщо внімка знаходиться на косогорі, то з нагірного боку між укосом і кавалером влаштовується присипка, яка називається **банкетом**.

Для збирання поверхневих вод за банкетом влаштовують **забанкетну каналу**, а за кавалером — **нагірну каналу**.

Укряїючишю установлено ряд типових поперечних профілів насипу і виїмок. Найважливіші з них прикладні на рисунках 2.20–2.23.

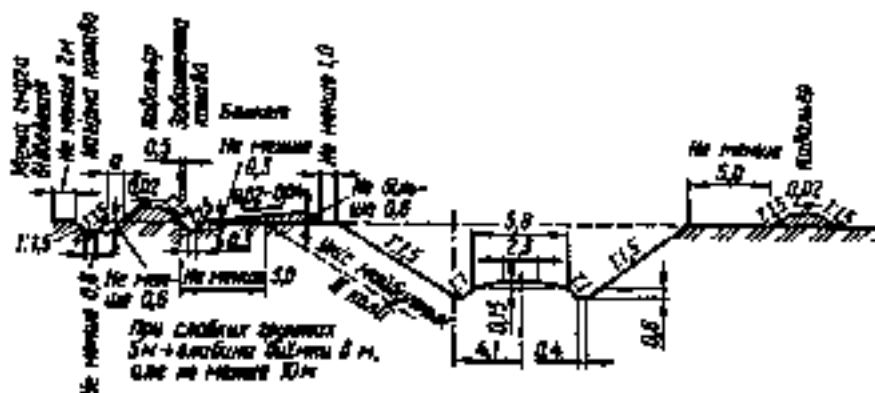


Рис. 2.22. Виймка глибини до 12 м з квадратними і ширитими основною пітвардзі 5,8 м з 38 помітнического виходу міцності не актиміне 1:5

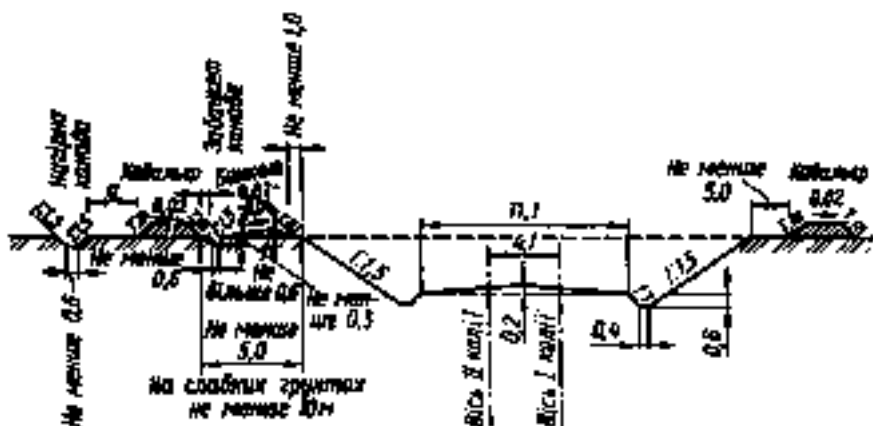


Рис. 2.23. Вилка забитая до 12 м и каталитическая при вырывании
остатков вилки до 11,1 м за 10 секунд (время отрыва каталитической при вырывании 5,3

Примітки: 1. Відстань від підшви пільового укосу кавальєра до нагірної канави a приймається від 1 до 5 м залежно від умов снігозаметання та фільтраційної здатності ґрунту.

2. Значення Γ то для укосів кашальєрів і балкетів має бути не
крупніше 11,5.

3. Кавальєри з низового боку військ повинні мати розриви ширинкою не менше 1 м через кожні 50 м і в понижених місцях. Площини між бронею військ та укриттям кавальєра падається утїл у бік противу.

2.4.4. Поперечні профілі станційних площадок

Поперечний профіль основної площадки земляного полотна на станції (рис. 2.24) в залежності від типу станції, роду ґрунту та метеорологічних умов може бути таким:

- **односхилим** — на роз'їздах, об'їзних пунктах, проміжних станціях з невеликою кількістю колій;
- **двосхилим** — на проміжних станціях і в парках станцій з великою кількістю колій;
- **підземноподібним** — на великих сортувальних станціях, де необхідна система водозбірно-водовідвідних споруд або мережа підземної каналізації.



Рис. 2.24. Поперечні профілі земляного полотна станційних площадок:

- а — односхилий, б — двосхилий; в — підземноподібний;
 1 — поперечний колектор $d > 0,5$ м; 2 — оглядовий колодезь;
 3 — люк для труби (утрацьбований щебінь шаром 20 см);
 4 — ліквідувальний колодезь.

Поперечний профіль станційної площадки (рис. 2.25) викреслюється в масштабі 1:200 (в 1 мм відкладається 20 см, або в 5 мм — 1 м).

Нижня його частина називається сіткою, а верхня являє собою власне профіль.

Сітка має відділення, в які заносяться:

- номери характерних точок поперечного профілю: осі колій, точки зламів контуру елементів профілю;
- відстані між характерними точками: ширина міжколій, ширина елементів профілю;
- умовні або абсолютні позначки земної поверхні, які називають **червоним**;
- умовні або абсолютні проєктні позначки основної станційної площадки, які називають **чорним**.

Проектна позначка осі колії дорівнює сумі рівня бровки земляного полотна цієї колії (лінії, що знаходиться на відстані від осі колії 3,5 м) і висоти основної площадки. При цьому бровка земляного полотна головної колії на станції має продовжувати бровку основної площадки цієї колії на перегоні.

Об'єм земляних робіт запроєктованої станційної площадки визначається як сума добутих середньої площі поперечного перетину досилання і зрізання ґрунту на довжину площадки.

Середня площа досипання і зрізання ґрунту визначається сумою елементарних геометричних фігур (трикутників, паралелограмів, трапецій), які складають площу поперечного перерізу станційної площалки.



Рис. 2.25. График непрерывного ступенчатого процесса

2.4.5. Cavity plugging sanitization

Для розміщення вздовж колії різних споруд, службово-технічних будівель, захисних пристроїв, лісових і чагарникових насаджень відводять смугу землі, яку називають смугою відводу залізниці. План смуги відводу виконується в координатах, погоджується зі службою Держкомзему України і зберігається в службах, дистанціях колії і дистанціях захисних лісонасаджень.

Межу смуги відводу позначають спеціальними межовими знаками (рис. 2.26), які встановлюють на відстані 250 м один від одного, а також обов'язково на кожному проміжку межі.

Захиські лісові насадження висаджуються на відстані не

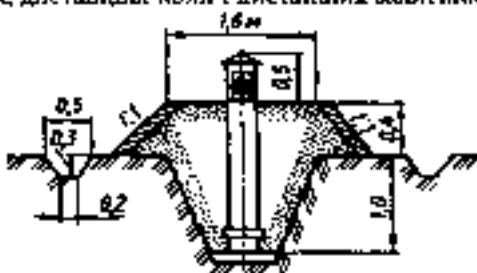


Рис. 2.26. Меморандум о работе предприятия за май

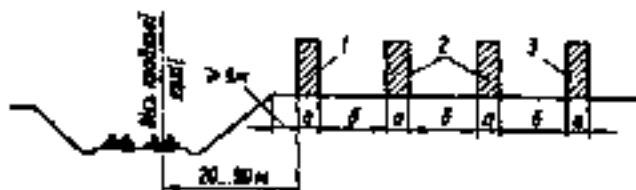


Рис. 2.27. Схема багатосмугових спеціальних лісонасаджень:
1 – крайня смуга; 2 – проміжна смуга; 3 – розлива смуга;
 $a = 15 + 65$; $b = 20 + 40$ м.

явності водовідвідної каналу, не ближче 5 м від її зовнішньої бровки. Захисні лісонасадження можуть бути одно- та багатосмугові. Ширини смуги визначається спеціальними розрахунками і становить від 15 до 65 м, ширина розривів між смугами може бути від 20 до 40 м.

Прилегли до залізниці ліси шириною 500 м з кожного боку відносять до особливої захисної зони, де забороняється суцільна вирубка дерев.

Охороною, веденням снігозахисного господарства в межах смуги зай маютья дистанції захисних лісонасаджень, які підпорядковані службам колії залізниці.

2.5. Спеціальні споруди і пристрої захисту земляного полотна

2.5.1. Водовідвідні, водозбірні і дренажні пристрої та споруди

Для запобігання перезволоженню і розмивання земляного полотна влаштовують спеціальні водовідвідні канали, лотки, дренажі і дренажні галереї, зливову каналізацію на станціях.

Відвідні канали, виготовлені із залізобетону і бетону, мають форму трапеції шириною і висотою 0,6 м з розрахунком їхнього заповнення водою 0,4 м. Укладають їх прямолінійно, на поворотах закругляють радіусом 10–20 м. На виході дно розширюють і укріплюють від розмивання. Поздовжній ухил має бути не менше $3'/\infty$, а у важких умовах – $2'/\infty$. Якщо ухил місцевості дуже великий, канали роблять з пологими ухилами і ділянки каналу з'єднують між собою швидкоплинними і перепадками.

Швидкоплин (рис. 2.28) – це короткий канал зі стрімким позовжнім ухилом ($i = 0,1 + 0,8$).

Перепад (рис. 2.29) – це пристрій з одним або декількома уступами, які дозволяють на невеликій відстані значно знизити рівень плінної води.

В швидкоплинах і перепадах вода набирає великої швидкості. Щоб гасити цю швидкість, на них споруджують водобійні колодезні і уступи (рис. 2.29)

менше 20 м від осі найближчої колії, разом з тим вони мають розташовуватись не ближче 5 м від бровки виїмки в місці найбильшої її глибини (рис. 2.27), а за наявності водовідвідної каналу, не ближче 5 м від її зовнішньої бровки. Захисні лісонасадження можуть бути одно- та багатосмугові. Ширини смуги визначається спеціальними розрахунками і становить від 15 до 65 м, ширина розривів між смугами може бути від 20 до 40 м.



Рис. 2.28. Залізобетонний швидкісний знак:

1 – вхідна плянка; 2 – дрижання швидкоплина до труби.

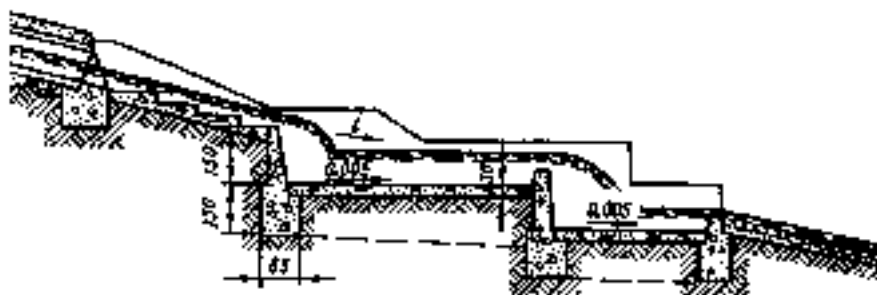


Рис. 2.29. Двоступеневий перепад з відокремленням уступами

Лотки (рис. 2.30) мають таке ж призначення, що й канави, але вони менші розміром. Споруджують їх із залізобетону і бетону. трапляються у формі трапеції, прямокутника, трикутника, напівкрута.

Підземні водовідвідні пристрої для зневодження ґрунту, зниження рівня ґрунтових вод і вищескня їх називають **дренажами**.

Підкюветні дренажі бувають **закриті** і **незакриті** залежно від глибини залягання водотривкого шару.

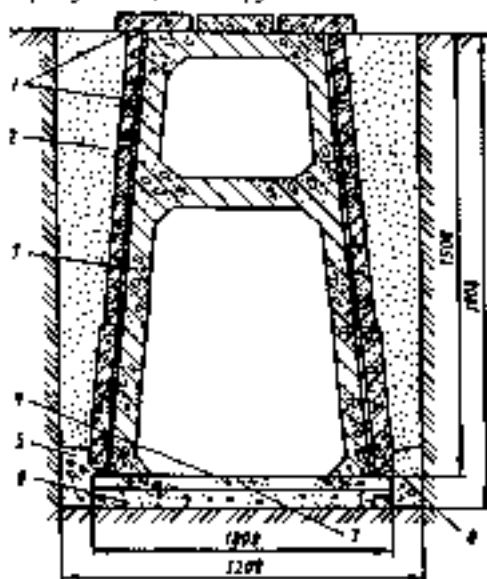


Рис. 2.30. Залізобетонний замок рельсового типу.

- 1 – залізобетонний пласк;
- 2 – напівклення піском;
- 3 – залізобетонний рама;
- 4 – цементний шар;
- 5 – бетонний шар;
- 6 – піщано-цементний шар;
- 7 – бетонний шар;
- 8 – дренажні отвори.

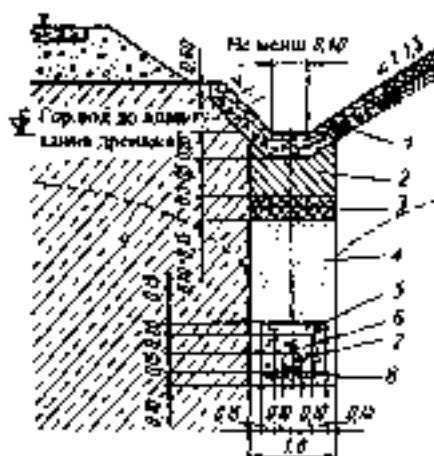


Рис. 2.31. Підкюветний дренаж

- 1 — одиншарне брукування;
- 2 — утрамбований глинистий ґрунт;
- 3 — два шари жерну;
- 4 — великозернистий пісок;
- 5 — щебінь або гравій;
- 6 — щебінь або гравій;
- 7 — перфотруба;
- 8 — дерев'яні дошки;
- 9 — крива лінії депресії — зниження рівня ґрунтових вод.

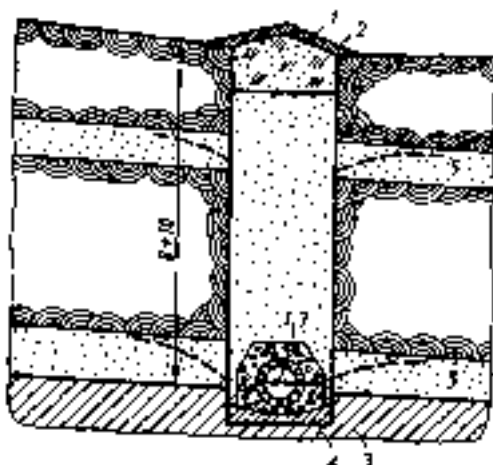


Рис. 2.32. Конструкція галереї.

- 1 — покриття дерном;
- 2 — глинобетон;
- 3 — жовтулар;
- 4 — лоток з худого бетону;
- 5 — крива лінії депресії.

Дренаж (рис. 2.31) — це траншея, заповнена дренажними матеріалами, а саме: щебенем, гравієм, піском, з трубою на дні (трубофільтр), яка має отвори для стікання в середину води.

Для зниження рівня ґрунтових вод на глибінні 6–10 м споруджують залізобетонні дренажні галереї (рис. 2.32), розмір яких дозволяють людям знаходитись в них і працювати. Вода з ґрунту стікає через отвори на стінах в галерею і відводиться.

Для спостереження за роботою і чищення труб, отворів в них через кожні 70–100 м в дренажі і через 100–150 м в галереї влаштовують оглядові колодязі.

2.5.2. Укріплення і захист земляного полотна

Укоси насипів, виїмок, кюветів, берм, кавальєрів, банкетів, дно і укоси водовідвідних, забанкетних, нагірних каналів і резервів захищають від розмивання зйомними та підводними ґрунтовими водами, а також від віддування пиливих частинок вітрами. Це роблять такими способами:

- засіванням багаторічних трав з попереднім покриттям укосів рослинним шаром;
- покриттям укосів дерном (рис. 2.33) повністю або клітинками, дерен зрізають квадратними шарами, кладуть на укіс і укріплюють дерев'яними полицями (брусками $2 \times 2 \times 25$ см);
- деревно-чагарниковими насадженнями, які протидіють впливу плинної води і хвиль;
- обкладанням камінням (рис. 2.34), яке стійко протидіє розмиванню, застосовується в місцях, де багато недорослого каміння, проте цей спосіб потребує ручної праці;
- накиданням каміння (рис. 2.35) в бетонні і сплетені з лози клітини;
- обкладанням укосів збірними залізобетонними плитами товщиною до 12 см і заливанням стиків бетонним розчином (рис. 2.36) — це дорогий, зате найбільш ефективний і надійний спосіб.

Підвищують стійкість укосів насипів і виїмок на стрімких косогорах привантажувальні банкети (рис. 2.37), підпіри стінок (рис. 2.38), контрфорси (рис. 2.39), які споруджують за індивідуальними проектами.

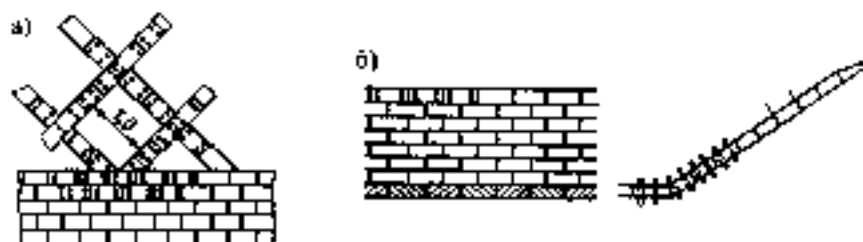


Рис. 2.33. Покриття дерном: а — клітинками; б — густиною

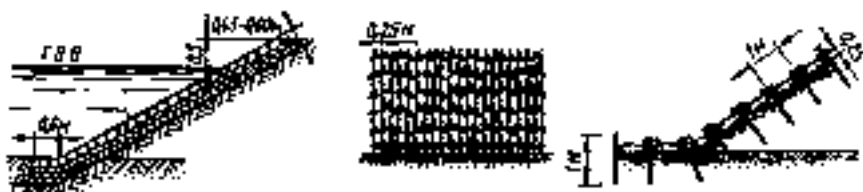


Рис. 2.34. Обкладання камінням і закріплення поверхні фашинами

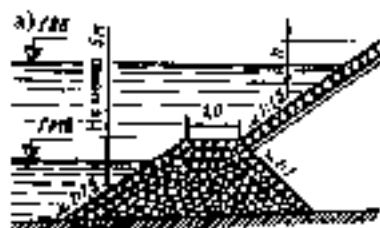


Рис. 2.35 Накладання каміння в бетонні клітини:

а при будівництві насипу; б в процесі експлуатації;

ГВВ – горизонт великих вод; ГМВ – горизонт межових (середніх) вод

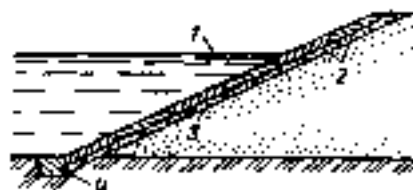


Рис. 2.36. Накріплення укосу настигу залізобетонними плитами:

1 – рівень високих вод; 2 – залізобетонні плити; 3 – зворотний фільтр; 4 – бетонний укос.



Рис. 2.37. Прямиміжний контрфорс



Рис. 2.38. Підпірна стіна для підтримки укосу виїмки:

1 – зворотня засипка; 2 – дерев; 3 – пісок; 4 – кам'яна кладка; 5 – дренаж; 6 – отвір для випуску води.

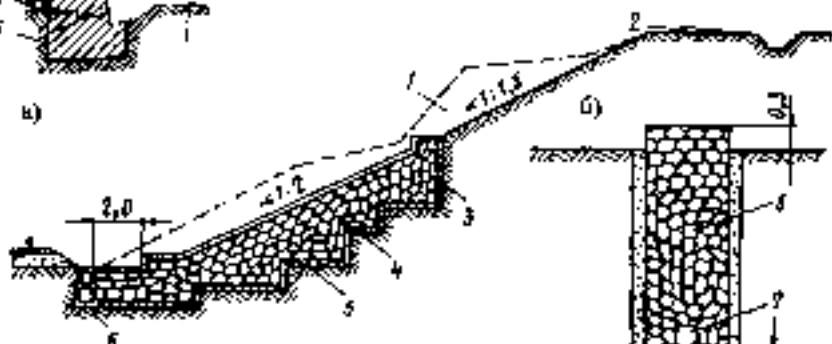


Рис. 2.39. Контрфорс в укосі виїмки:

а – подовжній розріз; б – поперечний розріз; 1 – ґрунт; 2 – банкет; 3 – великозернистий пісок; 4 – бетон; 5 – суха кладка; 6 – залізобетонний лоток; 7 – дренажна труба.

2.5.3. Деформації і руйнування земляного полотна

Міцність і форма ґрунтів може змінюватись внаслідок перезволоження глинистих ґрунтів, перемерзання і розтавання їх, дії динамічних навантажень від рухомого складу (вібрацій, ударів), розмивання дощовими і паводковими водами. Ці зміни разом з помилками при проектуванні, спорудженні і утриманні можуть призвести до деформації і руйнування земляного полотна.

Основні види деформації земляного полотна:

- **баластне корито** — це окрема невелика порожнина під шпалами (рис. 2.40);
- **баластне ложе** — це порожнина достатньо заглиблена, розмірами в ширину шпал і довжиною майже рівній ширині баластного шару (рис. 2.41);
- **баластні мішки** — це порожнина сильно заглиблена, краї її створюють так званий «мішок» (рис. 2.42);
- **баластне пізде** — це порожнина надто глибока, широка, яка призводить до руйнування земляного полотна (рис. 2.43).

Заходи боротьби з деформаціями: заміна глинистих дренажними (піданими) ґрунтами, зріз бортів (країв) баластних корит, лож і мішків, засипання на їх місце дренажного ґрунту, улаштування поздовжніх дренажів і поперечних прорізів для відведення води. Ці роботи складні і вимагають перерв у русі поїздів.

Взимку в глинистих ґрунтах спостерігаються пучини — виникання ґрунту на полотні, яке викривляє поздовжній профіль і вирівнювання якого потребує багато праці і часу.

Пучини бувають:

- **баластні** — виникають на початку зими внаслідок промерзання води в забрудненому баластному шарі на глибині 2–4 см, навесні вони



Рис. 2.40. Баластне корито:

1 — корито; 2 — баластний шар; 3 — глинистий ґрунт;

4 — контакт баласту з глинистим ґрунтом; а — зріз бортир корита у навесні.

б — зріз бортир корита у зимі.

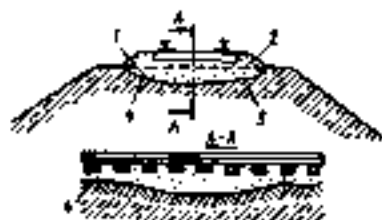


Рис. 2.41. Баластне ложе:

1 – ложе, 2 – баластний шар, 3 – глинистий ґрунт;
4 – контакт баласту з глинистим ґрунтом; а – довбичка проріз у насипу.

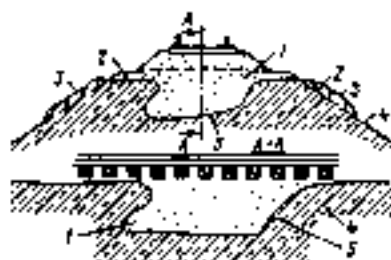


Рис. 2.42. Баластний мішок:

1 – мішок, 2 – проектний профіль; 3 – випинання ґрунту внаслідок утворення мішка; 4 – глинистий ґрунт; 5 – контакт баласту з глинистим ґрунтом;
а – односторонній проріз з насипу з випусканням води на узкіс, б – односторонній проріз у виїмці з випусканням води в поглиблений кювет

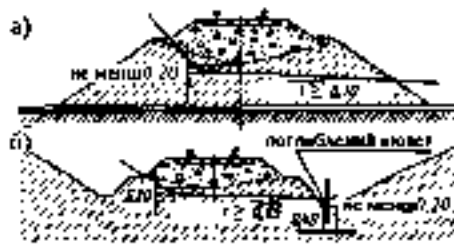


Рис. 2.43. Баластне мішко.

1 – мішко, 2 – проектний профіль;
3 – випинання ґрунту внаслідок утворення мішка, 4 – глинистий ґрунт; 5 – контакт баласту з глинистим ґрунтом.

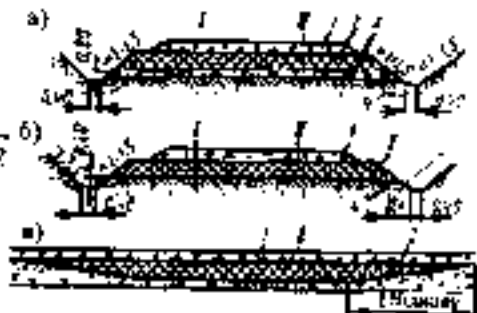


Рис. 2.44. Теплоізоляційні подушки.

а – з використанням старого баласту;
б – з вилученим старим баластом;
в – підпитуваний розріз подушки;
1 – цегляний баласт, 2 – теплоізоляційна подушка, 3 – старий баласт;
4 – кювет, засипаний ґрунтом.

призводять до осідання колії. **Заходи:** вирівнювання основної площадки, заміна або очищення баласту, підсилення і збільшення товщини баластного шару;

- **грунтові** - виникають внаслідок глибокого до 10- 20 см промерзання води під основною площадкою протягом декількох зим, наслідки яких призводять до різкого осідання ґрунту. **Заходи:** заміна винуватих ґрунтів дренажними, збільшення товщини баластного шару, застосування теплоізоляційного шару з щебеню, пінопласту (рис. 2.44).

Основні види зруйнувань:

- **зсуви** - великі зміщення земляних мас біля основи земляного полотна (рис. 2.45). **Заходи:** дренажування, водовідвід, берегоукріплювальні роботи;
- **руйнування укосів наскіпів і виїмок** (рис. 2.46). **Заходи:** закріплення укосів, зменшення їх крутості;
- **провали земляного полотна** (рис. 2.47). **Заходи:** запобігання шахтових і карстових порожнин дренажними ґрунтами;
- **просідання основної площадки** внаслідок недостатнього ущільнення ґрунту, або його неоднорідності (рис. 2.48). **Заходи:** улаштування б'єрм, контрбанкетів, заміна ґрунту;
- **осипання і обвали** (рис. 2.49). **Заходи:** закріплення укосів, улаштування стін, галерей.



Рис. 2.45. Зсув і осідання на хвилюванні (осідання і зміщення):
1 - нормальний профіль;
2 - зміщення і осідання ґрунту;
3 - площа зсуву.

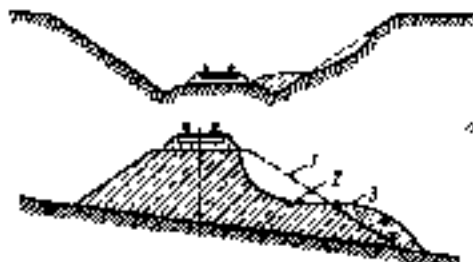


Рис. 2.46. Руйнування укосів виїмки і наскіпу:
1 - нормальний профіль; 2 - поверхня сповзання; 3 - зміщений ґрунт.



Рис. 2.47. Провали земляного полотна на осіданнях утворених карстових порожнин

Розрізняють:

- **пласне мости** (через річки, річкаки, яри);
- **нахтопроводи** (через автошляхи або залізничну лінію);
- **естакади** (через міські території, болота, затоплені підходи до великих мостів);
- **віадук** (через глибокі гірські ущелини);
- **акведуки** (мости або естакади з водовідводом);
- **пішохідні мости** (для безлічного переходу людей над коліями).

Міст складається із **прогонів** (один або декілька), **опор** (крайні називаються устоями, проміжні - биками).

Прогони спираються на опори з одного боку фіксовано, а з другого - шарнірно (на котках), що дозволяє їм швидко, підвижуватись або скорочуватись при дії навантаження або зміни температури.

Ділянки земляного полотна, які примикають до моста, називають **підходами**. Кінцеві частини їх оформляють у вигляді конусів.

Для захисту конструкцій моста від пошкодження кригою і швидкою течією влаштовують **регуляційні споруди** (дамби і траверси).

Міст, підходи і регуляційні споруди складають **мостовий перехід**.

Залежно від довжини прогонів, мости бувають:

- малі (до 25 м);
- середні (25-100 м);
- великі (100-500 м);
- позакласні (більше 500 м).

Залежно від матеріалу прогонів, мости бувають: дерев'яні (на залізницях уже немає); кам'яні, металеві, залізобетонні.

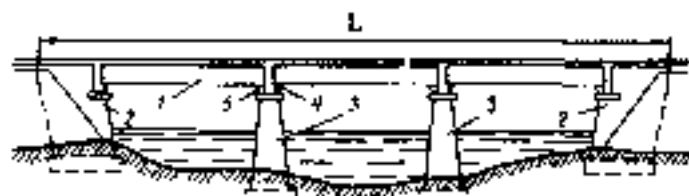


Рис. 2.50. Схематична будова моста:

1 - прогін; 2 - устій; 3 - бик; 4 - нерухомі опори; 5 - рухомі опори;
L - площа довжини моста.

Колія на мосту може розмішуватись зверху на прогоні (рис. 2.51, а), знизу (рис. 2.51, б), а іноді і в середині прогонної ферми, виконаної у вигляді арки (рис. 2.51, в).

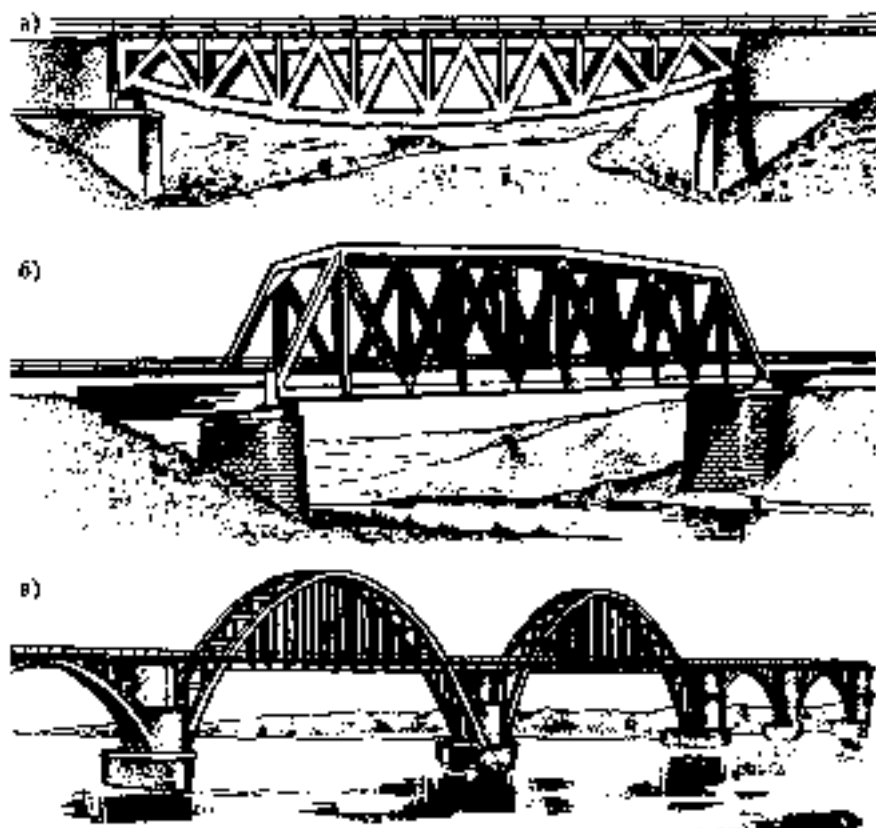


Рис. 2.51. Мости з бідрами: а — зверху; б — зліва; в — поперечині



Рис. 2.52. Малий міст

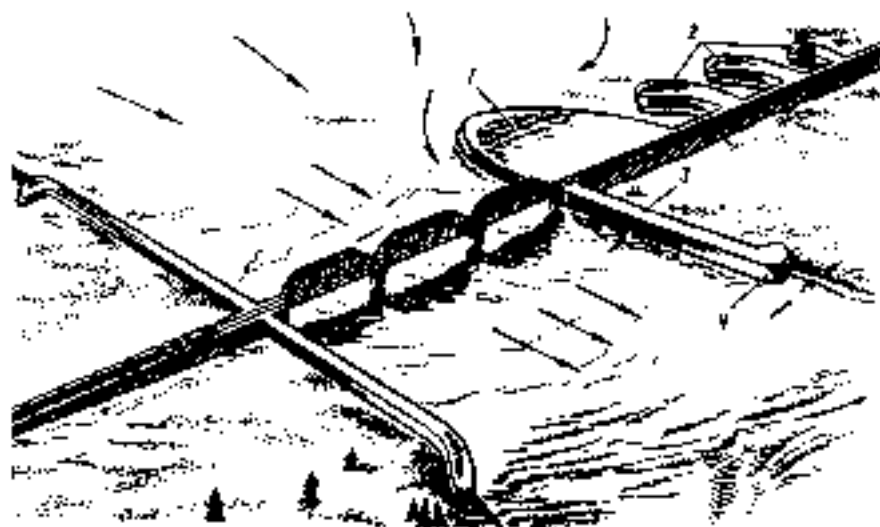


Рис. 2.53. Мостовий перехід з підходами і регуляційними спорудами:
 1 — грушоподібна дамба; 2 — траверси;
 3 — шпироподібна дамба, 4 — голова дамби.



Рис. 2.54. Шляхопротид



Рис. 2.55. Віадук



Рис. 2.56. Акведук



Рис. 2.57. Естакада в міській зоні

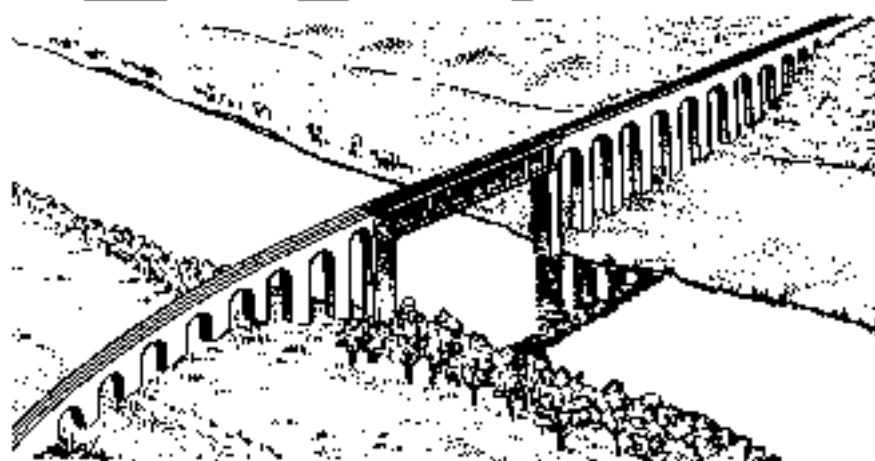


Рис. 2.58. Естакади на підходах до великого моста через річку

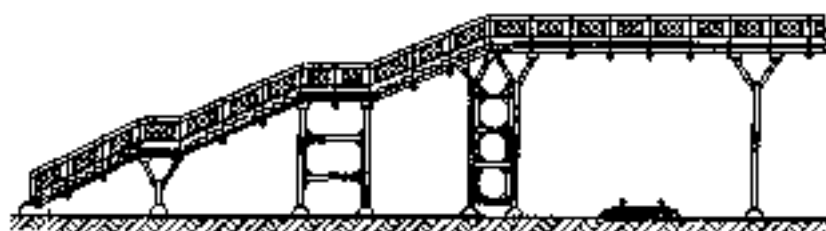


Рис. 2.59. Пішохідний міст

2.6.3. Водопропускні труби, лотки, дренажі, фільтрувальні насипи

Водопропускні труби (рис. 2.60) споруджують в середині насипу при невеликих водотоках, вони дешевші за малі мости і простіші в утриманні. Над трубами насипають насип висотою не менш 1 м. Якщо насип низький (до 2 м), влаштовують залізобетонні лотки. Не можна споруджувати труби і лотки на водотоках, де можливий льодохід і селяпотік.

Труби бувають кам'яні, металеві, бетонні і залізобетонні (більш дешевші). Останні бувають круглі (на малих водотоках), прямокутні (на більших водотоках). Лотки виготовляються переважно із збірної залізобетону.

В рідких випадках, коли помітно виявленої русла і течії, для пропуску води, що прибуває і пакопляється, влаштовуються спеціальні **фільтрувальні насипи** із великих розмірів каміння, через щільні між ями

ми просочується вода на другий бік насипу.

Дюкер (рис. 2.61) являє собою водопровідну трубу з колодязями з обох боків. Вода в ньому проходить за принципом сполучених посудин від вхідного колодязя з більш високим рівнем до вихідного з нижчим рівнем води. Влаштовуються на низьких насипах і вимках.



Рис. 2.60. Труба

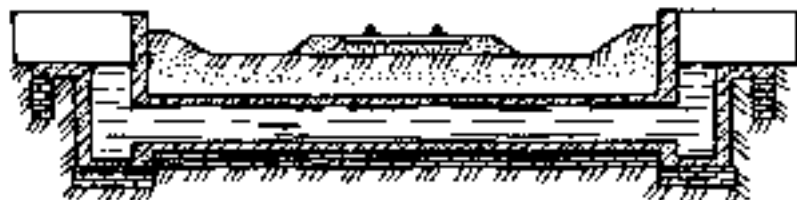


Рис. 2.61. Дюкер в поздовжньому розрізі

2.8.4. Тунелі, підпірні стіни

Для уникнення довгих обходів в гірській місцевості колії прокладають у підземних **тунелях** (рис. 2.62).

Поздовжній профіль колії в тунелі повинен мати ухил в один або два напрямки не менш $3^\circ/\text{см}$. Горизонтальні площадки довжиною не більше 400 м дозволяються тільки по середині тунелю між двома протилежними ухилами (спусками).

Радіус кривої дозволяється проектувати не меншим 600 м. Тунель захищають від поверхневих і підземних вод водовідводами.

Входи до тунелю закріплюють порталами. В тунелях довжиною більше 1000 м влаштовують штучну вентиляцію.

Галерея (рис. 2.63) — це окремого виду тунель, невеликої довжини, захищає залізницю від обвалів і камнепадів.

Селеспуск (рис. 2.64) — це галерея для пропуску снігових лавин і селепотоків.

На стрімких косогорах, на річковому і морському березі у разі необхідності влаштовують **підпірні стіни** (рис. 2.65), які затримують від обвалу укоси, або захищають від розмивання основу земляного полотна.



б)



Рис. 2.62. Тунелі:

а — на двокількітійній лінії;
б — на однокількітійній лінії



Рис. 2.63. Фільтри



Рис. 2.64. Селентітій



Рис. 2.65. Підтірна стіна

2.7. Рейки і скріплення

2.7.1. Призначення і складові елементи верхньої будови колії

Верхня частина колії, призначена для направлення руху рухомого складу, передачі навантаження від коліс на земляне полотно або штучні споруди, називається **верхньою будовою колії**.

Вона складається з таких частин:

- **сталених рейок і стрілочних переводів**, які безпосередньо приймають навантаження від коліс, а також направляють їх рух;
- **рейкових опор** (шпал, брусків), які утримують рейки на постійній відстані одна від одної і передають навантаження від рейок на баластний шар;
- **металевих рейкових скріплень**, які з'єднують рейки між собою і рейки з рейковими опорами;
- **баластного шару** із щебеню, гравію або піску.

Рейки, скріплені зі шпалами, складають рейко-шпальну решітку.

Верхня будова колії на одно- і двокільній лінії зображена на рис. 2.66 і 2.67, а схема передачі навантаження від коліс на елементи верхньої будови і земляне полотно — на рис. 2.68

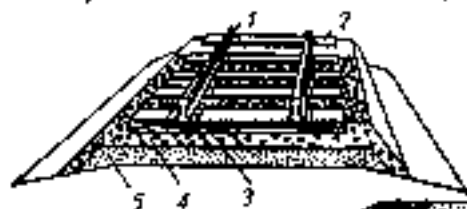


Рис. 2.66. Верхня будова на однокільній лінії.

1 — рейка; 2 — шпала;

3 — стрілочник;

4 — щебеневий баластний шар;

5 — підлога підлоги.



Рис. 2.67. Елементи верхньої будови двокільної лінії.

1 — підлога підлоги;

2 — рейка; 3 — шпала;

4 — рейкове скріплення;

5 — баластний шар

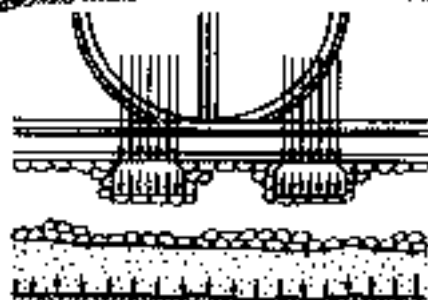


Рис. 2.68. Схема передачі навантаження від коліс на різні елементи верхньої будови колії

2.7.2. Рейки

Рейки — основні несучі і направляючі елементи верхньої будови колії. Це металеві двоташові балки, верхня частина яких (голівка рейки) взаємодіє з колесами рухомого складу, нижня частина (підлога рейки) призначена для закріплення на шпалах. Вертикальна стінка, яка з'єднує голівку і підлогу, називається **щипкою** (рис. 2.69).

Типи рейок визначаються масою одного погонного метра, профілем поперечного перерізу та механічними характеристиками металу.

Бувають такі типи рейок:

P75 — укладені на деяких вагтажонапружених лініях, але не являються типовими для українських залізниць, на мережі їх більше не укладають, поступово замінюють на P65;

P65 — укладаються на головних і станційних коліях, найбільш поширені на мережі України;

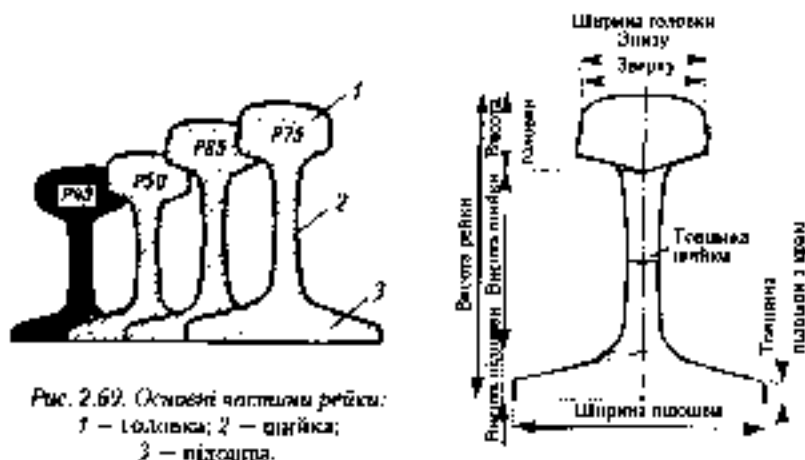
P50 — можуть укладатися на малодіяльних лініях, станційних і під'їзних коліях;

P43 — на магістральних лініях більше не використовуються, можна зустріти тільки на деяких під'їзних коліях.

На мережі України в залізничний колій знаходиться більше 120 тисяч км рейок, з них біля 84% рейок типу P65, 0,3% — типу P75, 15,7% — типу P50 і легше, які як і рейки типу P75 замінюються рейками типу P65.

Стандартні розміри основних типів рейок приведені на рис. 2.70.

Термін служби рейок обмежується не часом, а «напрямишаним», тобто пропуском на них вагтажів. Цей термін також залежить від умов ек-



сплуатації (крива, тунель, ухил тощо). Наприклад, для рейок Р65 за певних умов може установлюватися напруження від 500 млн. т. і більше, а для Р50 – 350 млн. т. і більше.

З вичерпанням терміну служби рейки, після ремонту, укладають на м'яку вантажонапружені лінії перегонів та станційні і під'їзні колії.

На лініях, обладнаних автоблокуванням, рейкові нитки слугують провідниками сигнального струму, а на електрифікованих лініях – зворотного живого струму.

В колишньому СРСР одним із головних показників щодо заходів підвищення ефективності колії вважалося застосування більш важких рейок. В умовах зростання вантажонапруженості це мало свої переваги: довговічність і безвідмовність роботи рейок, передусім, залежала від опору втомлюваності металу, який виявився більшим в рейках важкого типу. За високої вантажонапруженості в структурі дефектів якраз більш частими були дефекти, спричинені фактором втомлюваності: вищербини на бокових гранях, внутрішні тріщини, які призводять до зламів рейок. Із зменшенням вантажонапруженості в 2–3 рази в 90-х роках минулого століття ці дефекти відійшли на другий-третій план і, як це буває, зміна експлуатаційних умов приводить до змін в технічній політиці.

В даний час умови експлуатації залізниць на Україні наблизились до умов Західної Європи, де ефективно працюють рейки типу UIC 60, які за розміром близькі до типу Р65, але легші. Застосування на Україні рейок типу UIC 60 і заміна ними рейок типу Р65 доцільна через ряд технічних і експлуатаційних переваг: менша жорсткість на згинання, менша інтенсивність бокового зносу рейки і гребенів коліс у кривих, більша маса головки, краще контактування з колесом. Крім того, при укладенні рейок типу UIC 60 замість рейок типу Р65 економія металу на одному кілометрі колії складатиме до 9 тонн.

2.7.3. Рейкові стики і стикові скріплення

Колія може бути ланковою (стиковою) і безстиковою. Ланкова колія складається із ланок (суцільних рейок) стандартної довжини: 25 м і 12,5 м. Безстикова колія являє собою пліт довжиною до 800 м (коротка) і більше 800 м (довга). Раніше основною конструкцією колії була ланкова, нині пріоритет переходить до безстикової, особливості устрою якої будуть далі розглянуті окремо.

Місце сполучення і скріплення рейок між собою називається **рейковим стиком**. Звичайне стикове з'єднання складається із двох металевих

стикових настилок. Шести (рис. 2.71) або чотирьох (рис. 2.72) болтів з гайками і пружинними шайбами. Рейки, які з'єднуються, повинні мати на кінцях по 2 або 3 отвори. Накладки в стиках рейок типу Р50 і рідше застосовуються тільки уніфіковані двоголові як чотири- так і шестиотвірні, рейки типу Р43 можуть з'єднуватися крім двоголових, ще фарфуриними накладками. Болти в стиках із двоголовими накладками розташовуються по чергою гайками в середині і назовні колії. На кожен болт під гайку ставиться пружна гайка. Шестигранні гайки уніфіковані за розміром під ключ.



Рис. 2.71. Конструкція звичайного стику з уніфікованими двоголовими накладками і шестигранними кріпленнями



Рис. 2.72. Двоголова уніфікована накладка на рейковому стикі з чотириболтовим кріпленням

Стандартні стики розміщуються між шпалами «по нахвистку», тобто навпроти іншого, в одному створі, перпендикулярному осі колії. Відстань між осями стикових шпал прийнято: при рейках Р75 і Р65 — 420 мм; при рейках Р50 — 440 мм; при інших типах рейок — 500 мм.

На лінійх, обладнаних автоблокуванням, влаштовують ізоляційні і струмопровідні стики.

В ізоляційних стиках рейкові зазори мають бути в межах 5–8 мм. Ці стики можуть бути збірними чи клеєболтовими. В збірних використовуються облягаючі металеві накладки (рис. 2.73) і подовжені стикові болти або двоголові накладки з поліаміду чи інших подібних матеріалів з типовими стиковими болтами.

В клеєболтових стиках (рис. 2.74) використовуються типові шестиотвірні двоголові накладки, протругані по верхнім і нижнім граням,

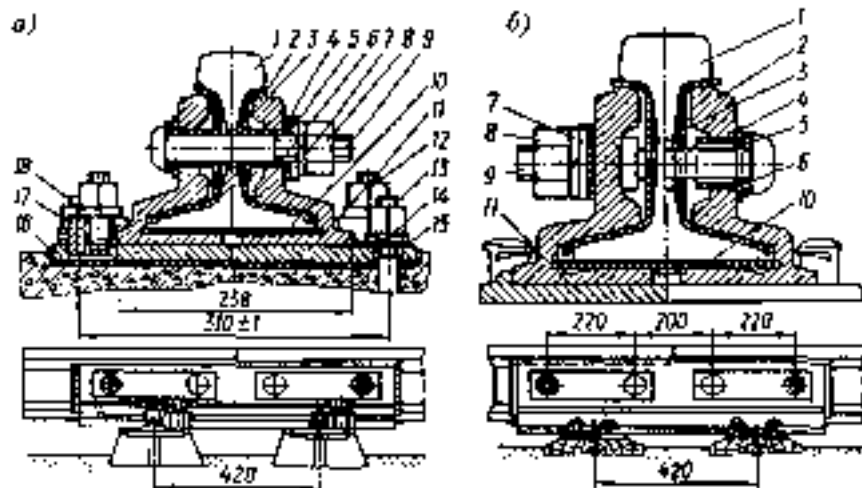


Рис. 2.73 Ізоляційний стік з облягодичними металевими накладками:

- а) при залізобетонних шпалах та скріпленні КБ; б) при дерев'яних шпалах і кистильному скріпленні. 1 – рейка; 2 – накладка; 3 – прокладка бажова; 4 – поліетиленова плівка під болти; 5 – плівка металева; 6 – втулка; 7 – шайба пружинна; 8 – гайка; 9 – болт стиковий; 10 – ізоляційна прокладка під рейку; 11 – підкладка; 12 – болт цвирний; 13 – болт накладний; 14 – шайба пружинна; 15 – шайба плоска; 16 – прокладка під підкладку; 17 – клемі лита; 18 – шайба.

і спеціальні накладки, що зовнішню заповнюють поруху рейок. Накладки стягуються болтами звичайної чи підвищеної міцності за допомогою гайок з пружинними колійними шайбами.

Поверхні рейок і накладок, що підлягають склеюванню, перед склеєнням клею обробляються до металевого блиску дробоструменевим способом і знежирюються. Накладки і болти кріплять під рейок шаром склотканини, просоченої епоксидним клеєм. Прикріплювачі рейок (костилі, клемі) на стикових шпалах мають бути ізолювані від накладки так, як це показано на рис. 2.75.

Високоміцні клеєболтові ізоляційні стики 1КІВ-65 і 2КІВ-65 (рис. 2.76) призначені для ізоляції електричних рейкових ланцюгів у безстиковій колії без влаштування зрівнювальних прольотів. Стики виготовляються з шестигвинтними рейковими накладками спеціального профілю та високоміцних болтів та інших скріплювальних деталей. В стиках 1КІВ-65 використовуються накладки 1СР65 і 1СР65П, а в стиках 2КІВ-65 – накладки 2СР65 і 2СР65П. Для установлення в безстикових стрічкових перепадах застосовуються високоміцні клеєболтові ізоляційні стики 2КІВС-65.

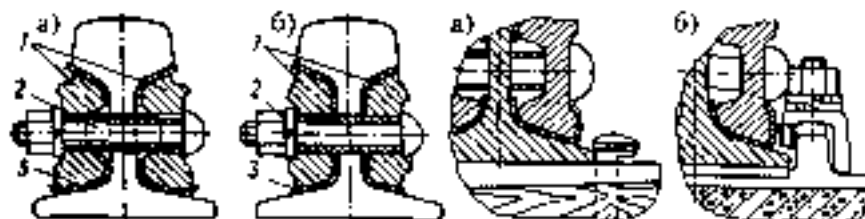


Рис. 2.74 Клеоболтовий ізоляційний стик: а – з тітканим прорезиненим накладками; б – з поліетиленовими накладками; 1 – рейка; 2 – болт; 3 – ізоляція із склепінанням, Лакмачевої сполучним клеєм.

Рис. 2.75. Кріплення стика до основи: а – при штильовому скріпленні; б – при розв'язному скріпленні



Місце накривання

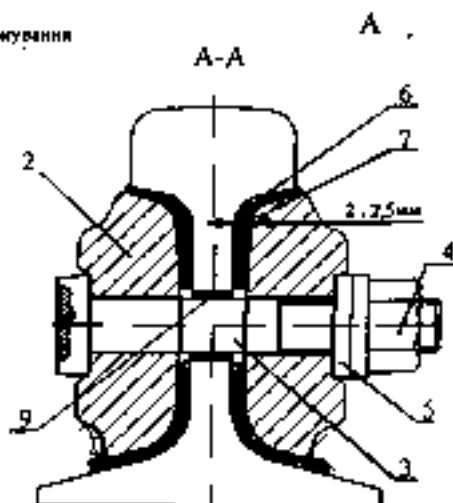


Рис. 2.76 Високомірний клеоболтовий ізоляційний стик типу ЗКІВ – 65: 1 – рейка; 2 – накладка ЗСР65; 3 – високомірний болт; 4 – гайка; 5 – шайба; 6 – клейка паста; 7 – металева обичайка; 8 – ізоляційна прокладка; 9 – ізоляційна втулка; L_1 і L_2 – довжини зрівнювальних штифтів.

В струмопровідних стиках застосовують рейкові з'єднувачі.

Для поліпшення проходження еквівалентного струму через стики на ділянках з автоблокуванням, диспетчерською централізацією без електричної тяги встановлюються штепсельні рейкові з'єднувачі із дроту діаметром 5 мм (рис. 2.77 а) або короткі із сталевго тросу діаметром 6 мм і довжиною 200 мм, які прикріплюються до неробочої грані половини рейки (рис. 2.77 б).

На електрифікованих лініях для проходження зворотного тягового струму застосовують приварні або фартові (рис. 2.77 в) з'єднувачі з мідного тросу перетінком не менше 70 мм² при постійному і не менше 50 мм² — при змінному струмі.

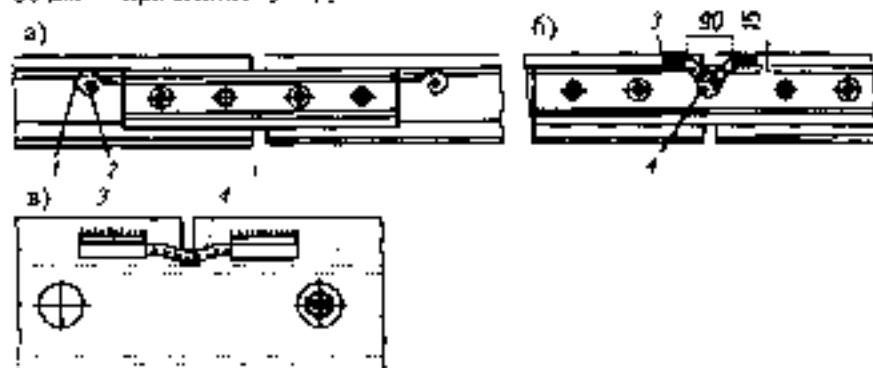


Рис. 2.77. Рейкові з'єднувачі:

а — штепсельний; б — приварний сталевий; в — приварний мідний;
1 — дріт; 2 — штепсель; 3 — міджита; 4 — трос.

Для з'єднання рейок різних типів застосовують перехідні накладки або перехідні рейки. Перехідними накладками (рис. 2.78) з'єднуються рейки різних типів (наприклад, Р75 і Р65) або рейки одного типу, що мають різницю у вертикальному зносі.

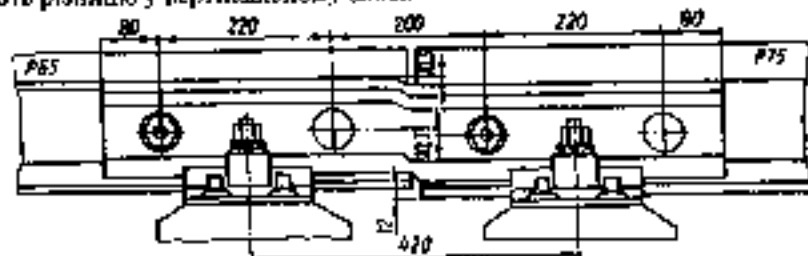


Рис. 2.78. Перехідний стик рейок типів Р75 і Р65

Виготовляють перехідні накладки із накладної штаби для більш важкого типу рейки і підантажують попарно зв'язаними (1 ліва і 1 права накладка).

Перехідні рейки є більш ефективним засобом з'єднання рейок різних типів. У них до більш важкої рейки приварюється спеціальна перехідна вставка, що має різномісні закінчення. Застає вона встановлюється з більш важкої рейки методом випресування. Довжина більш важкої рейки разом з випресованою частиною має бути не менше 1600 мм, а довжина випресованої частини після зварювання – не менше 800 мм.

Зазор у стиках між рейками має дотримуватись у межах від 0 до 21 мм (за довжини рейок 25 м), або від 0 до 18 мм (за довжини рейок 12,5 м), що відповідає крайнім коливанням температури. Зазор дозволяє рейкам змінювати довжину при зміні температури, тому болтові отвори в рейках роблять дещо більшими, ніж діаметр болта, що дозволяє змінюватись зазору в стикі.

2.7.4. Безстикова колія

На залізницях України безстикова колія є найбільш прогресивною і основною конструкцією колії. Застосування її на головних коліях перетині і станцій набуває все більшого поширення. Справа в тому, що при довкій будові велика частина трудових витрат і матеріалів на утримання і ремонт колії пов'язана з наявністю рейкових стиків. Терміни служби шпал і баласту в зоні стиків значно нижчі, ніж на плитах між стиками. Стіки спричиняють опір рухові поїзда, негативно впливають на технічний стан рухомого складу. Відсутність стиків при відмінному утриманні суттєво підвищує комфортність їзди пасажирів.

Головною суттю безстикової колії полягає в тому, що добре закріплені рейкові плити при підвищенні або зниженні їх температури не можуть змінювати свою довжину. Через це в них виникають значні подовжні температурні зусилля, які в найгарячішу літню спеку можуть призвести до викривлення колії, а в зимові морозні дні – до розривів рейок або стиків у зрівнювальних прольотах через зріз болтів. Ці особливості безстикової колії вимагають дотримання особливих правил їх укладання, утримання та ремонту.

Рейкові безстикові плити формують шляхом контактного зварювання термічно зміцнених першого газунок рейок типів Р65 стандартної довжини 25 м без болтових отворів. Довжина зварених плит встановлюється проектом залежно від місцевих умов та має бути не менше 400 м (з дозволу начальника служби колії можна укласти плити 250 м, а на станційних

коліях — 150 м). Пліти довжиною до 800 м (включно) — так звані «короткі» пліти — виготовляють в цехах РЗП (рейкозварювальних підприємств) і доставляються поїздом до місця укладання. Зварювання коротких плит між собою на місці укладання для створення «довгих» плит в межах блок-ділянки або цілого перегону здійснюють ПРЗМ — пересувні рейкозварювальні машини. Після укладання у колію пліти маркують: номер плити за проектом, дата укладання та температура плити при їх закріпленні.

Рейкові пліти з'єднуються між собою за допомогою зрівнювальних прольотів, які необхідні для компенсації температурних деформацій кінцевих ділянок рейкових плит та для розрядження температурних напружень, коли це необхідно для ремонту колії чи за правилами утримання безстикової колії. Залежно від довжини рейкових плит та інших умов, у прольоті можуть укладатись 1–4 комплекти зрівнювальних рейок довжиною 12,5 м. Якщо в зрівнювальному прольоті передбачаються збірні ізоляційні стики, то до його складу включають чотири пари зрівнювальних рейок з розташуванням ізоляційних стиків посередині, якщо використовуються клеєболтові ізоляційні стики звичайної міцності — три пари зрівнювальних рейок, у разі застосування високоміцних клеєболтових ізоляційних стиків зрівнювальні прольоти не влаштовуються, а рейки з цими стиками зварюються електроконтактним зварюванням безпосередньо між плитами, що з'єднуються (рис. 2.79). Не допускається розташування стиків в межах переїзного настилу.

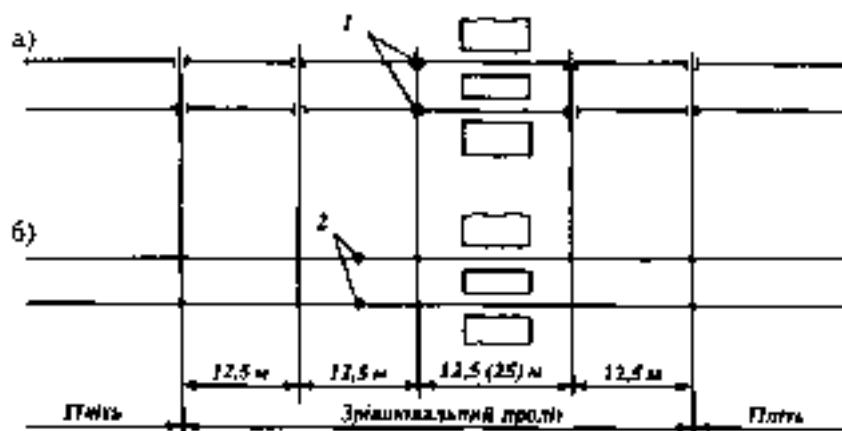


Рис. 2.79 Схеми зрівнювальних прольотів (на переїзді):

а — зі збірними ізоляційними стиками; б — з високоміцними клеєболтовими ізоляційними стиками. 1 — збірний ізоляційний стик; 2 — високоміцний клеєболтовий ізоляційний стик.

Зрівнювальні рейки усіх типів з'єднують між собою та зі зварними плітями тільки шестиступінчастими накладками.

Укладати рейкові пліті краще в оптимальному інтервалі температур, при цьому в зрівнювальному прольоті укладаються рейки довжиною 12,5 м. Оптимальні інтервали температур розраховуються для кожного району за спеціальною методикою.

При тимчасовому закріпленні рейкових плітей, якщо вони укладались при температурі нижче оптимального інтервалу, в зрівнювальній проліт укладають раніше заготовлені подовжені рейки довжиною 12,54; 12,58; і 12,62 м, а при температурі вище оптимального інтервалу — скорочені рейки довжиною 12,38; 12,42; і 12,46 м. Після розрядки температурних напружень весною чи восени ці зрівнювальні рейки мають бути замінені на рейки довжиною 12,5 м, пліті закріплені на постійний режим роботи. Стикові зазори при закріпленні на постійний режим не мають перевищувати 10 мм.

Найефективнішою є безстикова колія температурно-напруженого типу, тобто без сезонних розрядок напружень.

Безстикова колія укладається на залізобетонних шпалах і на дерев'яному баласті фракцій 25–60, 25–70. Екюра шпал на перегонах — 1840 шт/км, на станціях — 1600–1840 шт/км. Зварні рейкові пліті і зрівнювальні рейки до шпал прикріплюють роздільним КВ, або безболтовими хвостово-пружним КШС скріпленням, які забезпечують достатній опір подовжньому переміщенню рейок, стабільність ширини колії і достатньо швидко виконання розрядки напружень шляхом послаблення кріплення болтів.

Особливість поточного утримання безстикової колії порівняно з цанковою полягає в тому, що потребує постійного контролю, періодичного регулювання температурних напружень і виконання так званих сезонних розрядок. При сезонних розрядженнях на зimu в колію укладають зрівнювальні рейки по 12,5 м, а на літо — скорочені довжиною 12,46; 12,42; 12,38 м (в залежності від температури). Коли в колії лежить комплект зрівнювальних рейок по 12,5 м, то в заласі має знаходитись комплект скорочених, і навпаки. Влітку, особливо в спекотні дні, необхідно ретельно слідкувати за станом колії у плані для попередження можливих викривлень колії. Взимку при низьких температурах особливу увагу необхідно приділяти перевірці рейок у місцях зварки і посилювати роботу дефектоскопних загобів для виявлення тріщин і розривів в рейках.

Одним з небажаних явищ є угин плітей, який може порушити розрахунковий температурний режим їх експлуатації і привести до небезпечних локальних перенапружень як стискуючих так і розтягуючих.

Для оцінки зміни напруженого стану безстикової колії застосовують так звані «маячні» шпали (рис. 2.80), розташовані на протилежному

словами, Верхні папи біля рейки зафарбовується світлою фарбою. Зміна напруженого стану колії визначається за зміною відстаней між контрольними рисками, позначеними на верху підшви рейок з середини колії і боковою гранню підкладки.

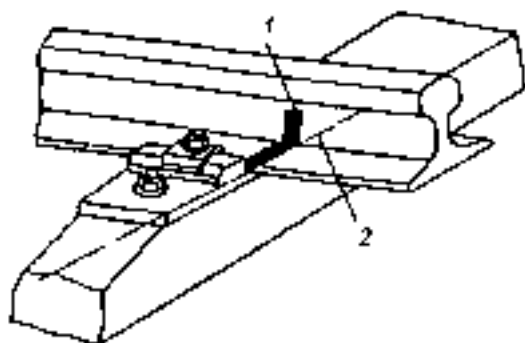


Рис. 2.80. «Маленька» шпала для контролю устону безшпалкової колії:
1 — рейка; 2 — ліній суміщення рейки з кромкою підкладки.

Щоб запобігти устону пліті, забезпечується постійний нормативний натяг клемних, закладних і стикових болтів. Для цього не рідше як два рази на рік (як правило навесні і восени) колійники підтягують гайки усіх цих болтів. Угін пліті значно зменшується при застосуванні пружного скріплення (КШП-5, 7, 12).

2.8. Рейкові опори

2.8.1. Призначення і типи рейкових опор

До рейкових опор належать шпали, перевідні і мостові брус, блочні залізобетонні підрейкові основи. Вони призначені для передачі від рейок і розподілу навантаження на баластний шар та створення постійної фіксованої ширини колії.

Найбільш поширені шпали. Вони бувають:

- **дерев'яні** (рис. 2.81);
- **металеві** (на Україні не виготовляються, застосовуються в Індії, Пакистані та інших країнах, форма їх показана на рис. 2.82);
- **залізобетонні** з попереднім напруженням (рис. 2.83).

Дерев'яні шпали, як правило, виготовляються із дерева хвойних порід: сосни, ялини, їлки та дуба, а в деяких країнах — навіть з бука, та

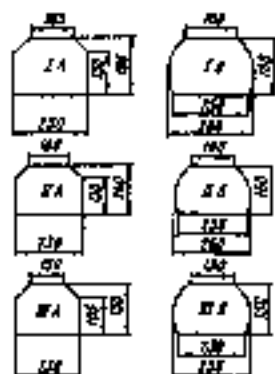


Рис. 2.81. Типи дерев'яних шпал

інших цінних порід. Можуть мати дві форми: обрізані (група А) і брускові (група В).

Залежно від розмірів, дерев'яні шпали бувають трьох типів:

I А і I Б – найбільших розмірів;

II А і II Б – середніх розмірів;

III А і III Б – найменших розмірів.

Тип шпал III А і III Б використовують тільки на коліях промислових підприємств, тип II А і II Б – на станційних і під'їзних коліях, тип I А і I Б – тільки на головних коліях.

Довжина дерев'яних шпал всіх типів – 2750 мм.

Для подовження терміну служби шпали просячують антисептиками. І для запобігання виникненню тріщин стягуються болтами, хомутами або дротом.

Форми і типи дерев'яних шпал приведені на рис. 2.81.

Переваги дерев'яних шпал: висока пружність, гарні амортизаційні і електроізоляційні властивості, вони зручні в експлуатації (особливо для перешкоцання рейок), дешеві. **Недоліки**: короткий термін служби.

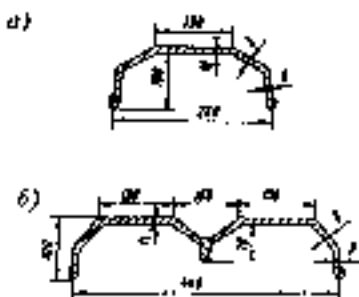
Залізобетонні шпали з попереднім напруженням виготовляються типів КПП, III-1-1, III-2-2.

Сталі арматурні струни в шпалах при формуванні на заводі натягуються і заливаються бетоном під напругою, що значно подовжує їх термін служби.

Довжина залізобетонних шпал всіх типів – 2700 мм.

Форма і розміри залізобетонних шпал приведені на рис. 2.83.

Переваги залізобетонних шпал: порівняно довгий термін служби, однотиповість, рівнопружність, наявність «гнізд» для рейок певної форми і ухилу, стійкість від високих температур. **Недоліки**: велика жорсткість.

Рис. 2.82. Сталі шпали:
а – прямий шпал; б – лентий шпал

Заводами України випускаються попередньо напружені залізобетонні бруси для стрілочних переводів марок $1/_{11}$ і $1/_{12}$ типу Р63 довжиною 3–3,5 м спеціальних профілів для укладання: а) в зоні стрілки; б) в зоні хрестовини; в) в зоні з'єднувальних ліній.

2.8.2. Проміжні рейкові скріплення

Проміжні рейкові скріплення призначені для з'єднання і скріплення рейок з рейковими шпалами, забезпечення постійної ширини колії і певного положення рейки в просторі, стійкості рейок під дією рухомого складу.

Скріплення бувають:

- **роздільні**, коли рейка прикріплюється до підкладок жорсткими болтами, а підкладки до шпал болтами або шурупами;
- **нероздільні**, коли рейка прикріплюється до шпал або брусів костильми або шурупами, які пронизують підкладку;
- **змішані**, коли рейка прикріплюється до шпал двома або трьома основними костильми, які пронизують підкладку, а також двома додатковими пришивними костильми, які окремо з'єднують підкладку і шпалу.

На дерев'яних шпалах найбільш розповсюджене костильне скріплення змішаного типу ДО (рис. 2.85), що застосовується для рейок Р43 і важче.

При скріпленні типу ДО на прямих ділянках колії за швидкості руху до 100 км/год, і на кривих радіусом понад 1200 м рейки пришиваються на кожному кінці шпалі, крім стикових, чотирма костильми, із яких два основних прикріплюють до шпалі рейку і два додаткових прикріплюють до шпалі підкладку. На ділянках із швидкістю руху 101–120 км/год, а також на мостах, в тунелях, на кривих ділянках колії радіусом 1200 м і менше та на усіх стикових шпалах рейки прикріплюються п'ятьма костильми, із яких три основні і два додаткових.

На проміжних шпалах всі костилі розташовуються в бік рейки «носіком», як показано на рис. 2.85. На стикових шпалах з рейками типу Р50 і легше основні костилі розташовуються у бік рейок «підтильником», а додаткові — у бік рейки «носіком».

Для зменшення інтенсивності зносу шпал під підкладкою розміщують прокладки із гуми, гмбеліту або іншого матеріалу товщиною від 6 до 10 мм.

Роздільні скріплення застосовуються на дерев'яних (рис. 2.86, 2.87, 2.90) і залізобетонних шпалах (рис. 2.88, 2.89). При цьому вище скріплення рейка прикріплюється до підкладки на кожному кінці шпалі двома жорсткими або пружними клемами і клемними болтами. При скріпленні «Пенсрол» (рис. 2.90), яке на залізницях застосовується в дослідному



Рис. 2.85. Змішане скріплення ДО:

- 1 - костиль основний;
- 2 - костиль обичайний.

рейки, а також між шпалюю і підкладкою розміщують амортизаційні та ізоляційні прокладки.

порядку, рейка прикріплюється до підкладки із затискувальними і пружинними клемами.

Підкладка прикріплюється до дерев'яної шпали чотирма шурупами або пружинні костиллями, до залізобетонної – двома шурупами або двома закладними болтами. Під гайки закладних болтів, клемних болтів і під шурупи ставиться двовитковий або тарілчасті пружинні майби. Під підшою

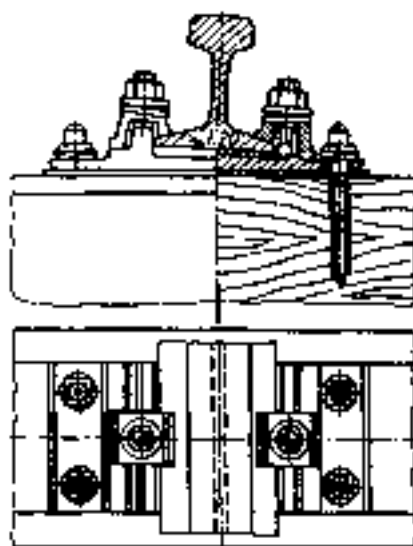


Рис. 2.86. Роздільне скріплення типу Д2

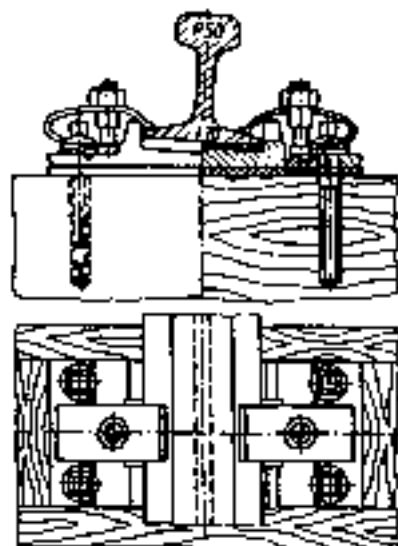


Рис. 2.87. Роздільне скріплення типу Д4

При нероздільних скріпленнях типу ЖБ (рис. 2.91) і ЖБР (рис. 2.92) рейки кріпляться до шпал пружинні клемами і закладними болтами із гайками, а типу БП (рис. 2.93) – двома закладними болтами, на яких кріпляться пруткові типу «краб» або плоскі пружинні клема, що притискують рейки до підкладки.

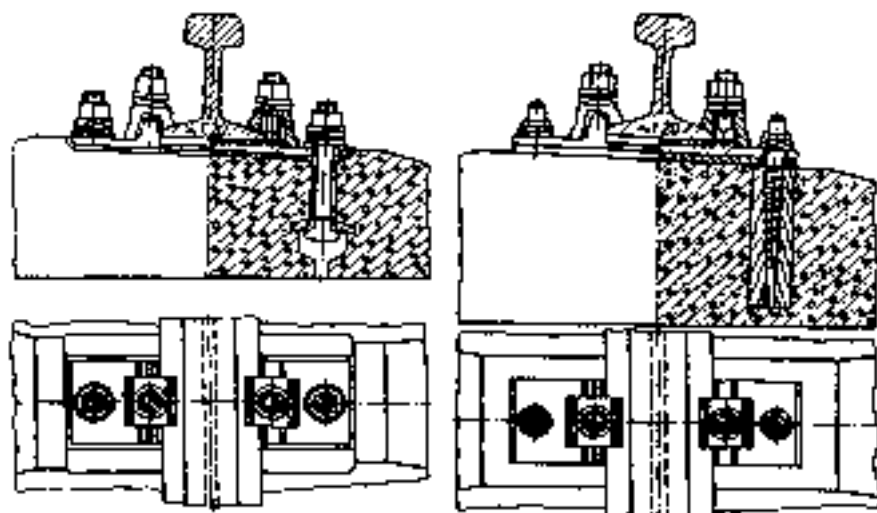


Рис. 2.88. Роздільне скріплення типу KB Рис. 2.89. Роздільне скріплення типу K2

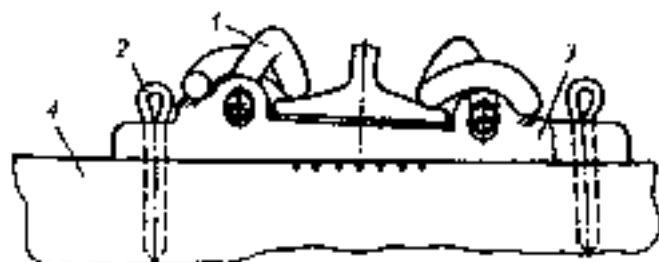


Рис. 2.90. Роздільне скріплення з клеми «Лендра».
1 — пружна клема; 2 — шуруп; 3 — підкладка; 4 — шпала.

На залізницях України в дослідному порядку укладаються також не-роздільні безпідкладочні і безболтові скріплення КПП-5 (рис. 2.94), КПП-7, КПП-12. У цих скріпленнях рейки прикріплюються до шпал пружними клеми, які, в свою чергу, прикріплюються до забетонуваних у шпалу анкерів. Під підонду рейок укладаються пружні ізоляційні підкладки. Для ізоляції анкера від рейки в голову анкера вставляється ізоляційна вставка з твердого полімеру, який опирається полицею на підонду рейки і притіснюється до неї пружною клемою.

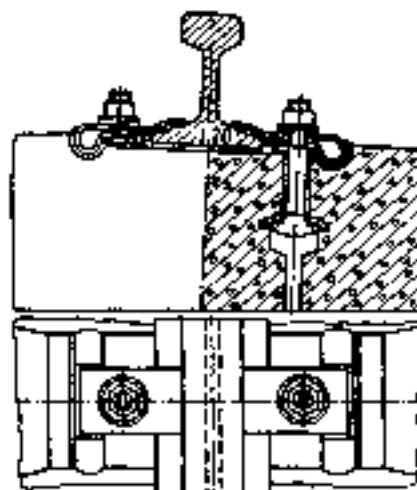


Рис. 2.91. Нереміюване скріплювальне плиту ЖБ

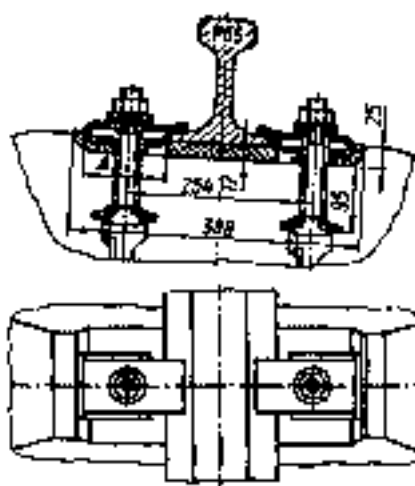


Рис. 2.92. Нереміюване фіксоване плиту ЖБР

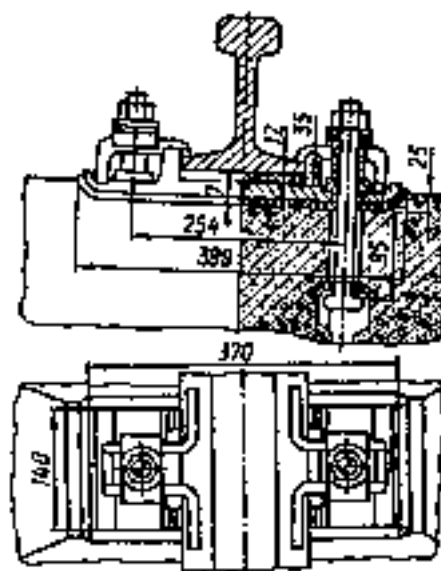


Рис. 2.93. Нереміюване пружне скріплювання БП

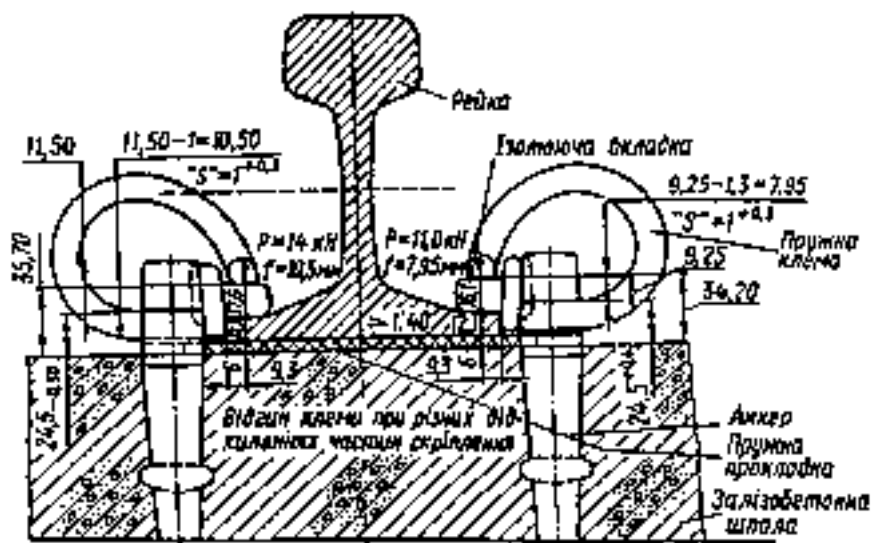


Рис. 2.94. Пероїдкове безвартове скріплення типу КНН-5

2.8.3. Угон колії. Протиутонні пристрої

Прискорюючи хід, поїзд намагається зрушити рейки і шпали в напрямку, протилежному рухові, а при гальмуванні — за напрямком руху. Сумарна їх дія може призвести до поздовжніх переміщень рейок відносно шпал, які називають утоном колії.

Угон колії є причиною розхитування, послаблення і розладнання рейкового скріплення, зносу шпал, скривлення колії, що загрожує безпеці руху.

Для залюбівання уgonу застосовують протиутонні пристрої — це додаткові упори рейок до шпал. Найбільше поширені упори:

- пружинні;
- клинові або самозаклинені.

Колії мають укріплюватись від уgonу особливо в тих місцях, де часто відбувається гальмування або прискорення руху поїздів, та в інших випадках, коли конструкція проміжних скріплень не забезпечує надійного закріплення рейок від поздовжніх переміщень відносно шпал.

Пружинні протиутони (рис. 2.95) виготовляються з пружинної сталі для рейок типів Р43 і важче. Вони встановлюються на підшпальну рейку так, щоб зуб кожного протиутону на обох кінцях розташовувався зовні колії (рис. 2.96).



Рис. 2.98. Взаємодія самозакріпного притягача зі шпалкою

2.9. Баластний шар

Баластний шар являє собою призмку у вигляді транеції із синіх матеріалів (щебеню, гравію, піску), яка насипається і формується на основній площадці земляного полотна і на якій влаштовується рейко-шпальна решітка.

Баластний шар призначений для надання стійкості рейко-шпальній решітці, рівномірного розподілу навантаження на земляне полотно, відводу від колії води, виправлення рейко-шпальної решітки при ремонті шляхом підбивання баласту під шпалки. Тому баластний шар має відновідати таким вимогам: мати велике внутрішнє тертя і зчеплення частинок, сприймати високе навантаження і не змінювати форму, добре пропускати воду, бути морозостійким.

Баластний шар насипають з таких матеріалів:

- **колійного щебеню** фракцій від 25 × 50 до 40 × 70, який виготовляють на кар'єрних заводах шляхом дроблення каменю з сортування на решітках. Камінці мають гострі і шершаві грані — це робить баласт міцним;
- **черепашок** — пористого вапняка, який добувається з дна мілководної зони моря і складається з подрібнених черепашок морських організмів;
- **гравію і піску**, частіше у вигляді гравійно-піщаної суміші: 50% гравію розміром частинок 3 мм і 50% піску.

Під баластним шаром із щебеню між призмою і основою площадкою влаштовують піщану подушку.

Ширина баластної призми у верхній частині 3400 мм

На рис. 2.99 представлені поперечні профілі баластної призми для різних варіантів укладання колії.

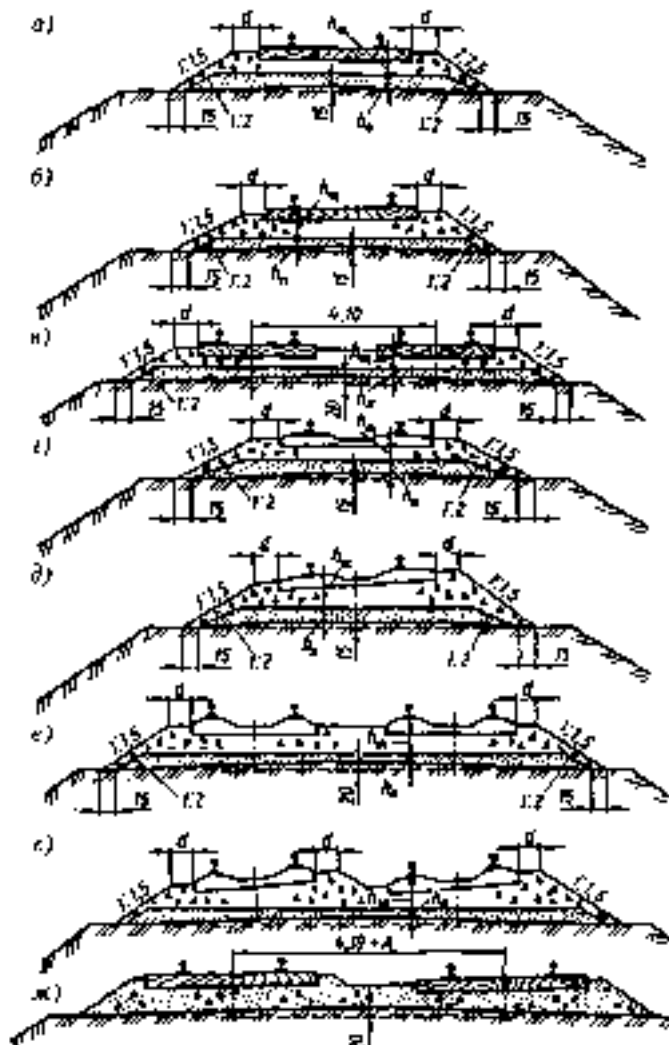


Рис. 2.99. Поперечні профілі баластної підлоги:

а, б, в — із щебеню при дерев'яних шпалах (а — на прямій одноколінійній ділянці, б — те саме в кривій, в — на прямій двоколінійній ділянці); г, д, е, з — із щебеню при залізобетонних шпалах (г — на прямій одноколінійній ділянці, д — те саме в кривій, е — на прямій двоколінійній ділянці, з — те саме в кривій); ж — з кар'єрного граніту, черепищини, піску при дерев'яних шпалах у кривій на двоколінійній ділянці; $h_{\text{ш}}$ — товщина баластного шару під шпалою; $h_{\text{п}}$ — товщина шару підшпальної подушки; d — плече баластної прилипи; A — розширення міжколіїя в кривій за умовами габариту.

2.10. Взаємодія колії і рухомого складу

2.10.1. Умови проходження рухомого складу на рейковій колії

Залізничний рухомий склад не має рульового управління, траєкторія його руху визначається рейковою колією.

Для направлення руху колії по рейкам необхідне дотримання таких умов:

- колеса мають бути глухо насаджені на вісь, тобто не можуть зміщатись на огі або повертатись відносно її. Вісь з глухо насадженими (запресованими) колесами називається **колійною парю**. Два-три колійні пари об'єднуються жорсткою рамою, яка називається **візком**;
- колеса з внутрішнього боку бандажів повинні мати вертикальні виступи, які називають **гребенями** або **ребордами**, що запобігають виходу коліс з рейкової колії;
- ширина рейкової колії має бути постійною на прямих відрізках лінії (1520 мм) і плавно розширюватись при проходженні кривих в залежності від радіусу;
- конічна поверхня бандажів коліс повинна мати ухил 1:20, що забезпечує повернення коліс в середнє їх положення на рейках і завдяки цьому досягається плавність руху, рівномірне стирання поверхні. Щоб колеса рівномірно торкалися рейок, рейкам також надають ухил в середину колії 1:20, що називається **підухилом рейок**;
- зазор між гребенями коліс і боковими гранями головок рейок має бути величиною:

$$\delta = S - K; \text{ мм.} \quad (2.8)$$

де S — ширина рейкової колії, $S = 1520$ мм.

K — ширина колійної пари, яка складається із глухої насадки коліс — відстані між внутрішніми гранями коліс (1440 ± 3 мм), двох тонщиків гребенів (від 25 до 33 мм кожна, в залежності від тривалості експлуатації), двох скоків гребенів з внутрішньої сторони по 1 мм.

Зазор δ може бути від 9 до 40 мм, а в середньому — 18 мм. Зазор менше 9 мм призводить до заклинення колійних пар і підірвання гребенів, збільшення витрат енергії для подолання опору рухові, а зазор більше 40 мм — має небезпеку сходження коліс з рейок;

- мати можливість повороту візків або окремих осей відносно рами вагона, що дозволяє плавно вписуватись рухомому складу в криві ділянки колії.

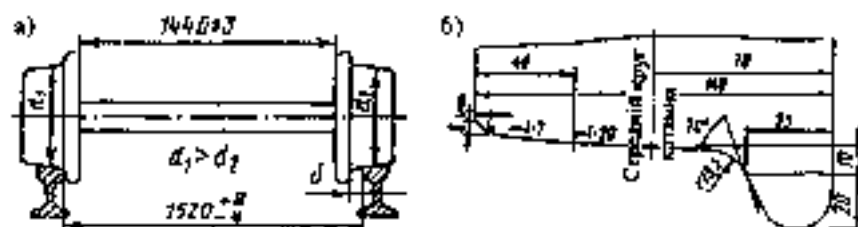


Рис. 2.100. Колісна пара в рейковій колії (а)
і профіль колеса рухомого складу (б)

2.10.2. Силова дія рухомого складу на рейкову колію

Сили, які передаються від рухомого складу і діють на рейкову колію, мають такий характер і напрямок дії:

- **сили нормального або вертикального тиску**, що призводять до осідання колії і вигинання рейок. В нерухомому стані — це вертикальна сила ваги рухомого складу, що припадає на одну вісь: її називають осевим або статичним навантаженням. В рухомому стані — ця сила називається динамічним навантаженням, вона не постійна і залежить від нерівностей на поверхні кочення рейок, деформації колії, пружності ресор, змін в траєкторії руху, інших випадкових факторів, що викликають підскакування і вертикальні коливання рухомого складу. Динамічне навантаження може перевищувати статичне в 1,5–4 рази;
- **сили бокового тиску** — це горизонтальні поперечні сили, що виникають при поперечному коливанні рухомого складу і повертанні його на кривих ділянках колії;
- **подовжні горизонтальні сили** (сили упову від прискорення або гальмування поїзда, напруження від дії температур).

Всі ці сили враховуються у конструюванні верхньої будови колії і ходових частин рухомого складу.

2.11. Рейкова колія на прямих і кривих ділянках колії

2.11.1. Ширина колії і рівень рейкових ніток залізничної лінії

Шириною колії називають відстань між внутрішніми боковими гранями головок рейок, яка вимірюється на рівні 13 мм лікоть поверхні кочення.

Раніше ширина колії на прямих ділянках дорівнювала 5 англійським футам, тобто 1524 мм, тепер вона установлена 1520 мм. Така ширина колії утримується на всіх прямих ділянках і на кривих радіусом більше 650 м.

За радіусів кривих від 650 до 450 м, ширина колії установлена 1530 мм, за радіусів 449 м і менше — 1535 мм. На лініях, що існують з раніше укладеною колією, допускається ширина колії 1520 мм в кривих радіусом від 349 до 650 м.

Для колії на залізобетонних шпалах ширина колії на прямих та кривих ділянках за радіуса 300 м і більше встановлена однаковою — 1520 мм.

Забезпечити абсолютно точну ширину колії неможливо, тому ПТЕ допускає відхилення від встановлених норм на розширення + 8 мм і на звуження — 4 мм. На ділянках з дерев'яними шпалами, де швидкість руху не перевищує 50 км/год, допускаються відхилення — 10 мм і — 4 мм.

Ширина колії більше 1546 мм і менше 1510 мм в усіх випадках не допускається.

Головки двох рейок колії на прямих ділянках і на кривих радіусом 4000 м і більше мають бути на одному рівні — рівні головок рейок (РГР). Дозволяється одну із рейкових ниток постійно на всій довжині прямої ділянки лінії (крім тунелів) утримувати на рівні 6 мм вище другої. На 2-колінійній лінії підвищується, як правило, бровочна нитка. Перелік таких ділянок затверджується наказом начальника дистанції колії.

Необхідно уникати так званих «перекосів» — частой зміни відхилень вниз і вверх відносно РГР. Колійні перекоси спричиняють поперечні коливання рухомого складу, небезпечні для руху поїздів.

2.11.2. Підвешення зовнішньої (рейкової) нитки на кривих ділянках

На кривих ділянках колії на рухомий склад діє відцентрова сила, що направлена назовні від центру кривої. Щоб погасити її, на кривих радіусом 4000 м і менше зовнішню рейкову нитку підвищують на таку висоту, щоб доцентрова сила, яка виникає від підвищення рейки, повністю урівноважила відцентрову силу.

Якщо на рис. 2.101 будемо вважати, що I — відцентрова сила, Q — сила ваги, N — сила нормального тиску, H — доцентрова сила, h — підвищення рейки, $S_1 = 1,6$ м — відстань між осями

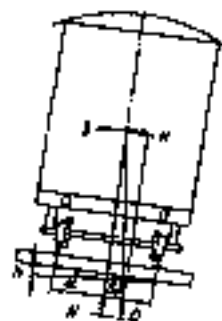


Рис. 2.101. Силами, які діють на рухомий склад на кривих ділянках колії

рейок, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення земного тяжіння, то відцентрова і доцентрова сили визначаються за формулами:

$$I = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{Q \cdot v^2}{g \cdot R} : H, \quad (2.9)$$

$$H = Q \cdot \frac{h}{S_1} : 1\text{т}, \quad (2.10)$$

Підвищення h має бути таким, щоб $H = I$, тобто:

$$\frac{Q \cdot v^2}{g \cdot R} = Q \cdot \frac{h}{S_1} : \quad (2.11)$$

Звідси підвищення зовнішньої рейки над внутрішньою буде визначатися:

$$h = \frac{v^2 \cdot S_1}{g \cdot R} = 12,5 \frac{v^2}{R} : \text{мм}. \quad (2.12)$$

Величину h , яка залежить від швидкості руху поїздів і радіуса кривої, затверджує наказом начальних залізниць. Як правило, підвищення не має бути більше 150 мм. У деяких випадках на кривих ділянках головної колії максимальне підвищення зовнішньої рейкової нитки може досягати з дозволу Укрзалізниці і більше 150 мм.

2.11.3. Відводи розширення колії і підвищення зовнішніх рейок

Для плавного руху поїздів необхідно правильно вивести розширену колію на кривій до нормальної ширини на прямій ділянці, а також підвищенням зовнішньої рейкової нитки до рівня на прямій ділянці.

Відводи підвищення зовнішньої рейкової нитки кривої і зміна ширини міжколій плавно здійснюються в межах перехідної кривої пропорційно зміні радіуса, а за її відсутності чи недостатній довжини – протягом прямої з ухилом 0,001.

Початок і кінець відводу підвищення мають співпадати з початком і кінцем перехідної кривої. У разі відсутності перехідних кривих нормальні відводи підвищення виконуються за умови, якщо довжина прямої ділянки між цими відводами буде не менше 25 м (рис. 2.102). У разі недостатньої довжини прямої вставки для відводу підвищення з ухилом 0,001 доцільно скоротити довжину цієї ділянки до 15 м або відвід підвищення зробити більш крутим, але не більшим 0,003. Якщо пряма ділянка доси-

ною 15 м не виходить, то підвищення залишається на всій довжині прямої вставки за однакових радіусів обох кривих. Якщо радіуси кривих різні, то більше підвищення плану (не більше 0,001) зменшується на прямій вставці до меншого підвищення (рис. 2.103).

На вставках між зворотними кривими за відсутністю перехідних кривих чи при їх недостатній довжині нормальні відводи підвищення виконуються за умови, що довжина між відводами буде не менше 25 м. Щоб зберегти цю довжину прямої вставки відводи роблять з крутішим ухилом не більше 0,003 (рис. 2.104). Якщо довжина прямої вставки буде недостатньою, то між кінцями відводів залишається пряма ділянка довжиною 15 м, з відводи робляться з ухилом до 0,003 так, щоб на початку кругової кривої підвищення було не меншим половини повного підвищення (рис. 2.105).

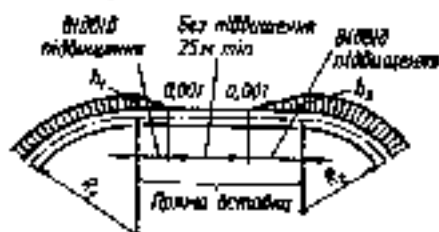


Рис. 2.102. Відводи підвищення при сполученні двох кривих однакового і протилежного напрямку вставкою між ними:

h_1 і h_2 — ширини підвищення зворотних кривих; R_1 і R_2 — радіуси кривих.

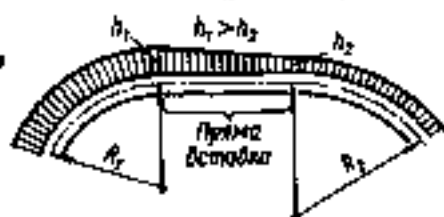


Рис. 2.103. Будова відводів підвищення при сполученні кривих однакового напрямку та протилежного напрямку вставкою між ними:

h_1 і h_2 — ширини підвищення зворотних кривих; R_1 і R_2 — радіуси кривих.

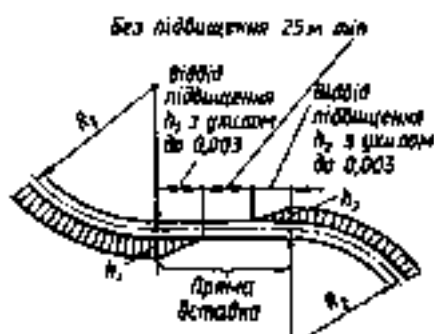


Рис. 2.104. Будова відводів підвищення при сполученні зворотних кривих і недостатній прямій вставці між ними

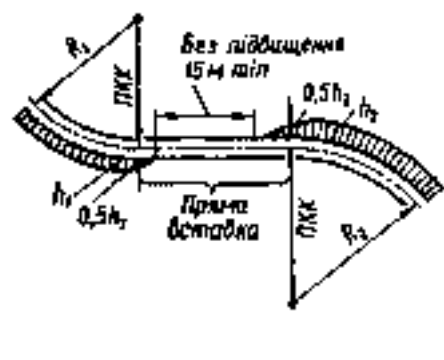


Рис. 2.105. Будова відводів підвищення при сполученні зворотних кривих і недостатній вставці між ними

Відводи шаркнистості колії на кривих до нормальної на прямих ділянках виконують лосуванням внутрішньої рейкової нитки не більш як на 1 мм до 1 погонний метр.

2.11.4. Рихтування колії

Для плавності руху важливо правильно утримувати колію в плані. Будь-які скривлення прямих і кривих ділянок колії спричиняють додаткові інерційні дії на колію і рухомий склад.

Прямолінійність рейок на прямих ділянках перевіряється за допомогою спеціального оптичного приладу, а правильне положення на кривих — шляхом вимірювань стріла вигину зовнішньої рейкової нитки хордами довжиною по 10 і 20 м.

Зовнішню рейку через кожні 5 або 10 м масляною фарбою розмічають рисками. **Стріла вигину** для кожної такої поділки — це довжина перпендикуляра, опущеного з цієї точки на хорду, яка з'єднує дві сусідні з нею точки. Величини стріла збирають за спеціальними таблицями, складають графік стріла вигину, за якими проводяться розрахунки для виправлення колії в плані. На основі цих розрахунків виконується рихтування колії за допомогою гідравлічних приладів або рихтувальних машин.

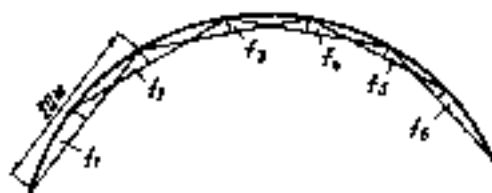


Рис. 2.106. Вимірювання кривих на станційному колісному 20 м



Рис. 2.107. Графік стріла вигину кривих:
а — фактичний стан; б — проект.

2.12. Призначення і будова стрілочних переводів

2.12.1. Призначення і основні частини стрілочного переводу

Для переходу рухомого складу з одної колії на іншу слугує колійний пристрій, який називається **стрілочним переводом**.

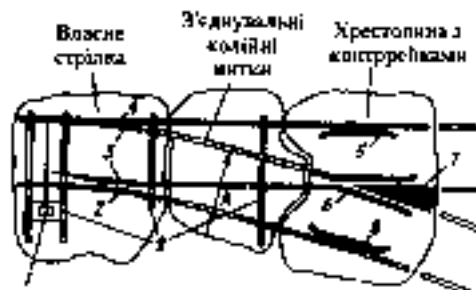


Рис. 2.108. Схема залізничного стрілочного переводу.

1 – перевідний механізм; 2, 4 – рамні рейки; 3 – гостряки; 5, 8 – контррейки; 6 – вузовик; 7 – сердечник; 9 – перевідні бруси.

Стрілочний перевод (рис. 2.108) складається із таких основних частин:

- **власне стрілки**, призначеної для направлення рухомого складу, яка складається із двох рамних рейок, двох гостриків, перевідного механізму з металевими тягами; більш докладно зображена на рис. 2.109;
- **хрестовина з контррейками**, що забезпечують проходження коліс рухомого складу в місті перетину рейкових ниток двох колій; основна частина хрестовини – це сердечник з двома вузовиками; найбільш вузький простір між робочими гранями вузовиків називають горлом хрестовини, а відстань від горла до штиря сердечника – «мертвим» простором; більш докладно хрестовина з контррейками зображена на рис. 2.110;
- **з'єднувальних колійних ниток** – відрізки колії від задніх стиків рамних рейок до кінця стрілочного переводу (зовнішні нитки) і від кореневих стиків до хрестовини (внутрішні нитки);
- **перевідних брусів**, що об'єднують всі металеві частини переводу в єдину конструкцію; товщина брусів 160–180 мм, ширина знизу 230–280 мм, ширина зверху 175–222 мм, довжина від 3 до 5,5 м бруси нумеруються і розміщуються згідно з кресленням (елюрою переводу); набір брусів певної ширини і довжини називають комплектом; замість брусів можуть застосовуватись залізобетонні плити.

За допомогою гостриків змінюється напрямок руху рухомого складу.

На рис. 2.109. показана схема прилягання гострика до рамної рейки.

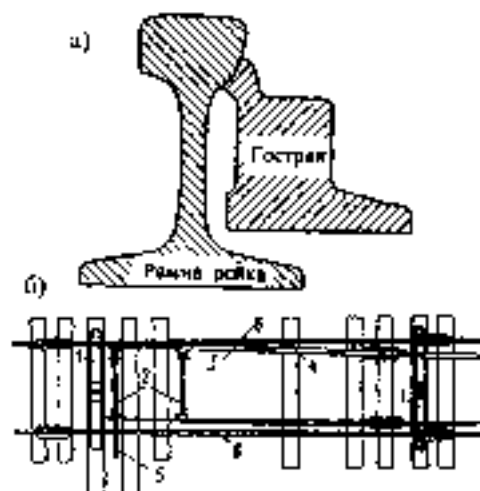


Рис. 2.109. Будова стрілки:

а - схема прилягання гостряків;

б - схема стрілки;

1 - з'єднувальна шина; 2 - стрілочні тяги; 3 - гостряк; 4 - упорний башт; 5 - перевідна тяга; б - рамна рейка.

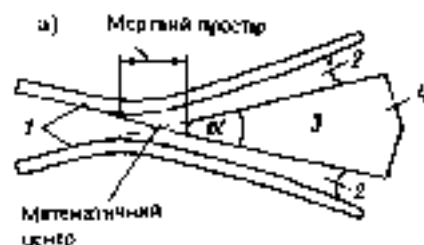


Рис. 2.110. Будова хрестовини з конструкційним

а - схема хрестовини: 1 - вусовик; 2 - жилавий; 3 - серцевинник; 4 - хвіст хрестовини; б - схема проходження колісної пари вагона в хрестовині

діння гостряків із одного положення в інше. з'єднувальні — для забезпечення стійкого подорожження гостряків під поїздом. За електричної централізації стрілок, електричні приводи не тільки переводять гостряки, а також закріплюють їх в певному положенні, стрілочні тяги в цих перевідних існують від рейкових нігост полімерними прокладками.

Відстань між внутрішньою гранню головки рамної рейки і відведенням гостряком проти першої перевідної тяги називається кроком гостряка, він має бути не меншим 152 мм.

Точка перетину осей колій, що з'єднуються, називається **центром переводу**.

Точка перетину бокових граней сердечника хрестовини називається **математичним центром**. Кут між лініями перетину цих граней називається **кутом хрестовини**. Вістря хрестовини практично не збігається з математичним центром, тому що бокові грані сердечника закруглюються раніше точки їх перетину. Відношення ширини сердечника до його довжини називається **маркою хрестовини**. Тобто марка хрестовини є тангенсом кута хрестовини і завжди записується простим дробом (наприклад, $\frac{1}{22}$, $\frac{1}{43}$).

Тип стрілочного переводу характеризується типом рейок (Р75, Р65, Р50, Р43) і маркою сердечника хрестовини ($\frac{1}{22}$, $\frac{1}{39}$, $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{43}$). Щойний збірник марок виконаний послідовно від пологих до крутих. На рис. 2.111 зображений загальний вигляд прямокутного стрілочного переводу типу Р65 марки $\frac{1}{22}$.

Останнім часом вигусяються стрілочні переводи типу Р65 і марок $\frac{1}{22}$, $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{9}$ з хрестовинами, в яких сердечник рухомий (рис. 2.112). В таких хрестовинах відсутній «мертвий прогін», тому що за допомогою спеціального приводу сердечник притискається до одного з вузликів і поверхня кочення для колій рухомого складу стає безперервною. Це дозволяє уникнути ударних впливів на хрестовину і рухомий склад.



Рис. 2.111. Стрілочний перевод типу Р65 марки $\frac{1}{22}$



Рис. 2.112. Хрестовина з рухомих сердечником

2.12.2. Види стрілочних переходів і глухих пересичень

Стрілочні переходи бувають трьох основних видів:

- **одніючі**, які з'єднують дві колії; в свою чергу поділяються на:
 - а) зличайні (правобічні, лівобічні);
 - б) симетричні;
 - в) несиметричні (криволінійні) — одніючі і різніючі; застосовуються у важких і незручних умовах станції;
- **подвійні**, які з'єднують три колії, в свою чергу поділяються на:
 - а) симетричні;
 - б) несиметричні (одніючі, різніючі).

Подвійні стрілочні переходи виготовляються за індивідуальними проектами, застосовуються дуже рідко, мають складну конструкцію.

- **перехресні**, які являють собою поєднання правобічного і лівобічного зличайних переходів, укладених назустріч один одному. Ці переходи мають дві стрілки по чотири тострики, дві гострі і дві тупі хрестовини. Рухомий склад може прямувати ними по шести маршрутах. Перехресні значно скорочують горловину станції і число кривих ділянок. Недолік — складність конструкції і експлуатації.



Рис. 2.113. Зличайний правобічний стрілочний перехід типу Р65 марки 1/11

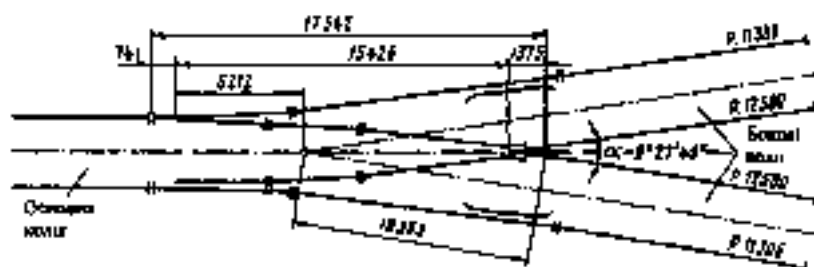


Рис. 2.114. Симетричний стрілочний перехід типу Р50 марки 1/6

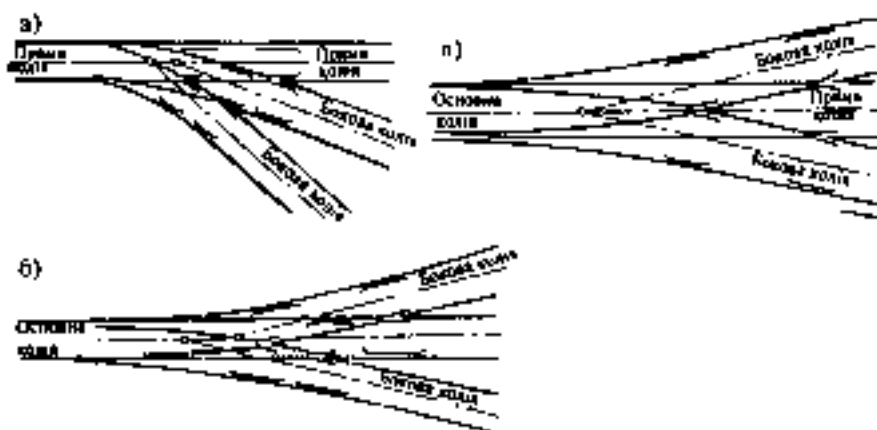


Рис. 2.117. Перехресний стрілочний перевод типу Р65 марки 1/4

Глухі пересічення (рис. 2.118) влаштовують у випадках, коли необхідно перетнути однією колією інші без переходу на них. Вони бувають прямокутні (з перпендикулярним пересіченням) і косокутні (з пересіченням під гострим кутом). Застосовуються, як правило, стандартні під кутом 90° і 45° .

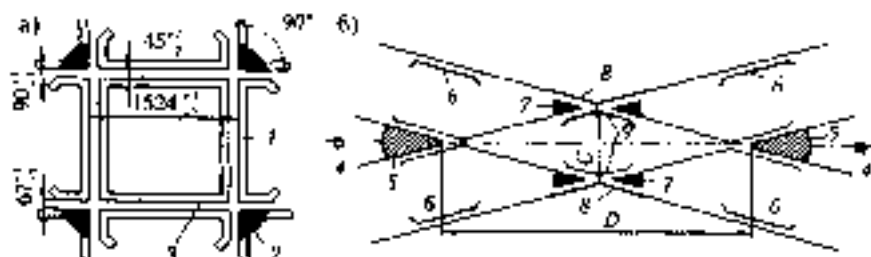


Рис. 2.118. Схеми двох перестежень:

α — прямокутне, β — косокутне: 1 — контррейка; 2 — хрестовина; 3 — контурко-замкнута контррейка; 4 — граничний стовпчик; 5 — сердечник гострої хрестовини; 6 — контррейка до гострих хрестовин; 7 — сердечник тупої хрестовини; 8 — вусовик тупої хрестовини; 9 — контррейка до тупої хрестовини; C — мала діагональ ромба; D — велика діагональ ромба

2.12.3. Умови укладання стрілочних переводів

Стрілочні переводи укладають:

- на головних і приймально-відправних пасажирських коліях: звичайні не крутіше марки $1/10$, перехресні — не крутіше $1/9$; дозволяється при прямованні пасажирських поїздів тільки по прямій колії укладати звичайні марки $1/9$;
 - на приймально-відправних коліях вантажного руху — звичайні не крутіше $1/6$, симетричні — $1/6$;
 - на інших коліях — звичайні не крутіше $1/6$, симетричні — $1/5$.
- Крім того, існують дві групи переводів для високошвидкісних ліній:
- спеціальні типу Р65 марки $1/11$ з підухилом рейок 1:20, допускають швидкість 160 км/год по прямій колії;
 - спеціальні марок $1/10$ і $1/20$, допускають швидкість відповідно 80 і 120 км/год при русі на бокову лінію; в таких переводах, як правило, застосовуються хрестовини з рухомим сердечником.

2.13. Геометричні елементи стрілочного переводу

Перед укладанням стрілочного переводу на станційкій площаді позначають його основні геометричні елементи, тобто виконують «розбивку» стрілочного переводу згідно з вправою — схемою переводу.

Спочатку відмічають центр стрілочного переводу O — точку, в якій перетинаються осі прямої і бокової колії. Від неї відкладають всі необхідні

відстані: a — до переднього стика рамних рейок; b — до торця хрестовини; a_0 — до початку гостриків; b_0 — до математичного центра хрестовини. Відрізки прямих: m — відстань від переднього стика рамної рейки до початку гостриків; q — від математичного центра хрестовини до її заднього стика (вимірюється по робочій грані сердечника) — залежать від раніше відкладених відстаней. $m = a - a_0$ і $q = b - b_0$.

Повна (практична) довжина стрілочного переводу буде складатися:

$$L_r = a + b; \text{ м.} \quad (2.13)$$

Теоретична довжина стрілочного переводу:

$$L_r = a_0 + b_0; \text{ м.} \quad (2.14)$$

Радіус перевідної кривої R вимірюють на робочій грані зовнішньої рейкової ніжки, а радіус гострика $R_{\text{гост}}$ — на його робочій грані. До геометричних елементів належать також β — кут відхилення криволінійного гострика і α — кут хрестовини.

На рис. 2.119 приведені основні геометричні елементи звичайного стрілочного переводу.

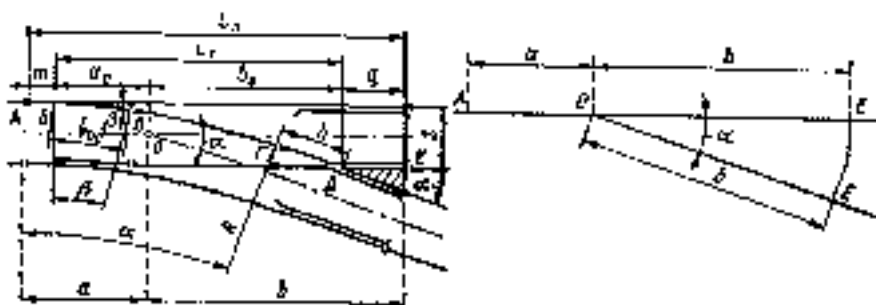


Рис. 2.119. Схема звичайного перебуду з геометричними елементами:

- O — центр стрілочного перебуду — точка перетину осей колій;
- $\bar{O}$ — математичний центр хрестовини; a — відстань від точки O до передніх стиків рамних рейок; a_0 — відстань від точки O до початку гостриків;
- b — відстань від точки O до кінця стрілочного перебуду; b_0 — відстань від точки O до математичного центра хрестовини; m — відстань від передніх стиків рамних рейок до початку гостриків; q — відстань від математичного центра хрестовини до задніх її стиків; L_r — повна (практична) довжина стрілочного перебуду; L_t — теоретична довжина стрілочного перебуду;
- R — радіус перевідної кривої. Залежить від виду перебуду і марки хрестовини;
- $R_{\text{гост}}$ — відстань між кінцем перевідної кривої і математичним центром хрестовини;
- α — кут хрестовини; β — кут відхилення криволінійного гострика;
- S — ширина колії; $\ell_{\text{гост}}$ — довжина гострика.

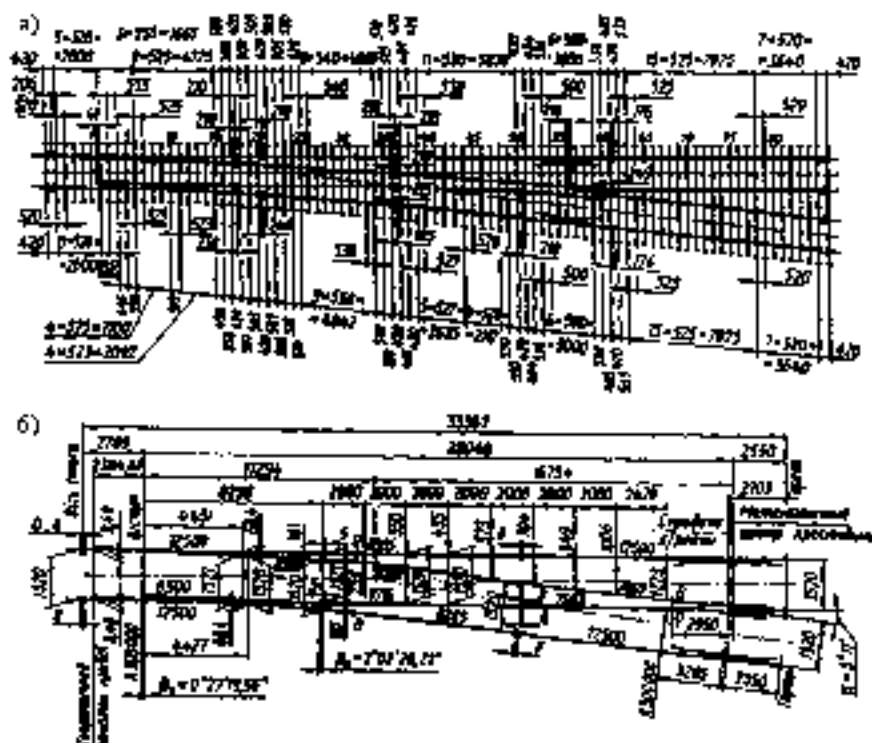


Рис. 2.120. Екзотри укладання (а) і схема розбіжності (б) стрілоконної переводу типу Р65 на рейках 1/11 на залізничних технічних доріжках

При проектуванні і укладанні стрілочних переводів необхідно знати розміри цих геометричних елементів, які залежать від типу рейок і марок хрестовки. Найголовніші з цих розмірів приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.
Основні розміри стрілочних переводів

Тип рейок	Марка хрестовини	Кут хрестовини	Основні розміри, м		Тип рейок	Марка хрестовини	Кут хрестовини	Основні розміри, м	
			a	b				a	b
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
P75	1/11	5°11'40"	14,06	19,30	P65	1/9	6°20'25"	15,23	15,81
P65	1/22	2°35'30"	31,95	38,59	P50	1/18	3°10'12"	25,63	31,80

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
P65	1/18	3°10'12"	25,63	31,89	P50	1/11	5°11'40"	14,48	19,05
P65	1/18*	3°10'12"	25,63	36,19	P50	1/9	6°20'25"	15,46	15,60
P65	1/11	5°11'40"	14,06	20,42	P50	1/6**	9°27'45"	6,95	10,56
P65	1/11*	5°11'40"	14,06	23,58					

Примітка: * з рухомих сердечником хрестовини;

** одностричний переїзд.

Екюри укладання і схеми розбивки стрілочних переводів усіх основних типів, що випускаються в Україні, приводяться в додатку 5 до Інструкції з устрою та утримання колій залізниць України (ЦП-0050). Зразок екюри і розбивки приведений на рис. 2.120.

2.14. Взаємне розміщення стрілочних переводів.

З'їзди і стрілочні вулиці

2.14.1 Основні схеми укладання двох суміжних переводів

Розміщення стрілочних переводів відносно один одного має забезпечувати безпеку руху і мінімальні пробіги рухомого складу.

Існують такі схеми взаємного розміщення суміжних стрілочних переводів:

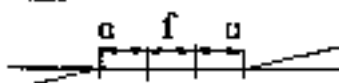


Схема 1
зустрічні різнобоки

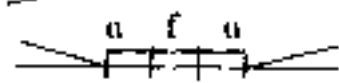


Схема 2
зустрічні однобоки

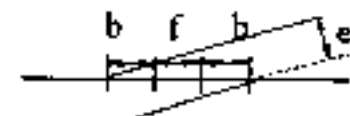


Схема 3
паралельні різнобоки
хрестовинами всередину

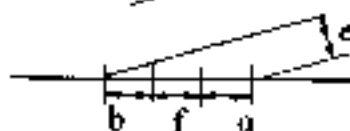


Схема 4
паралельні однобоки попутні

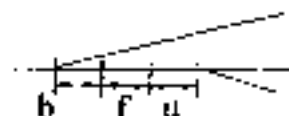
Схема 5
лопутьні різнобазі

Рис. 2.121. Схеми укладання дна суцільних стрілочних переходів

Для плавності руху на стрілочних переходах дотримання умов безпеки руху і усталовленого міжколійя між ними вставляються прямі відрізки колії (f).

В схемах 1, 2, 3 і 4 на головних, приймальних і відправних коліях довжина вставки f має бути не менше: на головних коліях — 12,5 м (у важких умовах — 6,25 м), на приймально-відправних коліях — 6,25 м (у важких умовах — 4,5 м), на інших коліях — 4,5 м.

На швидкісних лініях, за швидкості руху пасажирських поїздів 120–160 км/год, довжина прямої вставки має бути 25 м (у важких умовах — 12,5 м).

2.14.2. З'їзди і стрілочні вулиці

Колії можуть з'єднуватися між собою з'їздами. Залежно від розміщення колій, які з'єднуються, з'їзди бувають звичайні, перехресні і скорочені.

Звичайний з'їзд (рис. 2.122) складається з двох однакових одиночних стрілочних переходів (однієї марки хрестовини) і з'єднувальної колії f , яка укладається між коренями їд хрестовин.

Перехресний, або подвійний з'їзд (рис. 2.123) складається з двох звичайних з'їздів, які перетинаються між собою. Він має чотири стрілочні пе-

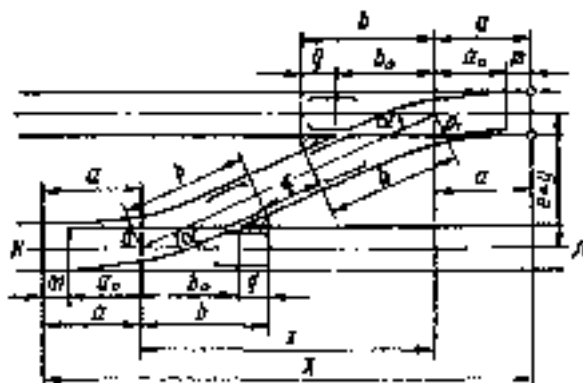


Рис. 2.122. Звичайний з'їзд

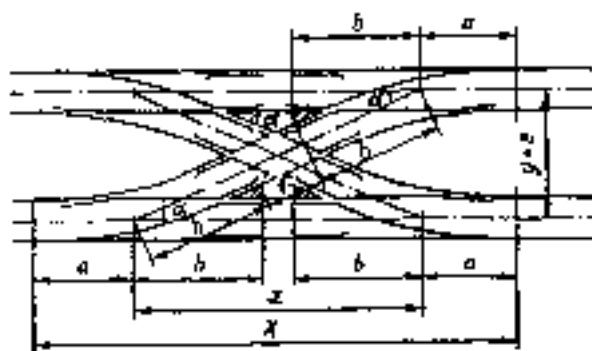


Рис. 2.123. Перехресний з'їзд

переводи і глухе пересічення, яке розміщується між коренями хрестовин. Такі з'їзди влаштовуються у важких умовах, коли неможливо звичайні з'їзди розмістити послідовно.

Скорочені з'їзди застосовуються для з'єднання двох колій, розміщених на великій відстані одна від одної.

Колія, на якій послідовно розміщені стрілочні переводи, що ведуть на паралельні колії, називається **стрілочною вулицею**. Як правило, стрілочні вулиці об'єднують групу колій одного призначення в парки

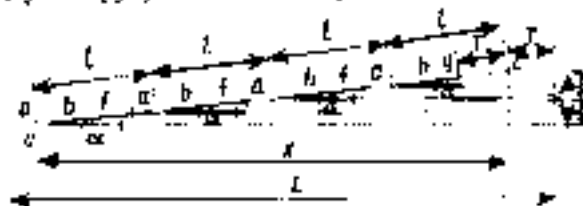


Рис. 2.124. Стрілочна вулиця в п'яти коліях

2.14.3. Огляди і перевірки стрілочних переводів

Комплект стрілочного переїзду має величезну кількість деталей – це дуже складний пристрій. Тому за ним потрібен постійний контроль ігляд. Особливої уваги потребують гостряки, сердечники, вусязники і контррейки.

Норми утримання стрілочних переїздів і глухих пересічень, їх основних деталей і вузлів, несправності, за яких забороняється експлуатація, установлюють ЛТЄ.

Не рідше одного разу в місяць стан стрілочного переводу на головних і приймально-відправних коліях стайцій перевіряє спеціальна комісія в складі начальника стайцій (голова), шляхового майстра, електромеханіка сигналізації, централізації і блокування, інших працівників станції з лантаних колій.

Перевіряється:

- ширина колії і рівень рейок (за допомогою спеціального контрольного шаблону ЦУП-2Д);
- крок гостриків;
- ординати (положення в площі) зовнішніх рейок переводних кривих;
- прилягання гостриків до рамних рейок;
- зношення гостриків і сердечників хрестовини;
- справність проміжного скріплення, гостриків, вуговиків, контррейок, рамних рейок, стикового скріплення.

При перевірках застосовується спеціальний контрольний шаблон, лінійки. Контрольний шаблон ЦУП-2Д має два упори: нерухомий і рухливий, що притискається до рейки пружиною. З рухливим упором зв'язаний показник ширини колії. На корпус шаблону міститься рівень, який гвинтом встановлюється в горизонтальному положенні, зв'язаний з ним показник показує різницю в рівнях рейок.

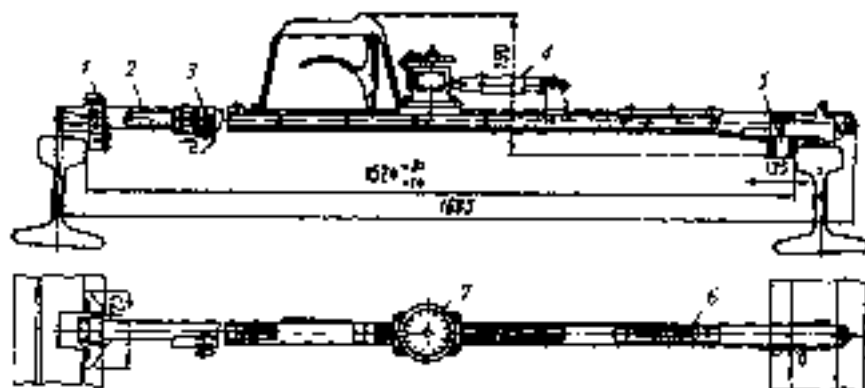


Рис. 2.125. Колізійний контрольний шаблон системи ЦУП-2Д:

1 – нерухомий упор; 2 – корпус; 3 – пристрій для вимірювання ординат переводної кривої; 4 – рівень; 5 – рухомий упор; 6 – шкала з показником ширини колії, 7 – шкала з показником підвищення однієї рейки над іншою.

2.15. Переїзди, колійні загородження і знаки

2.15.1. Призначення, категорії і різновидності переїздів

Переїзди призначені для перетину залізничних колій в одному рівні з автомобільними шляхами та пропуску через них автомобільного і грузового транспорту, худоби та проходів пішоходів.

Переїзди утримуються і обслуговуються працівниками дистанції колій. Вони завжди повинні бути справними, мати гарну видимість.

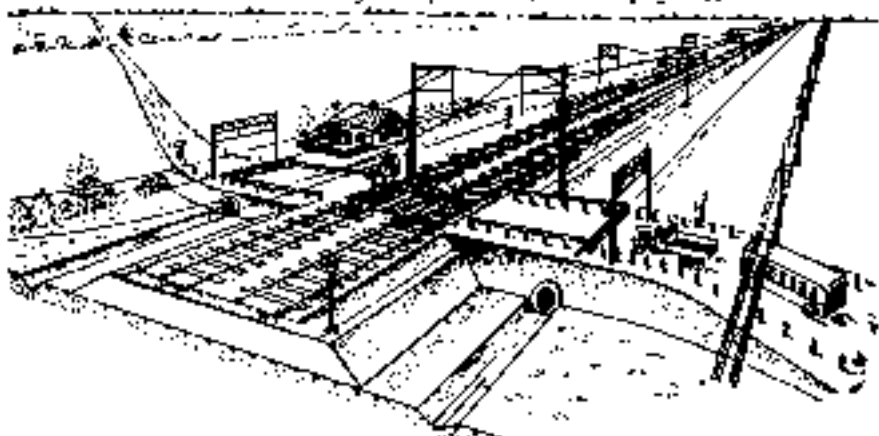


Рис. 2.126. Залізничний типове переїзду

Машиніст поїзда має бачити переїзд за 1000 м, а водій автотранспорту з відстані 50 м від ближньої рейки має бачити поїзд, що наближається з будь-якого боку переїзду — за 500 м за швидкості поїзда більше 120 км/год, 400 м — за швидкості 81–120 км/год, 250 м — за швидкості 41–80 км/год, 150 м — до 40 км/год.

Переїзди поділяються на 4 категорії в залежності від числа залізничних колій, що перетинаються автошляхами, міськими вулицями, трамвайними і тролейбусними лініями, автобусними маршрутами організованих пасажирських перевезень, від характеру та інтенсивності транспортних пересічень.

Переїзди також поділяються на регульовані і нерегульовані. До регульованих належать переїзди, на яких рух автотранспорту регулюється пристроями переїздної сигналізації чи черговими працівниками.

Регульовані, в свою чергу, поділяються на переїзди, що обслуговуються черговим працівником (I, II, III категорій, деякі IV — в межах станції) і переїзди, що не обслуговуються черговим (решта IV категорії). Переїзди з черговим, як правило, обладнуються щитбаумами.

2.15.2. Обладнання переїзду

Для безперешкодного і безпечного руху поїздів і автомобілів переїзди повинні мати:

- **типовий заціалобетонний або дерев'яний настил** (рис. 2.128), в якому уздовж колійних рейок укладають контррейки і влаштовують жолоби глибиною не менше 45 мм для проходу гребенів коліс, при цьому верх настилу із зовнішнього боку колії має відповідати рівню головок рейок (РГР), з внутрішнього боку - вище РГР до 3 см, щоб гусениці трактора

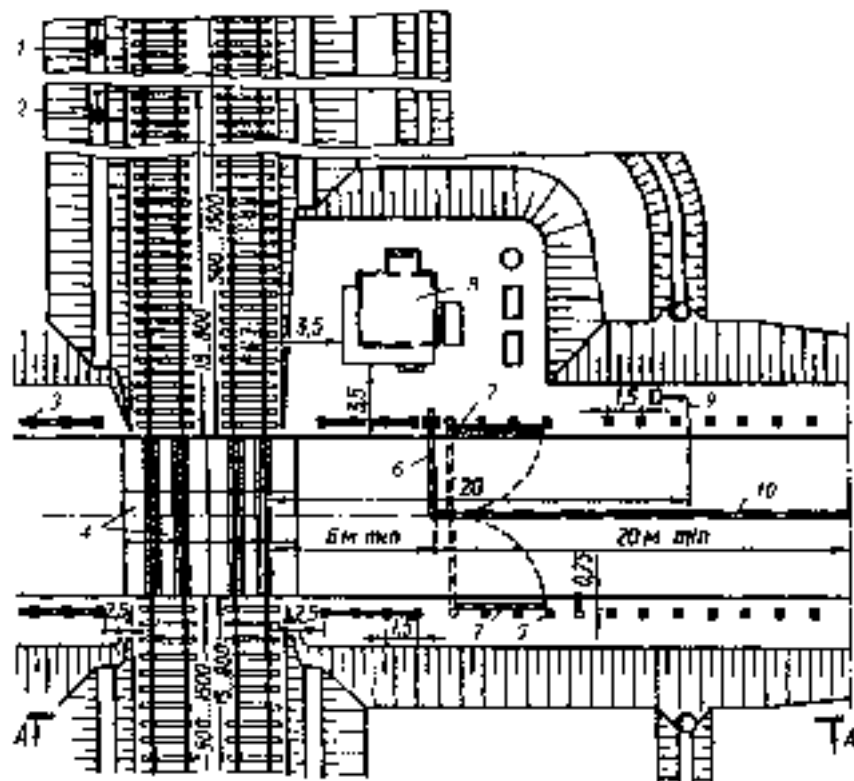


Рис. 2.127 Схеми переїзду,

що обслуговується черговим тракторником, на двоколійній лінії

- 1 - постійний сигнальний знак «С»;
- 2 - засгороджувальний світлофор;
- 3 - перила огорожі;
- 4 - настил переїзду;
- 5 - стовпчики огорожі;
- 6 - автоматичний шлагбаум;
- 7 - запасні шлагбауми (ручні);
- 8 - пост чергового по переїзду;
- 9 - попереджувальний знак «Бережіть поїзда»;
- 10 - суцільна огорожа ліній

не замкнули електричний рейковий ладцол, опириня настилу має бути рівною ширині проїжджої частини автодороги і не менше 6 м; останнім чаклм почали застосовувати настили із литих гумових плит (рис. 2.129);

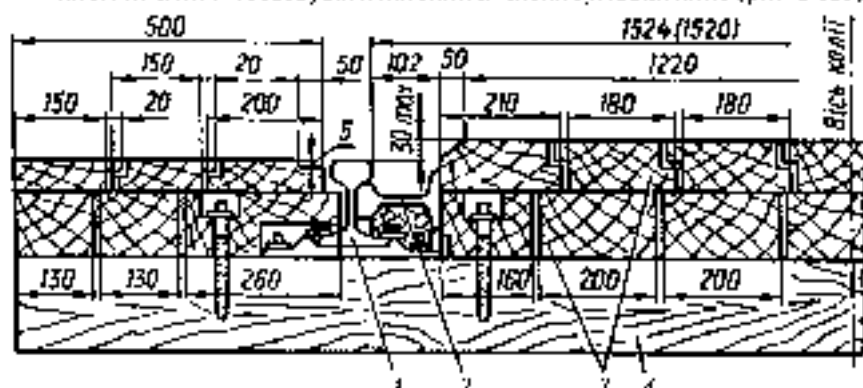


Рис. 2.128. Деталь дерев'яного настилу переїзду:

1 - колійна рейка; 2 - контррейка; 3 - дерев'яний настил;
4 - дерев'яна шпала (розміри в мм).

Внутрішня плита

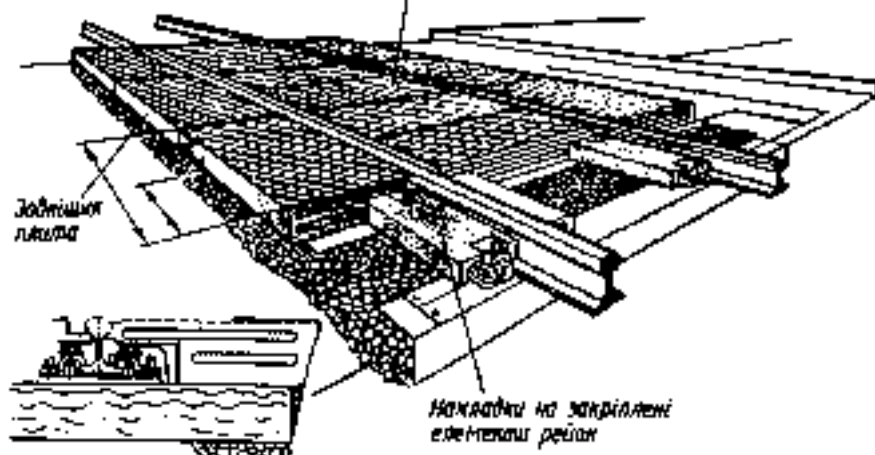


Рис. 2.129. Переїзд з настилом із литих гумових плит

- лінохідні доріжки (на переїздах з інтенсивним лінохідним рухом більше ніж 100 чел/год. а в межах населених пунктів незалежно від його інтенсивності) у вигляді настилу із дерева, залізобетону чи гумових плит;

- **асфальтовані або бетонні під'їзди**, які огорожуються стійпчиками на відстані не менше 16 м від крайніх рейок, а між шлагбаумами і коліями-перилами, які встановлюються від крайньої рейки не ближче 2,5 м; стовпчики встановлюються через кожні 1,5 м, а стійки перил або загорож — через 2,5 м; перила і загорожі мають бути, як правило, залізобетонними і мати висоту 1,2 м;
- **шлагбауми** — поворотні бруси, які піднімаються або опускаються над прямою проїжджою частиною автошляху; шлагбауми бувають: а) автоматичні з автоматичним оповіщенням звуковими і світловими сигналами про наближення поїзда, б) напівавтоматичні (закриття виконується автоматично, відкриття — натисканням кнопки), в) електрошлагбауми (закриття і відкриття — натисканням кнопки); г) з ручним приводом; шлагбауми встановлюються на відстані не ближче 6 м від крайньої рейки; бруси шлагбаумів можуть мати довжину 4–8 м, на них мають бути встановлені світловідбивачі;
- **габаритні ворота** на електрифікованих лініях висотою проїзду не вище 4,5 м для безпечного пропуску навантажених автомобілів під контактним проводом;
- **посереджувальні знаки «Бережись поїзда»** на узбіччі автошляху з правого боку при в'їзді на відстані 20 м від крайньої рейки;
- **сигнальні знаки «С»** збоку підходу поїзда на відстані 500–1500 м, а на перегонах, де рухаються поїзди із швидкостями понад 120 км/год, — на відстані 800–1500 м від переїздів; перед переїздами, що не охороняються, з незадовільними умовами видимості, крім того, мають встановлюватися додаткові сигнальні знаки «С» на відстані 250 м від переїзду (при швидкостях понад 120 км/год — 400 м).
- **електричне освітлення** освітленістю 1–5 лк в залежності від категорії переїзду.

Переїзди, що охороняються, повинні мати прямий телефонний зв'язок (або радіозв'язок) з найближчою станцією чи постом. Радіотелефонний зв'язок має доповнюватися зв'язним дзвінком (ревунгом).

Переїзди, розміщені на під'їзних і станційних коліях з маневровим характером руху, як правило, мають обладнуватися світлофорною сигналізацією.

На переїздах, що обслуговуються черговим працівником, для поїздів і маневруючих локомотивів влаштовується загороджувальна сигналізація. Загороджувальні світлофори встановлюються від переїздів на відстані не більше 800 м і не менше 15 м за умови видимості переїзду з місця їх установаження.

2.15.3. Колійні загородження

До пристроїв колійного загородження належать:

- **колійні упори** для загородження руху в тупиках, це конструкції із брусів, шпал, старих рейок, залізобетонних плит, заповнених піском або щебенем у вигляді призми, над якою зверху ставиться брус із сигнальними світлодіодами (рис. 2.130);

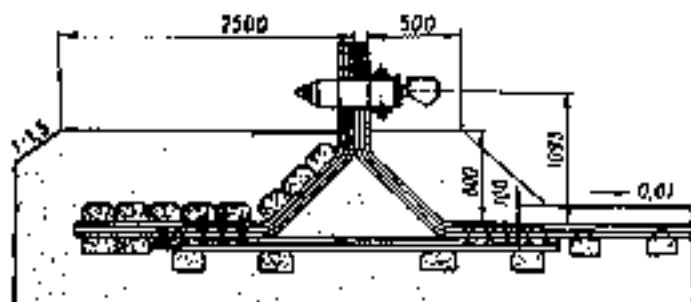


Рис. 2.130. Рейковий колійний упор з сигнальним світлодіодом

- **поворотні бруси** для загородження руху на під'їзні колії, з сигнальним ліхтарем, який вночі в закритому положенні миготливу сигналізує червоним світлом, у відкритому – білим (рис. 2.131);

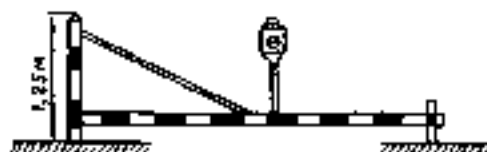


Рис. 2.131. Поворотний брус загородження

- **сходальні башпалки, гострілки і стрілки**, які не допускають виходу рухомого складу на головні колії із під'їзних колій з крутим спуском,
- **уловлюючі і зазобіжні тупики**, які також не допускають виходу рухомого складу із прилеглих ліній і під'їзних колій на колії організованого руху поїздів.

2.15.4. Колійні знаки

Колійні знаки встановлюються біля головних колій праворуч відносно напрямку руху вагонів на відстані від осі колії не ближче

3100 мм (у випадках — 5700 мм), на електрифікованих лініях — на опорах контактної мережі.

До колійних знаків (рис. 2.132) належать:

- кілометрові знаки;
- пікетні знаки;
- ухилопоказники;
- знаки початку і кінця кривих ділянок колій;
- знаки найвищого горизонту води і максимальної висоти хвилі (на укосах земляного полотна в місцях можливого розливання річок).

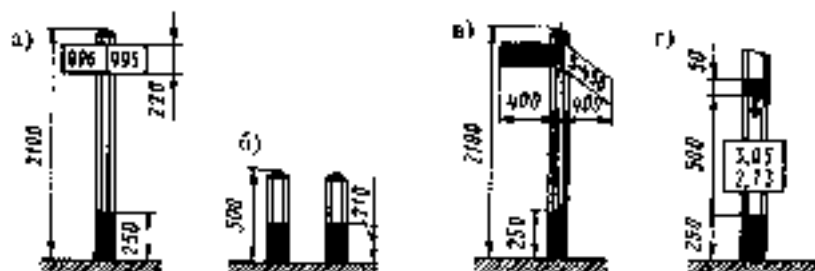


Рис. 2.132. Колійні знаки.

а — кілометровий; б — пікетний; в — ухилопоказник.

г — знак найвищого горизонту вод і максимальної висоти хвилі.

2.15.5. Сигнальні знаки

Сигнальні знаки встановлюються біля головних колій праворуч відносно напрямку руху поїздів і потребують від машиніста певних дій (гальмування, подання сигналу тощо).

До сигнальних знаків належать:

- **попереджувальний знак «С»** (рис. 2.133) — для подання попереджувального сигналу (світла локомотива) в місцях поганої видимості, а також перед мостами, переїздами, тунелями, іншими штучними спорудами; сигнальні знаки «С» бувають стаціонарні та переносні; останні використовуються для попередження місць виконання ремонтних робіт та в інших випадках, коли з'явилась необхідність попередити про наближення поїзда;
- **знаки «Початок небезпечного місця» і «Кінець небезпечного місця»** — на підходах до місць (і після них), які потребують обмеження швидкості і особливої уважливості, можуть бути постійними з відбивачами і тимчасові (рис. 2.134);

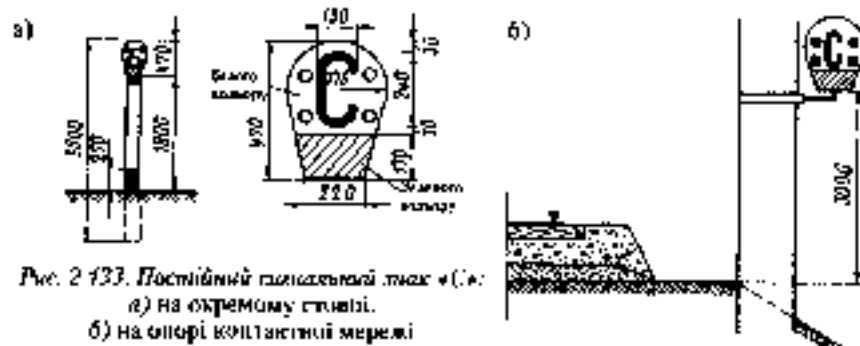


Рис. 2.133. Постійний гальмівний знак «Г»:

а) на окремому стовпі;

б) на опорі контактної мережі

- **знаки «Підняти ніж, закрити крила» і «Опустити ніж, відкрити крила»** - для електровозів перед і після переїзді, шитунних споруд, негабаритних місць (рис. 2.135). На ділянках, де працюють швидкісні електровози, перед знаком «Підняти ніж, закрити крила» встановлюється тимчасовий сигнальний знак «Підготуватися до підняття ножа та закриття крил».
- **граничні стовпчики** - вказують місце, далі якого на суміжних коліях не можна встановлювати рухомий склад;
- **постійні знаки «Газ» та «Нафта»** - встановлюються у місцях пересічень залізничної лінії нафто- і газопроводів і вказують на необхідність прямивання в цьому місці з підвищеною пильністю.
- **постійні знаки «Початок гальмування» (ПГ) і «Кінець гальмування» (КГ)** - вказують машиністу місце викання і викання гальм;
- **попереджувальні знаки «Зупинка локомотива» та «Зупинка першого вагона»** - встановлюються на пасажирських платформах і інших місцях, призначених начальником залізниці.

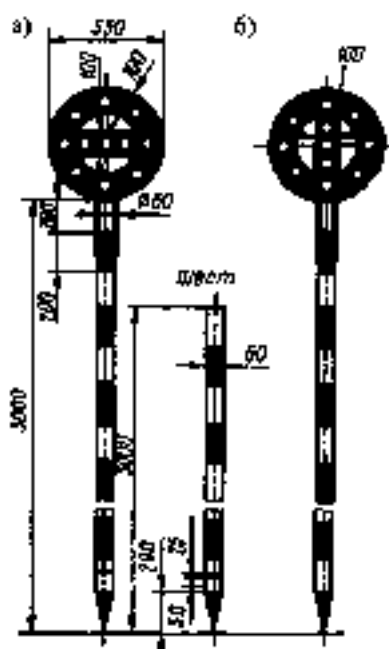


Рис. 2.134. Перекосні сигнальні знаки:

а - початку небезпечного місця;

б - кінця небезпечного місця

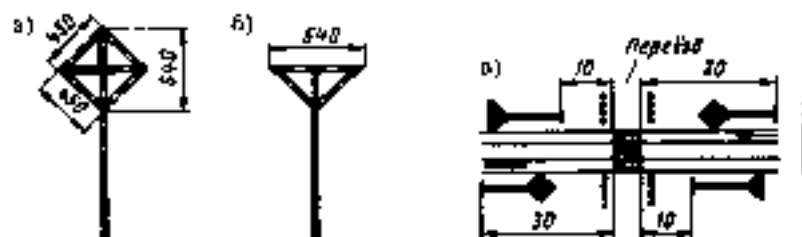


Рис. 2.135. Знаки огороження перехрестя для проїзду сільськогосподарських:

а) знак перед перехрестям «Підняти ніж, закрити крила»;

б) знак після перехрестя «Опустити ніж, відкрити крила»;

в) схема розміщення сигнальних знаків перед і після перехрестя

- попереджувальні знаки з відбивачами «Вимкнута струм» та «Увімкнута струм на електровозі» («Увімкнута струм на електропоїзді») – встановлюються відповідно перед і за нейтральною вставкою контактної мережі;
- постійні показники і знаки «Опустити струмоприймач», «Підняти струмоприймач» та «Увага! Струмопідхід» з відбивачами – встановлюються перед і після повітряним проміжком контактної мережі;
- постійні знаки «Межа станції», «Кінець контактної підвіски» і реші інших постійних і тимчасових сигнальних знаків;

2.18. Принципи організації засоби виконання колійних робіт

2.18.1. Структура управління колійним господарством

Залізничні колії перегонів і станцій з коліями промислових підприємств і організацій, що знаходяться на балансі залізниць, та підприємства, що забезпечують їх обслуговування і ремонт, складають колійне господарство залізниць.

В Державній адміністрації «Укрзалізниця» колійним господарством керує Головне управління колійного господарства (ЦП), а на залізницях – служба колії (П).

Служба колії установлює планові завдання для дистанцій колії, інших підпорядкованих підприємств і організацій, здійснює контроль за їх виконанням, технічне керівництво, запровадження нової техніки і передової технології.

Основною господарською одиницею в колійному господарстві є дистанція колії (ПЧ), в якій знаходяться технічні паспорти колій з планами і профілями.

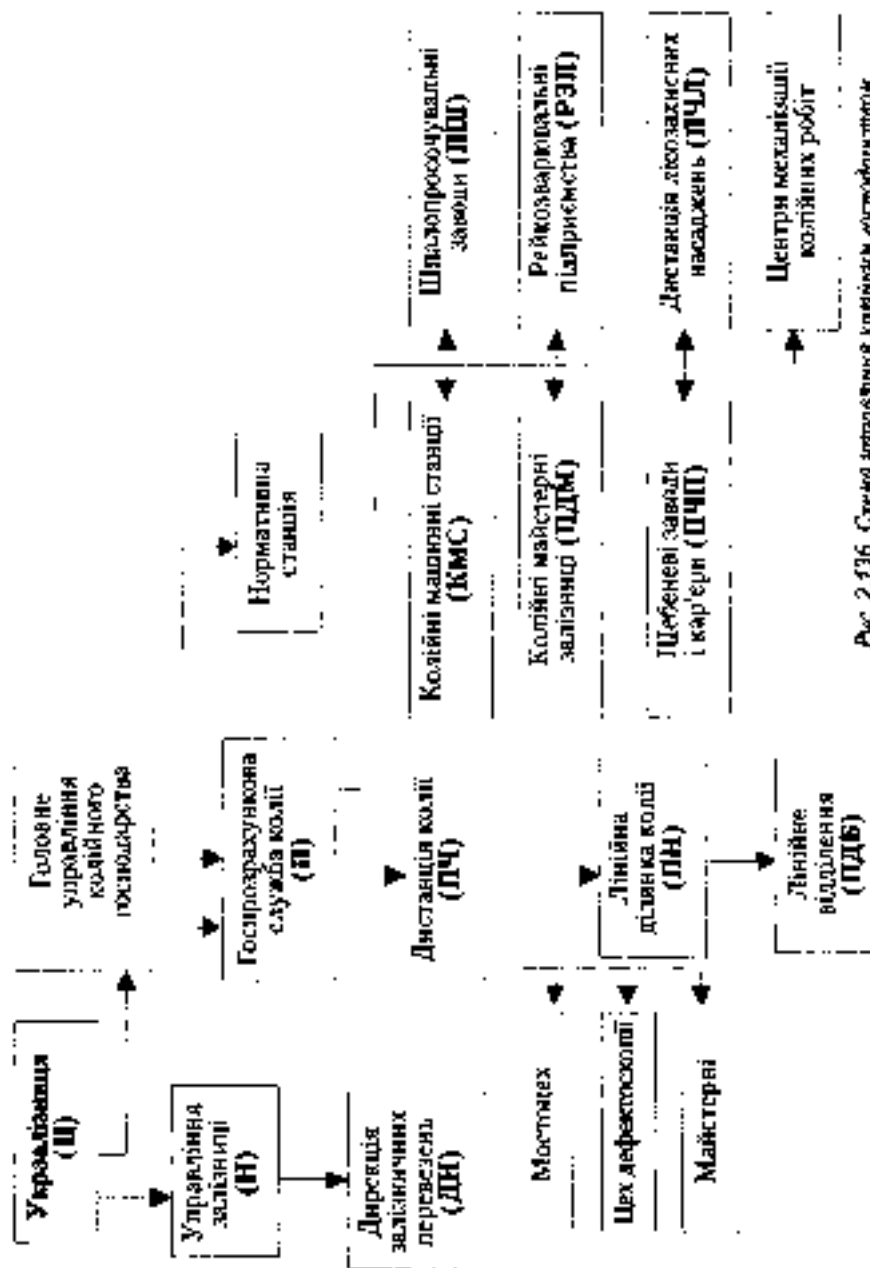


Рис. 2.136 Система управління залізничним транспортом

Дистанції колії поділяються на лінійні ділянки, які очолюють шляхові майстри (ПД), а лінійні ділянки — на лінійні (робочі) відділення, які обслуговують колійні бригади на чолі з бригадирами колії (ПДБ).

2.16.2. Поняття про модернізацію, капітальний, середній і комплексно-оздоровчий ремонт колії

В колійному господарстві діє система планово-попереджувальних ремонтів, яка включає:

- **модернізацію** — виконується на головних коліях шляхом укладання нової рейко-шпальової решітки і баластної призми;
- **капітальний ремонт** — виконується на головних коліях, якщо необхідно суцільно замінити рейки старопридатними і одночасно оздоровити шпальве господарство, баластний шар і земляне підоткото. Його правило, цей ремонт також виконується зі зміною рейко-шпальної решітки;
- **середній ремонт** — виконується на головних і станційних коліях, якщо необхідно суцільно замінити, поновити або очистити баластний шар, замінити шпали в окремих місцях та на окремих ділянках суцільно замінити рейки старопридатними;
- **комплексно-оздоровчий** — виконується на головних і станційних коліях, якщо необхідно виправити колію в плані і профілі. Одночасно з рихтуванням і підбиванням виконується частково очищення баласту, ремонт шпал, скріплень і рейок, їх подкнока заміна.

Комплексно-оздоровчий виконується між черговими капітальним і середнім, або між середніми ремонтами.

Періодичність ремонтів запроваджує Укразалізниця.

Для виконання ремонтів влітку в світлу частину доби трафіком руху поїздів передбачаються спеціальні «вікна» — проміжки часу, вільні від поїздів (від 2 до 5 годин). Останнім часом капітальний ремонт виконують у довготривалі «вікна» тривалістю 12 і більше годин. Це дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити витрати праці.

2.16.3. Колійні машини і оснащення колійних робіт

Для механізованого виконання важких робіт, пов'язаних з ремонтом колії, застосовуються колійні машини:

- колієукладальний кран УК-25, який укладає в колію ланки колійної решітки (рис. 2.137);

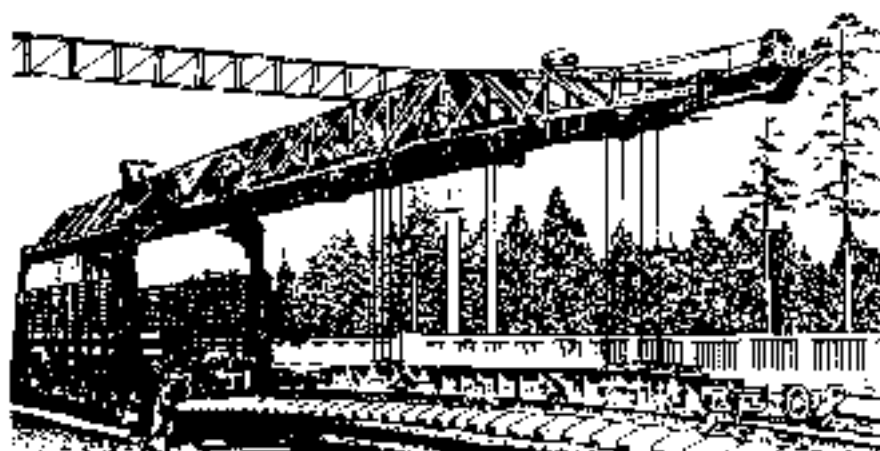


Рис. 2.137. Укладення колійної рейки колієукладаючим краном УК-25

- машина ВПО-3000 або ВПО-3-3000 для виправлення, підбивання, рихтування і оздоблення колії (рис. 2.138) при капітальному ремонті;
- щетиночні машини для очищення баласту і колії ЦОМ-4, ЦОМ-ЧМ, RM-80 і інші (рис. 2.139);
- машини ВПР-1200, ВПР-02, ВПР-09 – для виправлення, підбивання і рихтування колії при всіх ремонтах колії (рис. 2.140), ВПРС-500, ВПРС-02, ВПРС-08 – для роботи на стрілочних переносах;
- машини ПМГ для змашування і закріплення клемних та закладних болтів (рис. 2.141);
- пересувні рейкозварювальні машини ПРСМ-3 і ПРСМ-4;
- колійний струг для виконання земляних робіт, а також очищення колії від снігу;
- динамічний стабілізатор колії DGS;
- інші колійні машини.

При виконанні колійних робіт використовуються також спеціальні електричні і гідролічні механізми та інструменти, до яких, наприклад, належать електрошпательніабійники, рейкорізні верстати, рейкосверлильні верстати, рейкошліфувальні машини, гайковерти універсальні, шуруповерти,



Рис. 2.138. Машина ВПО 3000



Рис. 2.133. Грейдер-экскаватор комбинированный ДЭ-100



Рис. 2.134. Мотокран КС-1200



Рис. 2.144. Мотокран КС-1200 на гусеничном ходу с вышкой-лифтом

розгоняшки стикових зазорів, колійні домкрати вантажопідйомністю 8 і 15 т, гідропрілади для рихтування колії, рихтувальники, пересувні електростанції, зварювальні апарати та інші механізми.

2.17. Поточне утримання колії

2.17.1. Основні принципи організації поточного утримання колії

Крім планових ремонтів в проміжках часу між ними безперервно здійснюється поточне утримання колії і штучних споруд для забезпечення їх постійної справності.

Поточне утримання колії – це комплекс організаційно-технічних заходів на лінійних відділеннях, лінійних ділянках і в цілому на всій дистанції колії, яке включає:

- контроль за технічним станом колії;
 - усунення несправностей і причин, що їх викликають.
- Ці роботи можна розділити на дві групи:
- **планово-попереджувальні**, які виконуються спеціальними технічно оснащеними бригадами із застосуванням раніше підготовлених механізмів;
 - **невідкладні**, які виконуються невеликими бригадами із застосуванням будь-якої техніки, яка знаходиться в їх розпорядженні (ліквідація несправностей, які загрожують безпеці руху, роботи в аварійних ситуаціях).
- Для виконання планово-попереджувальних робіт у світлий час доби передбачаються в графіку руху поїздів технологічні «вікна» тривалістю 2 і більше годин.

2.17.2. Контроль за станом колії

Два рази на рік (весною і восени) колійне господарство, штучні споруди як і інші об'єкти господарства дистанції оглядає комісія під керівництвом начальника дистанції (НЧ) або його заступників.

Один раз у кожну половину місяця шляховий майстер (ШМ) разом з бригадирами лінійних відділень оглядає колії своєї лінійної ділянки.

Бригадир колії (ПДБ) має один раз на тиждень оглядати колію і споруди свого робочого відділення і уточнювати графік роботи бригади. Постійно оглядають колію колійні обхідники або спеціально виділені для цього монтери колії.

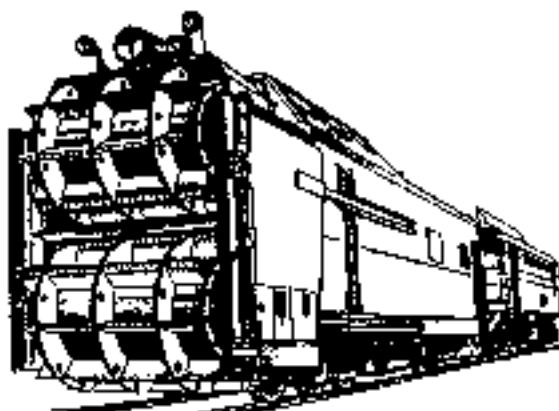


Рис. 2.143. Електричний територіальний спідомістант



Рис. 2.144. Снігозбиральна машина СМ-У

Для своєчасного і швидкого очищення стрілочних переворотів від снігу застосовуються стаціонарні пневматичні та електричні пристрої. Найбільше поширені з них пневмообдувочні пристрої з дистанційним управлінням:

- однопрограмні з ходовою системою управління, яке забезпечує по черзі очищення стрілок у певному заданому режимі роботи — використовуються на великих станціях з малоінтенсивними сніготпадами;
- багатопрограмні з блоковою системою управління — використовуються на великих станціях із сніготпадами середньої і великої інтенсивності;
- пневмоочисні пристрої з малими компресорами на проміжних станціях.

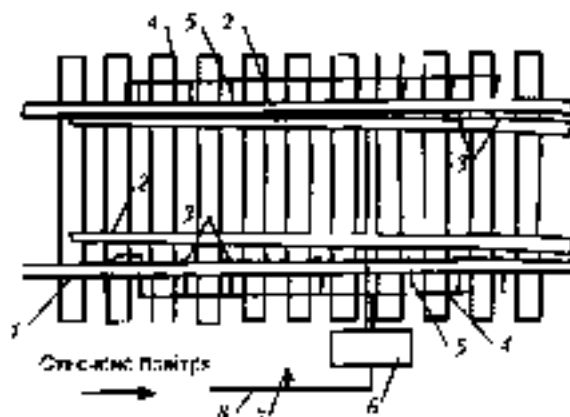


Рис. 2.145. Схема пневмообдувочного пристрою:

- 1 — рамна рейка; 2 — гострик; 3 — обдувочні сопла;
 4 — розподільний трубопровід; 5 — відвід до сопла;
 6 — електропневматичний клапан; 7 — підключення перетяжного шланга;
 8 — магістральний трубопровід.

В районах, де часті відлиги, випадає переважно м'який сніг, більш ефективними є електрообігрівальні пристрої, в яких застосовують стержневі або підшовкові електронагрівачі. Стержневі нагрівачі розміщують зовні рамної рейки під укосами в місці переходу шишки в пішову, підштовплення — в міжшпальтовому нишці під підшовною рамної рейки. При проходженні струму нагрівачі випалюють ґрунт для тавання снігу і випаровування утвореної вологи.

Комплекс профілактичних заходів для безперешкодного і швидкого пропуску талих, ливневих і паводкових вод колійними називають волобо-ротьюбою. До цих заходів належить захист баластного шару від розмивання шляхом укладання в небезпечних місцях мішків з піском, перепуском води на протилежний бік колії та інші заходи.

Контрольні питання до розділу 2

1. Що собою являють колія і міжколійя? Які установлені мінімальні відстані між осями колій?
2. Охарактеризувати основні поняття про план місцевості, горизонталі, рівні, висоти.
3. Які застосовуються способи геодезичних зйомок і геодезичні прилади?
4. Від яких показників і умов експлуатації залежить категорія залізничних ліній? Які існують категорії?
5. Охарактеризувати поняття про трасу, план і профіль залізничної лінії.
6. Назвати і пояснити основні елементи кругової і перехідної кривих.
7. Як можна паралельно змістити колії?
8. Що собою являє ухил, як вимірюється крутість ухилу? Дати визначення провідного ухилу.
9. Охарактеризувати побудову нормального позовжнього профілю колії. Як визначаються робочі позначки на профілі?
10. Пояснити призначення і принципи побудови скороченого позовжнього профілю.
11. Охарактеризувати призначення, основні конструктивні елементи земляного полотна. Які існують види поперечних профілів земляного полотна?
12. З яких елементів складається типовий поперечний профіль насипу? Яке їх призначення?
13. З яких елементів складається типовий поперечний профіль виїмки? Яке їх призначення?
14. Який вигляд може мати поперечний профіль станційної площадки? Як узгоджуються проектні відмітки профілів на станції і перегонах?
15. Яке призначення смуги відводу залізничі і як вона позначається на місцевості?
16. Як використовуються спеціальні споруди і пристрої для водозахисту та закріплення земляного полотна?
17. Які бувають деформації і руйнування земляного полотна і які проводяться заходи для їх ліквідації і попередження?
18. Перерахувати і коротко охарактеризувати штучні споруди, які влаштовують на залізничних лініях.
19. Охарактеризувати принципи будови мостових споруд. Які бувають мости?
20. Пояснити призначення і принципову будову водопропускних труб, лотків, дюкерів і фільтрувальних насипів.
21. Пояснити призначення, принципи улаштування тунелів, галерей, селеспусків і підпірних стін.
22. Охарактеризувати призначення і складові елементи верхньої будови колії.

23. Пояснити призначення рейок. Як існують типи рейок і які з них пріоритетні на залізницях України?
24. Як влаштовуються рейкові стики і які застосовуються на них стикові скріплення?
25. Що собою являє безстикова колія? Які бувають безстикові плити, для чого влаштовуються зрівнювальні прольоти?
26. Які види і типи рейкових опор застосовуються на залізничній колії?
27. Охарактеризувати призначення проміжних рейкових скріплень, їх види і застосування.
28. Які застосовуються протиусовні пристрої? Пояснити принцип їх роботи, призначення і влаштування «маячних» ппал.
29. Охарактеризувати призначення і елементи баластної призми. З яких матеріалів формують баластний шар?
30. Як взаємодіють між собою рейки і рухомий склад? Які умови мають бути створені для проходження рухомого складу по рейковій колії?
31. Які норми утримання рейкової колії установлені по ширині і рівню?
32. Як влаштовуються розширення колії і підвищення зовнішніх рейкових виток у кривих?
33. Як виконується виправлення і рихтування колії?
34. Охарактеризувати призначення стрілочного переводу, його будову, типи і марки.
35. Як існують види стрілочних переводів і глухих пересічень?
36. Охарактеризувати основні геометричні елементи стрілочного переводу. Як проводиться розбивка стрілочних переводів при укладанні?
37. Як взаємно можуть розміщуватись стрілочні переводи? Що собою являють з'їзди і стрілочні вулиці?
38. Охарактеризувати призначення, категорії і різновидності переїздів. Як вони обладнуються?
39. Перерахувати колійні знаки і пояснити їхнє призначення? Для чого влаштовуються і який устрій мають колійні загородження?
40. Які сигнальні знаки застосовуються на коліях? Пояснити їхнє призначення.
41. Охарактеризувати структуру управління колійним господарством.
42. Як організується поточне утримання колії і контроль за її станом?
43. Які планові ремонти виконуються на коліях і які при цьому використовуються колійні машини і інші технічні засоби?
44. Як і якими засобами проводиться боротьба із сніговими заметами, лаводковими і ливневими водами?
45. Які застосовуються пристрої для очищення стрілочних переводів взимку від снігу?

Розділ 3.

Вагони і вагонне господарство

3.1. Загальні відомості про вагони і контейнери

3.1.1. Принципи побудови вагона

До рухомого складу належать всі рухомі транспортні одиниці з одно-реборнаними колісними парами, що можуть рухатись по рейсовій колії, вміщуються в контурі габариту рухомого складу і задовольняють вимогам ПТЕ.

Рухомий склад поділяється на ведучий (локомотиви, самохідні одиниці) і на ведений (вагони). Вагони призначені для перевезення вантажів, пасажирів, а також для виконання спеціальних операцій. У зв'язку з цим вагони поділяються на вантажні, пасажирські та спеціального призначення. У вантажних вагонах перевозяться вантажі, в пасажирських — пасажирів, багаж, вантажобагаж і пошта.

Вагони спеціального призначення використовуються для виконання окремих робіт, спеціальних операцій чи завдань. До них, наприклад, можна віднести динамометричні, колісвимірювальні, санітарно-лікувальні вагони, вагони-кубуки, лабораторії, майстерні, лекторії та інші.

За умовами експлуатації, всі вагони поділяються на магістральні, що належать залізницям, і промислового транспорту, що належать промисловим підприємствам.

Парк вантажних вагонів складається з:

- **універсальних** (критих, напіввагонів, вагонів-платформ), які призначені для перевезення різних видів вантажів;
- **спеціальних** (вагонів-цистерн, вагонів-хоперів, вагонів-думпкарів, бункерних напіввагонів, вагонів-транспортів та інших вагонів), які призначені для перевезення окремих вантажів або груп вантажів;
- **ізоtermічних з охолодженням**, які використовуються для перевезення швидкопсувних вантажів, бувають одиничні автономні — АРВ, рефрижераторні секції (5,10 вагонів) і поїзди (21 чи 23 вагони), а також вагони-термоси.

За кількістю осей вагони поділяються на 2-, 4-, 6-, 8- і багатовісні, а за конструкцією кузова — на критий і відкритий рухомий склад.

Парк пасажирських вагонів складається з:

- **некупеїних з кріслами для сидіння (міжбланетні);**
- **некупеїних з диванами для лежання (загальні, плацкартні);**
- **купеїних жорстких;**

- купейних м'яких;
- багажних;
- поштових;
- багажно-поштових;
- вагонів-ресторанів;
- службових та інших.

Всі пасажирські вагони, як правило, суцільнометалеві (рис. 3.1)

Крім того, на залізницях України в міжнародних пасажирських поїздах можуть курсувати міжнародні пасажирські вагони, які мають габарит 03-ВМ (РІЦ). РІЦ (Regolamento Internazionale Carrozze) — міжнародна спілка експлуатації пасажирських і багажних вагонів (МСПВ) в рамках міжнародного союзу залізниць (МСЗ), членом якого з 1992 р. є Україна. Це м'які вагони I і II класів.



Рис. 3.1. Загальний вигляд суцільнометалевого пасажирського чотириосійного вагона

Взагалі вагон складається з таких основних частин:

- **ходової частини** — візків;
- **рами** — основи для розташування кузова;
- **кузова** — приміщення для пасажирів або вантажів;
- **автоматичного пристрою**, призначеного для зчеплення вагонів між собою і з локомотивом, для передачі і пом'якшення тягових і гальмових зусиль у поїзді;
- **гальмового обладнання**, призначеного для зменшення швидкості руху поїзда, зупинки, утримання його на місці.

На прикладі універсального критого вагона, ці частини показані на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Задній вигляд вантажного чотиривісного критого вагона з дерев'яним кузовом:

- 1 — ходинка чатинія; 2 — рама вагіня; 3 — кузов вагона;
4 — вісь; 5 — гальванізоване покриття.

3.1.2. Експлуатаційні характеристики вантажних вагонів

Універсальні криті вагони призначені для перевезення різноманітних вантажів, які потребують збереження і захисту від атмосферних впливів: дощу, снігу, вітру тощо. Кузов критого вагона з кожного боку в бокових стінах має двері і два-чотири люки з металевими кришками. Двері бувають одно- або двостулкові, закриваються ззовні, мають пристрій для замикання і пломбування. Бокові люки призначені для освітлення (ядень), вентиляції, а також для завантаження кузова сипучими вантажами, кришки люків закриваються і замкаються з середини кузова. На даху кузова також можуть бути люки для завантаження сипких вантажів, а також отвори для введення назовні димохідних труб пічного опалення, яке може встановлюватися при перевезенні людей. Криті з дерев'яним кузовом (рис. 3.2) уже не випускаються, але ще іноді зустрічаються в експлуатації. Криті вагони останніх випусків мають суцільнометалевий кузов і поширений дверний отвір (рис. 3.3).

Усі інші вантажні вагони, як правило, також мають металеві кузова.



Рис. 3.3. Критий суцільнометалевий чотиривісний вагон

Універсальні вагони-платформи (рис. 3.4) призначені для перевезення довгомірних проміздозів і великовагових вантажів. Вони мають невисокі (400–500 мм) металеві борти, які закріплюються в піднятому стані спеціальними клиновидними упорами і можуть відкидатися; на рамі приварені скоби для устаткування дерев'яних стояків, які застосовують при перевезенні лісоматеріалів, залізобетонних плит, інших штабельних вантажів. За скоби також кріпляться дріт'яні розтяжки і обв'язки. Підлога вагона-платформи наскрізь розміщує вантаж, може бути суцільнодерев'яною (такі вагони-платформи зустрічаються зараз рідко) або комбінованою, тобто металево-дерев'яною (посередині металева смуга, а по бокам від неї — смуги з дерев'яних дощок). Дерев'яна частина підлоги призначена для кріплення цвяхами упорних і розпірних брусків, які обмежують переміщення вантажів.



Рис. 3.4. Універсальний чотирьохвісний вагон-платформа з металевими бортами:
1 — боковий відкидний борт, 2 — клинові замки бортів;
3 — торцевий відкидний борт

Універсальні чотирьохвісні напіввагони (рис. 3.5) — найбільш поширений вид вагонів вантажного парку. Вони призначені переважно для перевезення масових навантажених, сухих вантажів, таких як вугілля, руда, кокс, щебінь, пісок, гравій, цукровий буряк тощо. В підлозі кузова уздовж бокових стін передбачені розвантажувальні люки, крізь які сухий вантаж самостійно вивантажується на два боки напіввагона під укіс колії. В напіввагонах можуть перевозитися штабельні вантажі (лісоматеріали, металеві, залізобетонні труби та інші вироби). Для огороження дерев'яними стояками штабелів, які навантажуються вище бортів, на бокових стінах у середині кузова передбачені так звані «лісні» скоби. В напіввагонах також можуть перевозитися великовагові вантажі (в ящиках і неупаковані), контейнери, автотракторна техніка тощо, для кріплення яких у кузові передбачені спеціальні уязувальні пристрої (скоби). Торцеві двері в кузові необхідні для завантаження довгомірних вантажів і колісної техніки. Багато напіввагонів виготовляються з торцевими стінами, тобто без торцевих дверей. В експлуатації зустрічаються напіввагони з «глухим» кузовом без розвантажувальних люків і торцевих дверей, силкі вантажі з них вивантажуються грейферним краном або на вагоноперекладач.



Рис. 3.5. Универсальный четырехосный платформенный вагон

Універсальні восьмиосні вагони-вагоны (рис. 3.6) мають аналогічну конструкцію і застосовуються переважно для перевезень силкових навалочних вантажів. Після розподілу вагонного парку між країнами СІДЗ Балтії ці вагони всі пішли до парку залізниць Російської Федерації і на залізницях України не експлуатуються.



Рис. 3.6. Восьмиосный платформенный вагон-хотел (вагон) 125 т:

1 — кузов; 2 — автосцеп; 3 — ходовы части; 4 — тормозные устройства; 5 — рама.

Спеціальні чотирьохісні вагони-платформи-контейнеровози (рис. 3.7) призначені для перевезення великотоннажних контейнерів масою бруто 20, 30, 40 тонн. Вони не мають бортів і кастелу підлоги. На бокових балках рами передбачені спеціальні пристрої для кріплення контейнерів так звані фітингові укори.



Рис. 3.7. Спеціальний вагон-платформа-контейнеровоз:
а — завантажений контейнерами; б — в порожньому стані

Вагони-цистерни призначені для перевезення рідких вантажів без тари (нафти, бензину, газу, мазуту, кислоти, патоки, олій тощо). Звичайний вагон-цистерна (рис. 3.8) має котел — металевий резервуар зварної конструкції і циліндричної форми з люком у верхній частині для наливання, зливання рідкого вантажу, огляду і ремонту котла. Деякі з вагонів-цистерн можуть мати також нижній зливний прилад. Вагони-цистерни спеціалізуються для перевезень нафтових, хімічних і харчових продуктів (на кузові пш номером вагона позначаються відповідно літери: «С» — для нафтопродуктів світлого наливу, «Т» — для нафти і нафтопродуктів темного наливу, «Х» — для хімічних вантажів; «П» — для харчових продуктів). Властивості вилів вантажів зумовлюють вимоги щодо конструкції вагонів-цистерн. За конструкцією вони поділяються на **універсальні** (для перевезення широкої номенклатури нафтовантажів), **спеціалізовані** (такої ж конструкції, але виділені для перевезення окремих вантажів, мають на котлі відповідні трафарети), **спеціальні** (з котлами спеціальної конструкції відповідно до вимог перевезення певного вантажу, наприклад, внутрішня поверхня котла кислотної цистерни покрита захисним шаром з гуми або свинцю, котел цистерн для перевезення стиснених і скраплених газів герметичний і розрахований на певний тиск). Важкі нафтопродукти (мазут, рідкі бітуми, мастила тощо) перевозять в цистернах з «теплою сорочкою». Котел їх обладнаний трубами, які розміщуються між двома оболонками кожуха і використовуються для підігрівання вантажу паром. За низьких температур це прискорює зливання вантажів.

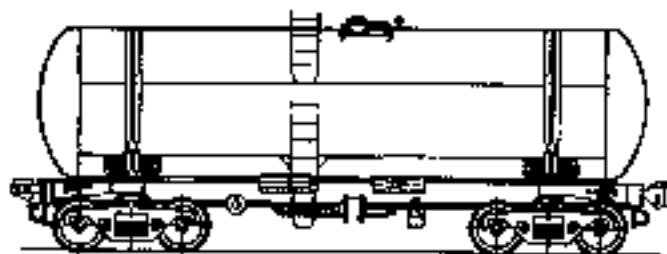


Рис. 3.8. Чотиривісний вагон-цистерна для перевезення нафтопродуктів

В експлуатації знаходяться багато 8-вісних вагонів-цистерн (рис. 3.9), які використовуються для перевезень нафтопродуктів світлого наливу.

Вагони-хопери використовуються для перевезення сиплих порошкоподібних вантажів, бувають різних конструкцій і призначення. Вагон-хопер-зерновоз (рис. 3.10) — це критий вагон-хопер, кузов якого складається



Рис. 3.9. Вогнищестійкий вагон-хопер для перевезення нафтопродуктів

ся з трьох бункерів, які мають зверху завантажувальні люки, знизу — розвантажувальні. Торцеві стіни бункерів нахилені під кутом до розвантажувальних люків, що забезпечує плинність під час висантаження. Таку ж конструкцію мають вагон-хопер-цементовоз (рис. 3.11), мінераловоз та інші криті хоппери. В експлуатації є багато відкритих (без даху) вагонів-хоперів: вагон-хопер-рудовоз, призначені для перевезення руди, агломератів, когунів; вагони-хопер-дозатори (рис. 3.12), призначені для перевезення і дозованого вивантаження щебеню, піску, інших будівельних матеріалів. Вагони-хопер-дозатори дуже зручні для використання на колійних роботах, пов'язаних з укладанням і ремонтом баластного шару залізничних колій.



Рис. 3.10. Критий вагон-хопер-жертовоз



Рис. 3.11 Критий вагон-хопер-цементовоз

Вагони-самоскиди, або вагони-думпкери (рис. 3.13) — це вагони з прямокутним відкритим кузовом, який має пневматичний пристрій для розвантаження. При подачі стисненого повітря (від гальмової магістралі локомотива) поршні в циліндрі піднімаються і нахилиють на один бік



Рис. 3.12. Відкритий вагон-хопер-дозатор

кузов, в якому одночасно відкривається борт з того боку, в який знаходиться кузов. Вантаж вивантажується самопливом під укіс колії. В цих вагонах, які переважно належать підприємствам-вантажовідправникам або вантажоодержувачам, перевозяться навалочні сипкі будматеріали (цемент, пісок тощо), як правило, в кільцевих маршрутних поїздах.



Рис. 3.13. Вант-думпкар (символіст) місткістю 32 куб. м

Вагони бункерного типу або бункерні піввагони (рис. 3.14) — вагони для перевезення бітуму та інших в'язких матеріалів, кузов яких складається з декількох вертикальних бункерів.



Рис. 3.14. Вагон бункерного типу

Останнім часом промисловістю випускається для перевезення окремих масових вантажів велика кількість таких спеціальних вагонів, як спеціальні суцільнометалеві криті вагони для автомобілів і легкованових вантажів (рис. 3.15), спеціалізовані локрусні вагони-платформи для перевезення легкових автомобілів (рис. 3.16), спеціальні вагони-платформи для лісоматеріалів (рис. 3.17), вагони-муковози (рис. 3.18) і ряд інших вагонів.

Вагони-транспортери (рис. 3.19) призначені для перевезення громіздких негабаритних і великованових вантажів (машин, прогонів, резервуарів, іншого обладнання). Вони бувають різних типів (платформенні, зніпні, зчленовані), оскості (від 4 до 32 осей) і вантажопідйомності (від 60 до 500 т).

Ізотермічні вагони призначені для перевезення швидкопсувних вантажів (м'яса, риби, фруктів, овочів, молока, мінеральної води тощо). Для підтримання в середині кузова необхідної температури їх обладнують машина-



Рис. 3.15. Спеціальний суцільнометалевий критий вагон для перевезення автомобілів і легкових пасаажів



Рис. 3.16. Спеціальний двирядний вагон-платформа для перевезення легкоих автомобілів



Рис. 3.17. Спеціальний вагон-платформа-лесовоз для перевезення лісоматеріалів



Рис. 3.18. Спеціальний вагон-мукосов

ми і приладами охолодження, кузови мають теплову ізоляцію. Ізотермічні вагони зокрема поділяти на дві групи: вагони-рефрижератори, які мають машинне обладнання для охолодження (автономні рефрижераторні вагони, 5-, 10- вагони секцій і рефрижераторні поїзди) і вагони-термоси, які не мають холодильних машин, але довгий час зберігають постійну температуру. Авто-



Рис. 3.19. Звичайний 28-вісний вагон-транспортер вагтяжонамісткістю 400 т

номний рефрижераторний вагон (рис. 3.20) має холодильне і машинне відділення. В холодильному відділенні розміщуються вантажі, в машинному — холодильні агрегати і дизель-генераторні установки, які під час перевезення працюють в автоматичному режимі (без обслуговуючого персоналу).

В рефрижераторних секціях і поїздах дизель-електростанція і холодильне обладнання розміщуються в окремому вагоні секції або в 2–3 окремих вагонах рефрижераторного поїзда разом з обслуговуючою бригадою і забезпечують необхідний температурний режим в усіх інших вагонах з вантажами. Так, наприклад, п'ятивагонна рефрижераторна секція (рис. 3.21) складається з п'яти чотиривісних вагонів: чотирьох ізо-термічних вантажних і одного вагона з дизель-електростанцією.

Охолодження вантажних приміщень кожного вагона секції виконується холодильною установкою, яка використовує спеціальні речовини-холодоносії.



Рис. 3.20 Автономний рефрижераторний вагон (АРВ)



Рис. 3.21. Вантажні вагони 5-вагонної рефрижераторної секції

3.1.3. Поняття про контейнер, класифікація контейнерів

Вантажним контейнером називається елемент транспортного обладнання, який багаторазово використовується одним або декількома видами транспорту, призначений для перевезення і короткочасного зберігання вантажів, має постійну технічну характеристику, об'єм не менш 1 м³ та пристрої для механізованого устаткування або зняття з рухомого складу.

Залежно від призначення і способів експлуатації, контейнери поділяються на універсальні і спеціальні.

Універсальні контейнери (рис. 3.22 і 3.23) призначені для перевезення різноманітних вантажів і, як правило, належать транспортним організаціям (залізницям, морським і річковим пароплавствам, автотранспортним підприємствам).

Спеціальні контейнери призначені для перевезення окремих вантажів або груп вантажів і належать відправникам або одержувачам вантажів.

Крім того, універсальні уніфіковані контейнери за вантажопідйомністю поділяються на:

- **малотоннажні** масою брутто до 2,5 т, на колесах, найперші і найпростіші типи контейнерів у вітчизняній історії контейнеризації перевезень вантажів, які для залізничних вантажних перевезень уже не виготовляються і не ремонтуються, практично не зустрічаються, хіба що на поштових і багажних перевезеннях та на автотранспорті; найбільш поширені з них були масою брутто 1,25, 1,0 і 0,625 т;
- **середньотоннажні** масою брутто від 3 до 10 т; практично, є два види: УУК-3 (універсальні уніфіковані контейнери) масою брутто 3 т і УУК-5 масою брутто 5 т, які за розмірами і об'ємом відповідають двом контейнерам УУК-3; середньотоннажні контейнери, як правило, використовуються для внутрішніх перевезень;
- **великотоннажні** масою брутто 10 т і більше; з них найбільш поширені масою брутто 20–25 т., починають з'являтися в експлуатації масою брутто 30 і 40 т.; виготовляються за міжнародними стандартами і використовуються як для внутрішніх, так і міжнародних перевезень; мають пріоритетний розвиток у перспективі.

Основними типами великотоннажних контейнерів є міжнародні типорозміри ІС і ІСС, а також ІА і ІАА. Контейнери типорозмірів ІСС і ІАА мають зовнішню висоту 2591 мм (8.5 футів), а контейнери типорозмірів ІС і ІА – 2438 мм (8 футів). Контейнери масою брутто 24 т (ІС і ІСС) мають однакову зовнішню довжину 6058 мм (20 футів), а контейнери масою брутто 30.48 т (ІА і ІАА) у 2 рази довші. Зовнішня ширина в усіх контейнерах однакова – 2438 мм.

Велико- і середньотоннажні контейнери перевозяться на відкритому рухомому складі, малотоннажні можуть перевозитись тільки в універсальних критих, багажних і поштових вагонах.

Спеціальні контейнери в конструктивному плані відрізняються від універсальних тим, що у них всередині несучого каркасу розміщені резервуари для рідких вантажів, холодильні камери для швидкопсувних вантажів з холодильним агрегатом, булкери для сипучих матеріалів чи інші ємкості для розміщення певних вантажів.

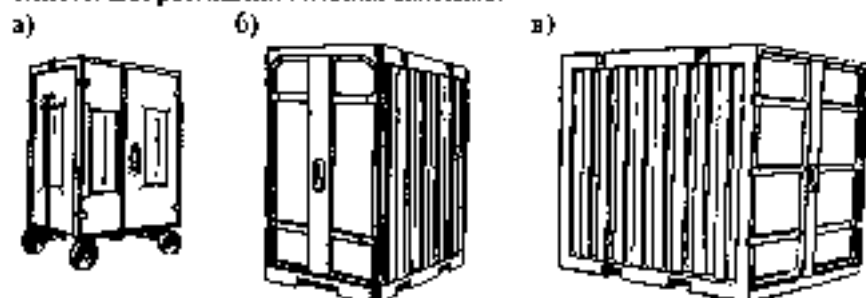


Рис. 3.22. Зовнішній вигляд універсальних контейнерів

а — малотоннажний вагою бруто 1,25 т; б — середньотоннажний УУК-3 вагою бруто 3 т; в — середньотоннажний УУК-5 вагою бруто 5 т

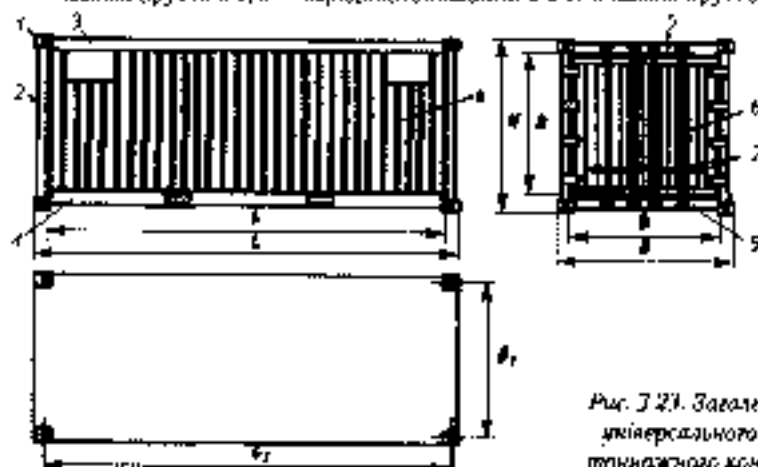


Рис. 3.23. Задаєння розмірів універсального великотоннажного контейнера

1 — фітінг; 2 — вертикальний (наріжний) стовп; 3 — верхня поздовжня балка; 4 — нижня поздовжня балка з підставою для вільного захапту; 5 — торцеві (верхня і нижня) балки; 6 — двері-стопки; 7 — механізм замикачів дверей; 8 — бокові стіни; L , L_1 — довжина піднощівні зовнішня, внутрішня і відстань між фітінгами; B , b , B_1 — ширина піднощівні зовнішня, внутрішня і між фітінгами; H і h — висота відносно зовнішня і внутрішня

Важливими експлуатаційними характеристиками контейнерів є такі їх параметри: габаритні розміри (зовнішні довжина, ширина і висота), ширина дверного отвору, внутрішні довжина, ширина і висота, внутрішній об'єм, тара та маса вантажу, яка може завантажуватись і разом з тарою складати масу брутто. Характеристики універсальних контейнерів за міжнародними стандартами приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Характеристики універсальних контейнерів за міжнародними стандартами

Тип-розмір	Розмір у футах	Розміри, мм			Маса, т.		Корисний об'єм, м ³
		зовнішні	внутрішні	дверного проїзду	брутто	тара	
1AA	40	L=12192	l=12027	—	30.48	3.4–3.6	66.6
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2591	h=2350	2261			
1A	40	L=12192	l=12027	—	30.48	3.4–3.6	62.4
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2197	2134			
1BB	30	L=9125	l=9030	—	25.40	2.8–3.0	50.0
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2591	h=2350	2261			
1B	30	L=9125	l=9030	—	25.40	2.8–3.0	48.0
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2197	2134			
1CC	20	L=6058	l=5867	—	24.00	2.1–2.2	32.7
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2591	h=2350	2261			
1C	20	L=6058	l=5867	—	24.00	2.1–2.2	30.6
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2197	2134			
1D	10	L=2991	l=2867	—	10.20	1.2–1.3	14.2
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2197	2134			

1	2	3	4	5	6	7	8
1Е	-	L=1968	l=1800	-	7.40	1.0-1.1	10.2
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2197	2134			
1Г	-	L=1468	l=1324	-	5.50	0.5-0.7	6.8
		B=2438	b=2330	2286			
		H=2438	h=2497	2134			
3А	-	L=2100	l=1950	-	5.00	0.9-1.0	10.4
		B=2650	b=2515	1950			
		H=2450	h=2128	2100			
3В	-	L=2100	l=1980	-	5.00	0.5-0.6	5.16
		B=1325	b=1225	1225			
		H=2400	h=2128	2090			
3С	-	L=2100	l=1980	-	2.25	0.5-0.6	2.7
		B=1385	b=1225	1225			
		H=1400	h=2128	1090			

L, l – довжина, B, b – ширина, H, h – висота

Спеціалізовані великовагові ізотермічні контейнери для перевезення швидкопсувних вантажів мають такі такі зовнішні габаритні розміри, як універсальні великотоннажні, але відрізняються вантажопідйомністю, наприклад, тип 1А, 1АА мають вантажопідйомність відповідно 23 і 28 т. 1С – 16,5 т, 1СС – 17,69 т.

Для наскликих, рідких та газоподібних вантажів використовують великовагові спеціалізовані контейнери-цистерни трьох типів, аналогічних універсальним великотоннажним 1В, 1С і 1Д, які мають такі ж габаритні розміри і відповідно вантажопідйомність 22,30; 16,22 і 8,66 т.

Великотоннажні контейнери обладнані **фітінгами**, а середньотоннажні – **ригками** – особливої конструкції пристроями для автоматичного їх застроплювання. Крім того, фітінги використовуються для закріплення контейнерів на рухомому складі і поміж собою (при установленні в 2 і більше ярусів на палубі морських суден)

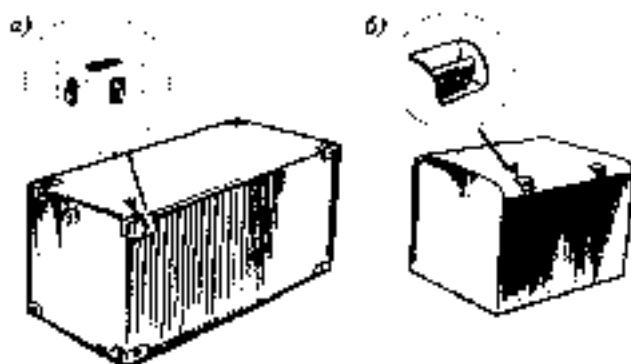


Рис. 3.24. Ниріжні закріпні пристрої універсальних контейнерів:
а - фітінги; б - рими

3.1.4. Вагонні парк на залізницях України, проблеми і перспективи їх розвитку

Інвентарний вагонний парк — це загальна кількість вагонів, яка перебуває на матеріальному балансі транспортної організації (залізничні, Укрзалізниця).

Інвентарний парк вантажних вагонів залізниць України станом на початок 2000 р. нараховував близько 180 тис. вагонів, з них 20,3 тис. універсальних критих (11,4% загального парку), 15,1 тис. вагонів-платформ (8,5%), 82 тис. напіввагонів (45,6%), 17,4 тис. вагонів-цистерн (9,7%), 41,7 тис. інших вагонів (24,8%). Для забезпечення перевезень невиспачало близько 7 тис. вагонів-цистерн, 9,3 тис. напіввагонів і 2 тис. колунозовів, невеликий надлишок мали лише криті, вагонні-платформи і деякі спеціальні вагони. Разом з тим, більше 18 тис. вагонів за терміном служби підлягали списанню, новими вагонами парк практично не поповнювався. В 2000 р. фактично було списано близько 3,8 тис. вагонів, а інші, які підлягали списанню, були реставровані капітально-відновницьким ремонт з продовженням терміну служби.

Економічні прогнози показують, що залізничні України постійно будуть парцювати обсяги вантажних перевезень.

Дефіцит вантажних вагонів буде зростати, а капітально-відновні ремонти навіть частково не зможуть вирішити проблеми «старіння» парку і зростання дефіциту. Пазріла необхідність корінного поновлення парку рухомого складу, прискорення проектних розробок і випуску вантажних вагонів нового покоління. Тому Укрзалізницею терміново взято курс на створення потужної вітчизняної бази вагонобудування.

У розвитку парку вантажних вагонів і вагонобудуванні намічаються такі основні напрямки:

- подальше зростання вантажопідйомності і місткості вагонів з одночасним зменшенням їх тари шляхом застосування більш міцних і легких матеріалів, а також удосконалення конструкції рами і ходової частини вагонів;
- зростання частки відкритого рухомого складу в загальному парку, тобто буде більше випускатись універсальних вагонів-платформ, напіввагонів, вагонів-платформ-контейнеровозів та інших відкритих вагонів порівняно з критичи,
- широке запровадження для перевезення масових вантажів спеціальних вагонів, наприклад вагонів типу «ковчег», цистерн тощо;
- заміна пружинно-фрикційних поглинальних апаратів у вантажних вагонах на еластомірно поглинальні апарати;
- запровадження візків нового типу, які дозволять збільшити швидкість руху.

Інвентарний парк пасажирських вагонів на залізницях України у 2000 р. нараховував 9 тис. вагонів, з них некупейні (з відкритим салоном) складали 54%, купейні 31%, вагоки типу РЦ і СВ разом взяті 4%, міжблани 5%. За дефіциту близько 1 тис. вагонів, парк поповнювався в середньому в рік на 20 вагонів, тобто практично не поновлювався. Більше третини (37%) вагонів надпрацювали нормативний термін і підлягали списанню. Дефіцит пасажирських вагонів, особливо купейних, продовжував зростати. Крім того, наявний парк не задовольняв динаміч сучасного сервісу обслуговування пасажирів. Виникли також проблеми з виходом пасажирських вагонів в країни Західної Європи, залізниці яких відмовляються пропускати вагони застарілої конструкції.

Назрілі проблеми можуть бути вирішені не сподівним шляхом посиленої поповнення парку пасажирських вагонів, а швидше запровадженням на залізницях України, передусім на лініях інтенсивних пасажирських перевезень, швидкісного і високошвидкісного руху пасажирських поїздів. Для реалізації цього курсу необхідні пасажирські вагони нового покоління.

Основне завдання в конструюванні нових пасажирських вагонів полягає також у створенні комфортбельних умов для пасажирів і можливостей для сервісного обслуговування їх в дорозі.

У **контейнеробудуванні** пріоритет повністю належить випуску великотоннажних контейнерів масою бруто 20 (25) т, а також масою бруто 30 і 40 т, які відповідають міжнародним стандартам. Середньотоннажні контейнери не будуються, а ремонтується тільки для утримання парку в наявних обсягах.

3.2. Системи нумерації вагонів і контейнерів

3.2.1. Характеристика номера-коду пасажирських і вантажних вагонів

Принципи кодування вагонів розглядались у попередньому розділі 1. Згідно з інструкцією кодування рухомого складу, перша цифра характеризує вид (рід) вагона і позначає:

- 0 — пасажирський вагон;
- 2 — універсальний критий вантажний вагон.
- 4 — універсальний вагон-платформа;
- 6 — універсальний напіввагон;
- 7 — вагон-цистерна і бункерний напіввагон;
- 8 — ізотермічний вагон;

3 і 9 — інші вагони (хомери, думляки, транспортери, платформи контейнеровози, різні спеціалізовані вагони, усіх видів 6-вісні вагони):

- 5 — вагони власності промислових підприємств (незалежно від роду).

Підступні цифри в номерах **пасажирських вагонів** мають призначення: друга і третя цифри представляють цифровий індекс залізничної приписки пасажирського вагона (Львівсько-Західна — 32-34; Львівська — 43-44; Львівська — 35-38; Донецька — 48-50; Придніпровська — 45-47; Одеська — 40-42);

четверта цифра визначає рід вагона (0 — ч'який, 1 — купейний, 2 — лежухий, 3 — міжобласний, 4 — поштоий, 5 — багажний, 6 — вагон-ресторан, 7 — службово-технічний, 8 — пасажирський вагон власності інших підприємств);

п'ята, шоста і сьома цифри визначають різновидності типу вагонів, їх конструктивні особливості (тип планування салону, вид опалення, вид гальм тощо);

восьма цифра — контрольний знак; розраховується порядком, указаним у розділі 1.

У номерах **вантажних вагонів** наступні цифри після першої позначають: друга цифра номера від 0 до 8 позначає чотиривісні вагони, 9 — шестивісні і багатовісні.

Всі шестивісні вагони і вагони-транспортери віднесені до інших вагонів, номери яких починаються з цифри 3, тому друга цифра у шестивісних вагонах буде 6, у вагонів-транспортерів — 9.

Крім вісності друга цифра позначає для критих вагонів об'єм кузова (0 — до 120 куб.м., 1-3 — 120 куб.м. і більше, 4-7 — більше 120 куб.м з пошукним лвернім отвором), для вагонів-платформ — довжину рами (0 —

до 13,4 м, 2-6 – 13,4 м і більше), для чотиритісневих напіввагонів – наявність люків і торцевих дверей (0–2 – з люками і торцевими дверима, 3–7 – з люками, без торцевих дверей, 8 – з глухим кузовом). для вагонів-цистерн – їхню спеціалізацію (0 – для бітуму і в'язких продуктів, 1–2 – для темних нафтопродуктів, 3–4 – для світлих нафтопродуктів, 6 – для хімічних продуктів, 7 – для харчових продуктів, 9 – нафтобензалинові), для інших вагонів, які починаються з цифри 3 – рід вагона (0 – вагони-хопери-дозатори, 2–4 – вагони-думпкари, 6 – 6-вісні вагони, 7 – службово-технічні вагони, 9 – вагони-транспортери), для інших вагонів, які починаються з цифри 9 – також рід вагона (0 – мінераловози, 1 – котушкотовози, 2 – контейнеровози для середньотонажних контейнерів і автомобілевози, 3 – цементовози, 4 – контейнеровози для великотонажних контейнерів, 5 – зерновози, 6 – живорибні вагони, 7 – слововози), для власних і орендованих вагонів після першої цифри 5 друга позначає рід вагонів (2 – криті, 4 – вагони-платформи, 6 – напіввагони, 7 – вагони-цистерни, 8 – вагони-думпкари, 9 – інші вагони), для ізотермічних вагонів – їх конструктивні особливості (0 – вагони-термоси, 1 – вагони-льодовики, 3 – АРВ, 4 – рефрижераторні в складі поїзда, 7 – рефрижераторні в складі секції);

третьою цифрою для деяких видів вагонів теж може зати певну техніку характеристику;

четвертою, п'ятою і шостою цифрою визначають порядковий інвентарний номер вагона і характеристик не містять;

сьома цифрою означає: 0–8 – вагон без гальмової площадки, 9 – вагон має гальмову (перехідну) площадку;

восьмою цифрою контрольний знак, визначається розрахунком, приведеним у розділі 1.

3.2.2. Знаки і написи на вагонах

На більшості вантажних вагонів номер вагона з кожного боку наноситься в двох місцях: на кузові і рамі.

Крім номера на кузові вагона позначаються вантажопідйомність, об'єм кузова, тира (на рамі в більшості вагонів), дати і підприємства збудування та виконання останніх заводського і депоовського ремонтів (рис. 3.25). На кузові також наноситься буковинний знак залізничної адміністрації держави, якій належить вагон (наприклад: УЗ – Україна, РЖД – Росія, БЧ – Білорусія), а під номером вагона – залізничний кодовий номер держави-власниці (наприклад, 22 – Україна, 20 – Росія, 21 – Білорусія).

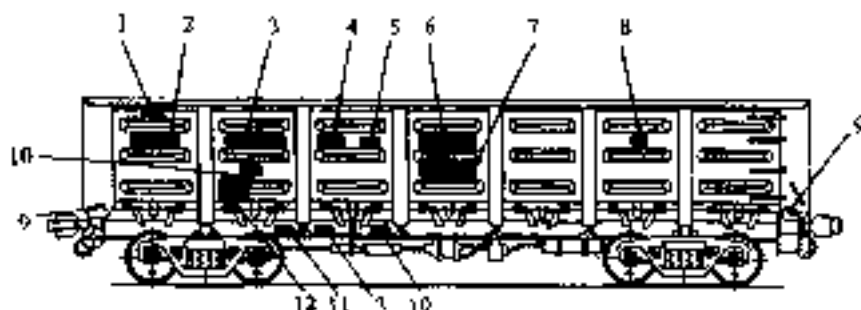


Рис. 3.25. Схема розміщення етикеток на боці 4-вісного вантажного вагона:
1 – буквенний код залізничної адміністрації держави; 2 – дата і номер вагону збудування вагона; 3 – інвентарний номер вагона; 4 – вагтажолідійсність;
5 – об'єм кузова, 6 – дата і дея виконання депривського ремонту,
7 – дата і завод виконання капітального ремонту; 8 – знак габаритності («МС» відмічає габариту 02-ВМ, «МС-0» – 0-ВМ, «МС-1» – 1-ВМ).
9 – знак криштина для лебідки, 10 – коштовий номер залізничної адміністрації; 11 – тара вагона; 12 – місце для написів на боці вагона.

На середині стіни кузова пасажирського вагона з кожного боку над номером вагона наноситься герб країни (на вагонах українських залізниць герб у вигляді тризуба, або знак УЗ). Біля входних дверей вислується

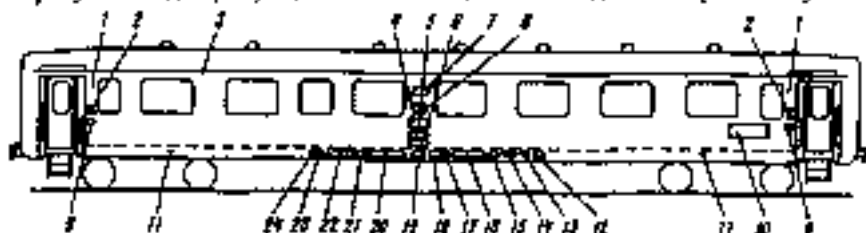


Рис. 3.26. Розміщення номерів, знаків і написів на боці міжнародного пасажирського вагона РІЦ:

1. 3 – клас вагона; 2 – знак дозволу паліни (вагон для курців);
- 4, 5 – номер вагона відповідно за нумерацією СНД і РІЦ; 6 – рід вагона;
- 7 – герб країни-власника вагона; 8 – знак міністерства-власника вагона;
- 9 – посадочний номер вагона; 10 – маршрутна дилка; 11 – місце установлення домікрата; 12 – місце повільного про пошкодження; 13 – режимний перемикач тилз (важиль червоного кольору); 14 – трафарет для дати останнього потужного обслуговування; 15 – габаритні розміри вагона;
- 16 – тип тилз; 17 – знак наявності режимного перемикача (літера R в ромбі);
- 18 – позначення ручки режимного перемикача; 19 – трафарет для написання тарі і числа місць; 20 – пункт приляски вагона; 21 – знак наявності радіо у вагоні; 22 – звідний знак; 23 – знак оренди вагона;
- 24 – знак міжнародного сполучення – МС

кількість місць, а в нижній частині кузова — тара вагона і місце установа-лення домкрата при підніманні вагона. Маршрут вагона в поїзді вказується на маршрутній дошці, яку вивішує провідник назовні вагона. Якщо вагон курсує у фірмових поїздах, на кузові можуть бути нанесені назва фірми і рекламні написи. На торцевих стіках кузова наносяться запі і місце збудування та останніх видів ремонту.

На вагонах РІЦ всі знаки, написи і нумерація, згідно з міжнародними правилами, мають принципові відмінності від знаків внутрішнього і міждержавного в межах СНД сполучення (рис. 3.26). Усі написи виконуються чотирма мовами: французькою, німецькою, італійською і російською. На кузові вказується «Спальний вагон» і класність (I або II клас).

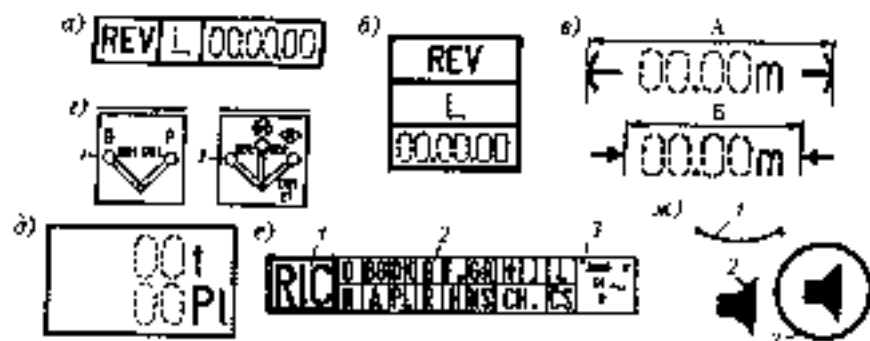


Рис. 3.27. Графічне зображення деяких знаків, які застосовуються на вагонах РІЦ.

а, б — для останнього поточного обслуговування;

а — габаритні розміри вагона; розміри А — відстань між торцевими буферами.

Б — база вагона; 1 — положення режисного перемикача (для пасажирського поїзда — 1, для вантажно-пасажирського — 2); 2 — тара і число місць;

е — звітний знак (1 — знак правил РІЦ; 2 — позначення залізниць примуван-ня; 3 — система електричного опалення); ж — знак радіо

(1 — лінійна радіостанція без гучномовців; 2 — наявність гучномовців без радіостанції; 3 — наявність гучномовців і радіостанції).

3.2.3. Нумерація, знаки і написи на контейнерах

З 1983 р. всі великотоннажні контейнери, згідно з міжнародними ко-довами стандартами, позначаються на кузовах такими маркувальними ко-дами в двох рядках:

у першому рядку:

- чотири великі латинські літери визначають код власника;
- шість цифр — порядковий номер контейнера;

- одна цифра остеронь - ходовий захист номерц у другому рядку;
- дві великі латинські літери - код країни;
- дві цифри - код розмірц контейнера;
- дві цифри - код типу контейнера.

Раніше всі великотоннажні контейнери колишнього МШС СРСР мали код власника SZDU і код країни SU (можуть ще зберігатись на білоруських контейнерах). Тепер після розподілу контейнерного парку між країнами СНД і Балті ці коди замінюються на відповідні коди держав.

Три перші літери коду власника - це його офіційний реєстраційний код (Українізалізниця - UZU, Російські залізниця - RZD, Білоруська залізниця - BCD, залізниця Польщі - SPD тощо), четверта літера U позначає ознаку транспортного обладнання «Контейнер вантажний».

Код країни-власника контейнера має дві латинські літери (Україна - UA, Росія - RU, Білорусь - BY, Словаччина - SK, Польща - PL, Чехія - CZ, Німеччина - DE, Казахстан - KZ і т.д.).

Приклад позначення:

U Z U 123456 [7]

UA 2210

З позначень випливає, що цей контейнер належить Українізалізниці (UZU), яка є суб'єктом держави України (UA). Контейнер має інвентурний номер 123456, а цифра 7 захищає всю інформацію про контейнер. Даний контейнер, згідно з кодом 22 у другому рядку, має довжину 6058 мм і висоту 2591 мм (тобто належить до типу ICC). Згідно з двома останніми цифрами коду 10 контейнер є закритим, з природною вентиляцією і отворами зверху для пасивної вентиляції.

На контейнері також позначаються: на зверх - максимальна маса бруто (MGW) і власна маса (TARE) в кілограмах (kg) і фунтах (lb), на бокових стінах контейнера - термін (місяць і рік) чергового капітального ремонту та інші дані.

Середньотоннажні контейнери позначаються маркувальними знаками теж в двох рядках. У першому рядку дев'ятизначний номер середньотоннажного контейнера масою бруто 3 т починається з цифри 3, а масою бруто 5 т - з цифри 5. Наступні 7 цифр складають серійний номер контейнера, а дев'ята призначена для кодового захисту. У другому рядку 5 знаків: перші три цифри представляють числовий код країни-власниці (наприклад, код України - 804), а дві наступні цифри - код типу контейнера.

3.3. Технічні характеристики вагонів

3.3.1. Техніко-економічні показники вагонів

Вантажні вагони мають такі основні техніко-економічні показники:

- **вісність**, яка визначається загальною кількістю колісних пар (осей) вагона;
- **вантажопідйомність** — найбільша маса вантажу, яку дозволено завантажувати у вагон;
- **тара** — маса порожнього вагона;
- **лінійні розміри**: довжина, ширина і висота кузова, база вагона (відстань між вертикальними осями шворнів), зчіпна довжина (відстань між осями автосцепів), база візка (відстань між центрами крайніх осей у візку);
- **квантувальний або повний об'єм кузова**;
- **квантувальна площа підлоги**;
- **коефіцієнт тари**;
- **питомі об'єм, площі і вантажопідйомність**;
- **навантаження від колісної пари**;
- **погонне навантаження**.

Техніко-економічні показники вантажних вагонів мають враховуватись у виборі типу вагонів для перевезення певного конкретного вантажу.

Коефіцієнт тари, питомі об'єм, площі і вантажопідйомність, навантаження від колісної пари і погонне навантаження розраховуються за спеціальними формулами і називаються розрахунковими показниками вагона.

Таблиця 3.2.

Характеристики деяких основних типів вантажних вагонів

Тип вагона	Чис- ло осей	Ван- тажопід- йомність, т	Та- ра, т	Об'єм кузова, куб. м	База ва- гона, м. мм	Зчіпна дов- жина, мм
1	2	3	4	5	6	7
Критий з дерев'яним кузовом	4	68	22	120	10000	14730
Критий суцільнометалевий	4	68	22,9	120	10000	14730
Критий суцільнометалевий	4	68,8	24,5	122	10000	14730
Критий суцільнометалевий	4	68	26	138	12240	16970
Критий суцільнометалевий	4	67	27	138	12240	17670
Вагон-платформа універсальна	4	66	21	—	9720	14620
Вагон-платформа універсальна	4	70	21	—	9720	14620
Вагон-платформа універсальна	4	71	21,4	—	9720	14620

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7
Напіввагон універсальний	4	69	22	73	8650	13920
Напіввагон універсальний	4	71	21,28	83	8650	13920
Напіввагон універсальний	4	75	25	85	8650	13920
Напіввагон універсальний	8	125	45,2	137,5	12070	20240
Вагон-цистерна нафтобензинова	4	60	24,1	85,6	7800	12020
Вагон-цистерна нафтобензинова	4	62	25,3	88,6	9350	13570
Вагон-цистерна нафтобензинова	8	120	48,8	140	13790	21120
Вагон-цистерна нафтобензинова	8	125	51	161,6	13920	21290
Вагон-платформа-контейнеровоз	4	60	22	—	14720	19620
Вагон-платформа-контейнеровоз	4	71	23	—	14400	19620
Вагон-платформа-контейнеровоз	4	60	21	—	9720	14620
Вагон-хопер для цементу	4	72	19,3	60	7700	11920
Вагон-хопер для зерна	4	70	23	94	10500	14720
Вагон-хопер для мінералів	4	64	20	57	7870	12090
Вагон-хопер для мінералів	4	70	23	81	8980	13200
Вагон-транспортер платформний	8	110	69,1	—	—	25410
Вагон-транспортер зчленований	20	300	147	—	—	44780
Вагон-транспортер зчленований	32	480	211	—	—	62760

Основні техніко-економічні показники пасажирських вагонів:

- вісність;
- тара;
- лінійні розміри;
- кількість посадочних місць;
- кількість місць у купе.

Таблиця 3.3.

Характеристика деяких основних типів пасажирських вагонів

Тип вагона	Число осей	Тара, м	Число місць	Лінійна довжина, мм
1	2	3	4	5
Міжблизький	4	47	68	24537
Жорсткий некупейний	4	54	54	24537
Жорсткий з 4-місним купе	4	52	38	24537
М'який з 4-місним купе	4	56,5	32	24540
М'який з 2-місним купе	4	62	16	24537
Міжнародного сполучення РІЦ	4	52	30	24540
Міжнародного сполучення РІЦ	4	54	30	24540
Міжнародного сполучення РІЦ	4	53,7	18	24540

3.3.2. Визначення розрахункових показників вантажних вагонів

Коефіцієнт тари — це відношення тари вагона до його вантажопідйомності.

$$K_T = \frac{P_T}{P_A} \quad (3.1)$$

де P_T — тара вагона, т;

P_A — вантажопідйомність вагона, т.

Коефіцієнт тари є порівнювальним показником для різних типів і модифікацій вагонів. Для сучасних чотиринісних вагонів $K_T = 0,33-0,38$.

Чим менший цей показник, тим вигідніший вагон в експлуатації, особливо при перевезенні великовагових вантажів.

Питомий об'єм вагона $V_{\text{пвт}}$ — це відношення вільного (навантажувального) об'єму (V_n) до вантажопідйомності (P_A):

$$V_{\text{пвт}} = \frac{V_n}{P_A} \cdot \frac{\text{куб.м}}{\text{т}} \quad (3.2)$$

Питома площа $F_{\text{пвт}}$ — це відношення навантажувальної площі підлоги вагона (F_n) до його вантажопідйомності (P_A):

$$F_{\text{пвт}} = \frac{F_n}{P_A} \cdot \frac{\text{кв.м}}{\text{т}} \quad (3.3)$$

Питома вантажопідйомність $P_{\text{пвт}}$ — це кількість тонн вантажопідйомності (P_A), що припадає на один куб. м. повного (навантажувального) об'єму вагона (V_n):

$$P_{\text{пвт}} = \frac{P_A}{V_n} \cdot \frac{\text{т}}{\text{куб.м}} \quad (3.4)$$

тобто це величина, обернено-пропорційна до питомого об'єму.

Вантажопідйомність і місткість вагона можуть бути використані повністю, якщо питома вантажопідйомність буде рівною щільності або питомій вазі вантажу:

$$P_{\text{пвт}} = \rho \cdot \frac{\text{т}}{\text{куб.м}} \quad (3.5)$$

де ρ — щільність або питома вага вантажу (т/куб.м).

Навантаження від колісної пари на рейки визначається:

$$P_{\text{ок}} = \frac{P_v + P_T}{n} \cdot \frac{\text{т}}{\text{вісь}} \quad (3.6)$$

де P_T — тара вагона, т;

n — кількість осей у вагоні.

Гранично допустиме навантаження від колісної пари $P_{\text{ок}}$ залежить від типу верхньої будови колії, епюри шпал (кількість шпал, укладених на 1 км колії) і швидкості руху поїздів.

Погоння навантаження визначається відношенням маси бруто вагона до довжини його між осями автозчепів:

$$P_{\text{пог}} = \frac{P_d + P_T}{L_n} \cdot \frac{l}{M} \quad (3.7)$$

де L_n – зчепна довжина вагона, тобто відстань між осями зчеплення, м.

$P_{\text{пог}}$ зростає при запровадженні 8- і багатовісних вагонів, збільшенні вантажозадаючості вагонів. Ріст погонного навантаження обмежується несучою здатністю колій, мостів та інших підучних споруд.

3.4. Колісні пари

3.4.1. Будова колісної пари

Колісна пара (рис. 3.28) є основним несучим і направляючим вузлом рухомого складу, від справності якого передусім залежить безпека руху.

Колісна пара складається з:

- осі;
- двох коліс, жорстко навішуваних на вісь.

Вісь суцільнолита. Заготовки для осей виготовляють ковку або литтям. Вона має такі частини:

- дві шийки для встановлення на них підшипників букс;
- дві передпідматочинні частини (рос. «предподступичные»), на які надівають ущільнювальні деталі букс;
- дві підматочинні частини (рос. «подступичные»), на які надівають колеса;
- середню частину, що поєднує дві підматочинні частини.

Осі для роликових підшипників бувають трьох типів: РУ, РУІ і РУІІІ (рис. 3.29). До осей РУ і РУІ підшипники кріпляться гайкою і стопорною планкою, а до осей РУІІІ – приставною шайбою на трьох-чотирьох болтах. Перші два типи осей на торцях мають нарізну частину К для нагвинчування конічної гайки, а також паз з двома отворами для встановлення стопорної планки, яка кріпиться двома болтами. У вагонних осях типу РУІІІ на торцях зроблені отвори з різьбою для кріплення приставної шайби трьома або чотирма болтами.



Рис. 3.28. Вигляд колісної пари.
1 – вісь; 2 – колесо.

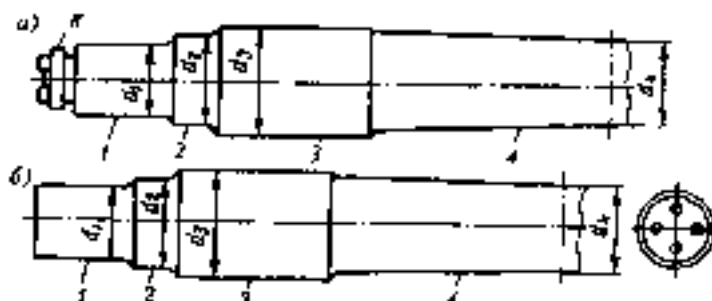
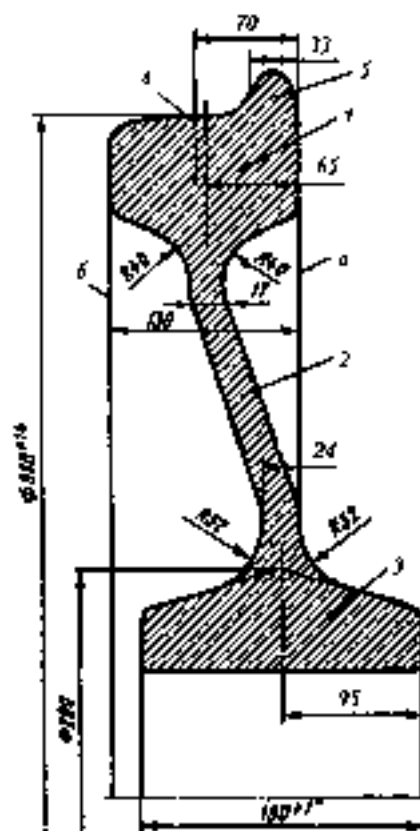


Рис. 3.29. Осі каткових пар для підіймачів козла:

а – РУ1; б – РУ1Ш, К – нарізана частина осі: 1 – шийка, 2 – передпідматочинна частина; 3 – підматочинна частина; 4 – середня частина; d_1 – діаметр шийки; d_2 – діаметр передпідматочинної частини; d_3 – діаметр підматочинної частини; d_4 – діаметр середньої частини.



Колесо має три елементи: маточину (рис. «ступина»), диск і обід. Диск колеса з'єднує маточину і обід. Колесо маточиною надівається на підматочинну частину осі в заводських умовах за спеціальною технологією.

Колеса можуть бути суцільнокатані і бандажні, останні складаються з колісного центру і бандажа.

Бандажем в техніці прийнято називати металеве кільце або пояс, що насаджується на деталі машин чи конструкції для посилення їх міцності або зменшення зносу. В даному випадку бандаж – знімний обід колеса. Він надівається на колісний центр (диск з маточиною) в гарячому стані при температурі 320 °С. Для зупинення сповзання з колісного центру бандаж стопориться на ньому спеціальним бандажним кільцем.

Рис. 3.30. Суцільнокатане колесо:

1 – обід; 2 – диск; 3 – маточина;
4 – поверхня кочення; 5 – гребінь;
а – базова або внутрішня грань обода;
б – зовнішня грань обода.

Найбільш поширеним і основним типом вагонних коліс є сушльнокатале колесо (рис. 3.30). Ширину обода — 130 мм, маточний — 190 мм. Форзд диска надає колесу пружність і зменшує вплив динамічних сил.

Діаметр вагонних коліс 950 мм.

Обід має поверхню кочення спеціального профілю, яка взаємодіє з рейками (рис. 3.31). Поверхню кочення з внутрішнього боку обмежує гребінь (реборда), який запобігає сходженню коліс з рейок. Ухил поверхні кочення 1:10 забезпечує центрування колісної пари під час руху як прямий ділянці і покриває проходження кривих ділянок колії.

Обід колеса чутливий до багатьох факторів. Основні з них — це вплив корозії металу, спричиненої термічною та механічною дією, спрацювання гребеня та поверхні кочення, пластичні деформації, утворення вищербин, раковин та тріщин на поверхні кочення. В свою чергу, ці дефекти призводять до пошкодження колії та експлуатації — через посилену реакцію колії та через надмірні навантаження на кінцях осей. Їх пошкоджуються періодичним обточуванням колісних пар, яке поновлює профіль поверхні кочення і гребеня до установлених норм. Обточування виконують в депо з обточуванням колісних пар з-під вагона і установленням їх на спеціальному верстатному обладнанні. Проте кількість обточувань в процесі експлуатації колісних пар не може бути безмежною і настає момент, коли колесо або бандаж необхідно замінювати новим. Для білшого повного використання експлуатаційного ресурсу бандажів, наприклад, в Англії, застосовується лінія обмеження спрацювання бандажів до 35 мм. При виготовленні у бандаж вставляється показник «останнього оберту», який при обточуванні визначає наближення діаметра колеса до критичного розміру, з досягненням якого бандаж відправляють на брухт.

Колеса виготовляються з вуглецево-марганцевих сталей. Із збільшенням вмісту вуглецю підвищуються їх міцність і твердість, тоді як пластичність, ударна в'язкість та тривалістю життєвості знижується. Зараз багато уваги приділяється збільшенню довговічності колеса, вивчаються можливості застосування нових матеріалів для виробництва коліс, наприклад, низьковуглецевої бейнітної сталі і суперсплавів на основі нікелю чи нікелю з залізом, за якими, як вважають учені, майбутнє у виготовленні коліс залізничного рухомого складу. Хоча з таких матеріалів і можна виробляти

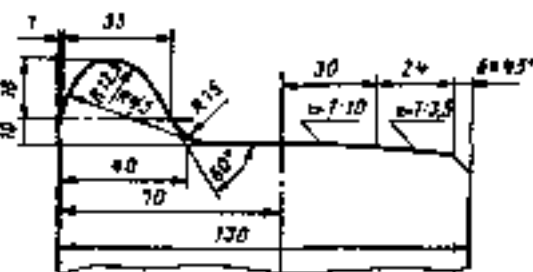


Рис. 3.31. Профіль поверхні кочення колеса

достатньо монолітні суцільноковані колеса, все ж рентабельним залишається і використання окремих бандажів чи покриттів.

3.4.2. Формування, огляди і таврування колісних пар

Під час експлуатації вагонів колісні пари підлягають технічному огляду, звичайному і повному обстеженням.

Технічний огляд колісних пар виконують під вагонами з метою виявлення понаднормативного зносу і дефектів та виключення вагонів з такими несправностями з експлуатації.

Звичайне обстеження виконують за кожного під'їзду колісних пар під вагони, якщо не робилося при цьому повне обстеження; колісні пари старанно очищають, оглядають, вимірюють розміри елементів, перевіряють магнітним дефектоскопом середню частину осі.

Повне обстеження виконують при формуванні і ремонті колісних пар із заміною елементів, у випадках, коли явні тавро і знаки останнього повного обстеження, а також періодично через два обточування коліс. При цьому обстеженні крім робіт, передбачених звичайним обстеженням, перевіряють магнітним дефектоскопом всю вісь, для чого з шийок передпідматочинних частин знімають внутрішні кільця підшипників і лабіринтні кільця. Підматочинні частини і шийки можуть перевірятись за допомогою ультразвукового дефектоскопа і без зняття із шийок внутрішніх кілець підшипників. Після повного обстеження на торцях шийок осей ставлять спеціальні тавро і знаки. Кожна колісна пара на торці опійки і середній частині осі, а також з зовнішнього боку на ободі повинна мати чіткі відбитки дати і заводу виготовлення, дати формування, повного обстеження колісної пари, іноді передбачені спеціальною інструкцією Укрзалізниці знаки. Завдяки їм можна встановити, яким заводом і коли виготовлені вісь та колеса, коли і ким виконувалось формування і повне обстеження колісної пари.

3.4.3. Несправності колісних пар. Вимоги ПТЕ до утримання колісних пар

ПТЕ установлені норми допусків зносу і пошкоджень елементів колісних пар. Після перевищення яких вагони мають виключатись з експлуатації.

Основними несправностями колісних пар є:

- **тріщини в будь-якій частині осі, в ободі, диску чи маточині колеса** — вони найбільш небезпечні для руху і такі колісні пари підлягають негайній заміні;
- **прокат коліс** — це спрацювання поверхні кочення внаслідок тертя об рейки в процесі кочення; ПТЕ установлені норми прокату і товщини обода в залежності від роду вагонів, категорії поїздів і швидкості;
- **повзуни** — це стерті місця в окремих місцях на поверхні кочення внаслідок руху коліс «кочом», коли вони не кочяться, а повзуть на рейках; не допускаються до експлуатації вагони з колісними парами на підшипниках кочення, які мають повзуни глибиною понад 1 мм. Вагони з повзунами не більше 2 мм дозволяється довести без відчислення від поїзда до найближчої технічної станції з обмеженою швидкістю: пасажирський — не більшею 100 км/год, вантажний — не більшею 70 км/год; за більшої величини повзуна відповідно більше обмежується швидкість;
- **вертикальний підріз гребеня** — це вертикальне спрацювання гребеня, вимірюється спеціальними шаблонами; не допускається підріз гребеня висотою понад 18 мм;
- **впідербаний (вибоїни) і раковини на поверхні кочення** — це кевалікі місцеві поглиблення внаслідок удару або прихованих дефектів у металі. ПТЕ також установлені для них граничні розміри.

3.5. Букси і підшипники

3.5.1. Призначення буксового вузла. Види букс

Букса — це сталевий корпус, який надівається на шийку осі і в якому розміщуються підшипники та інші деталі, необхідні для їх справної роботи.

Букса призначена для сполучення колісної пари з рамою візка, передачі навантаження від рами візка через підшипники на шийку осі, а також обмеження переміщень колісної пари відносно візка.

Букси бувають двох видів:

- на підшипниках ковзання;
- на підшипниках кочення (роликові).

Весь рухомий склад спочатку мав букси з підшипниками ковзання. З 30-х років XX століття поступово їх стали замінювати на букси з роликовими підшипниками, починаючи з пасажирських вагонів і локомотивів і закінчуючи на всіх вантажних вагонах. Цей процес повністю завершився і відтепер заборонено ставити в поїзд вагони з буксами на підшипниках ковзання. Їх ще можна зустріти хіба що на під'їзних коліях у вагонах

промислового транспорту, які там використовуються для технологічних перевезень без права виходу на залізничні лінії загального користування.

3.5.2. Короткі відомості про букси на підшипниках ковзання

Букса на підшипниках ковзання (рис. 3.32) складається з елементів:

- литого корпусу;
- підшипника;
- вкладини;
- польстера;
- кришки;
- ущільнювальної шайби.

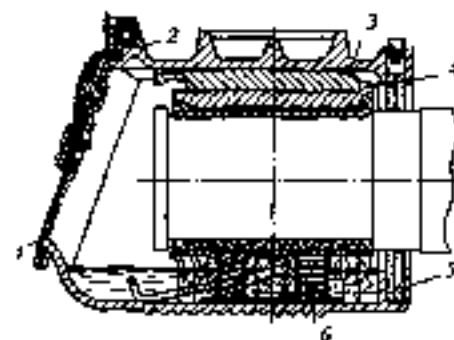


Рис. 3.32. Букса з підшипником ковзання:
1 – кришка; 2 – корпус букси;
3 – вкладини; 4 – підшипник;
5 – ущільнювальна шайба; 6 – польстер.

Підшипники мають декілька шарів з різних металів: сталі, латуні чи бронзи і верхнього шару із спеціального сплаву – баббіту, який має дзеркально-гладку поверхню.

Вкладыш необхідний для зменшення проміжку в буксі і поліпшення виймання підшипника із корпусу букси під час ремонту.

Польстер слугує для подачі масла із дни корпусу до шийки осі. Він складається із металевих каркасу і шліки з новими фітільми.

3.5.3. Будова і обслуговування букс на роликових підшипниках

Роликові підшипники в буксах можуть бути одно- і дворядковими, а їх ролики – циліндричними, сферичними або конічними; а також на гарячій або холодній посадці внутрішнього кільця на шийку осі (рис. 3.33).

Найбільш поширена в експлуатації конструкція букси з двома циліндричними роликовими підшипниками на гарячій посадці (рис. 3.34), яка складається з елементів:

- литого корпусу;
- лабіринтних кілець, які захищають буксу від пилу і вологи;

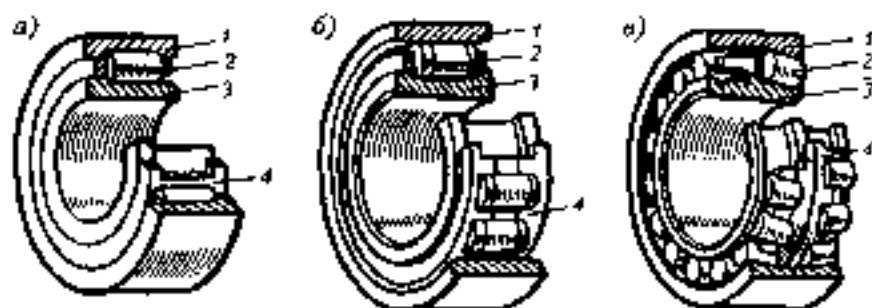


Рис. 3.33. Типи підшипників.

а — на тарячій посадці з циліндричними роликами; б — на холодній втулковій посадці з циліндричними роликами, в — на холодній посадці із сферичними роликами, 1 — зовнішнє кільце; 2 — ролик; 3 — внутрішнє кільце; 4 — сепаратор.

- підшипників, які мають внутрішнє і зовнішнє кільце, ролики і сепаратори, в якому вони розподілені (рис. 3.33);
- ущільнювальних гумових кілець і прокладок;
- стопорної гайки, або упірної шайби з болтами;
- кріпильної хрешки;
- оглядової хрешки, яка закріплюється болтами.

Обслуговування букс на роликових підшипниках полягає в зовнішньому їх огляді, обстукуванні, перевірці кріплення кришок, визначенні температури дотиком руки або спеціальними приладами. Заправлення букс мастилом відбувається тільки під час ревізії в депо.

Установлені два види ревізії букс:

- **повна** — виконується разом з повним обстеженням колісних пар і ремонтом букс;
- **проміжна** — виконується при звичайному обстеженні колісних пар, ремонті колісних пар і візка для пасажирських вагонів через 6 місяців після планового ремонту або попередньої ревізії, а також

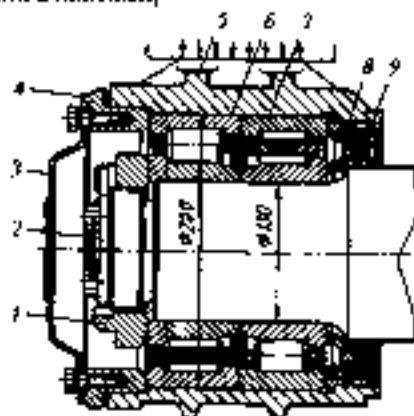


Рис. 3.34. Вагонна букса з двома циліндричними підшипниками на тарячій посадці з торцевим кріпленням шайбою.

1 — торцева гайка; 2 — стопорна шайба; 3 — оглядова хрешка; 4 — кріпильна кришка; 5 — гвинт; 6 — передній підшипник; 7 — задній підшипник; 8 — злітний лабіринт корпусу; 9 — лабіринтне кільце.

при виявленні несправностей буксового вузла при технічному обслуговуванні вагонів.

Забороняється ставити в поїзд вагони, буксовий вузол яких має несправності:

- перекіс корпусу;
- тріщини в корпусі;
- послаблення болтів оглядової і кріпильної кришок;
- нагрівання корпусу букси вище 70°C ;
- нагрівання задньої частини корпусу більше ніж передньої;
- витікання мастила з лабіринтного ущільнення;
- окалина на кришках букси;
- дим з букси або його запах після зупинки поїзда.

3.5.4. Переваги букс на роликових підшипниках і проблеми підвищення їх надійності

Букси на роликових підшипниках в експлуатації показали великі технічні і економічні переваги над буксами з підшипниками ковзання, внаслідок чого останні і були замінені роликовими.

Роликові підшипники набагато зменшують опір рухові вагона і дозволяють:

- значно збільшити масу поїзда і його швидкість;
- зменшити витрати енергії локомотивами (на 4–11%);
- зменшити витрати мастил;
- збільшити міжремонтні строки для буксового вузла.

Від надійної роботи роликових буксових вузлів передусім залежить безпека руху поїздів, тому особливу увагу доводиться приділяти удосконаленню їх конструкцій. Головними факторами, що визначають ресурс буксового вузла, вважають зношення підшипників, послаблення торцевого кріплення і стач мастил. На вирішення цих проблем було спрямовано багато досліджень і розробок конструкторів, проте до останнього часу залишалась незмінною і недостатньо ефективною традиційна схема передачі навантажень у буксовому вузлі через циліндричні підшипники.

В багатьох країнах Західної Європи з успіхом використовують у руховому складі дворядні конічні підшипники. З 1998 року в Україні також ведуться роботи над створенням буксового вузла високої надійності. На Крюківському вагонобудівному заводі недавно створені експериментальні буксові вузли з дворядними конічними підшипниками (рис. 3.35). Які проходять випробування в поїздах.

Головним перевагам цього буксового вузла підлягає в тому, що осьове і радіальне навантаження практично повністю сприймається і передається в режимі тертя качення поверхнями качення конічних роликів. В результаті суттєво зменшується момент тертя в підшипниках і, як наслідок, нагрівання їх; зростає ефективність роботи мастил; поліпшуються умови безпеки руху. Крім того, відпадає необхідність в проведенні проміжних ревій, а інтервал часу між повними ревіями збільшується.

В 2002 році почався також випробовування колесних пар з експериментальними буксовими вузлами відкритого типу, обладнані конічними підшипниками російського виробництва. В цих буксах відсутній корпус, а навантаження передається безпосередньо через спеціальне сидло-адаптер.

Які з приведених вище конструкцій буде будуть заправляюватися на залізницях України, покажуть результати випробовувань, але ясно, що майбутнє за буксами з конічними підшипниками.

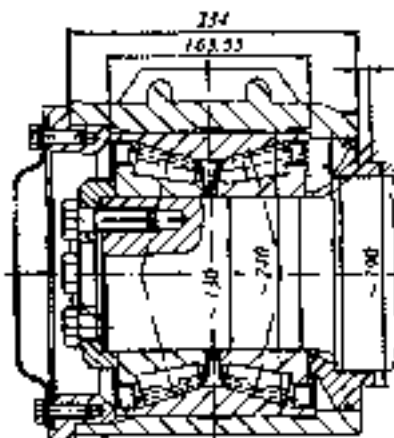


Рис. 3.35. Буксовий вузол з конічними підшипниками

3.6. Ресорна підвіска вагонів

Для пом'якшення ударів і зменшення коливань вагонів між рамою вагона і колесними парами влаштовується система ресорного підвішування, в якій використовуються циліндричні гвинтові пружини і листові ресори (рис. 3.36), а також гасники коливань: фрикційні клини, гумо-металеві елементи, пневматичні та гідравлічні приклади.

У вагонах застосовуються такі схеми сполучення рами візка з колесними парами:

- **безпосередня жорстка** — рама візка безпосередньо з'єднується з буксами (рис. 3.37, а);
- **пружинна без балансірів** — між рамою візка і буксами розміщуються елементи ресор в так званих «шпеллах» (направляючих), які обмежують переміщення букс відносно рами (рис. 3.37, б);

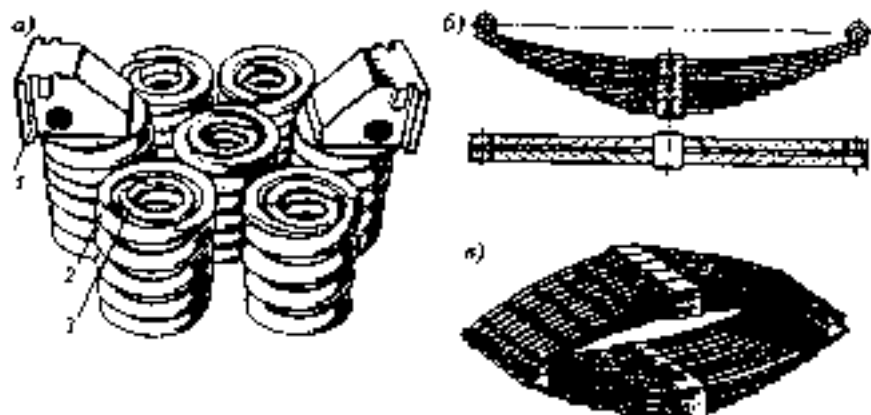


Рис. 3.36. Ресурси комплексу:

а — із циліндричних пружин у візку типу 18–100; 1 — зовнішня пружина; 2 — внутрішня пружина; 3 — конічний гасник коливань; б — незамкнута ресора із листових пружин; в — замкнута ресора із листових пружин (еліптична)

- **пружнощелепна баластирна** — елементи ресур розміщуються не в щелепах, а між рамою візка і баластирами, які опираються безпосередньо на букси (рис. 3.37, в);
- **безщелепна** — рама візка опирається через ресори на букси за відсутності щелеп (рис. 3.37, г);

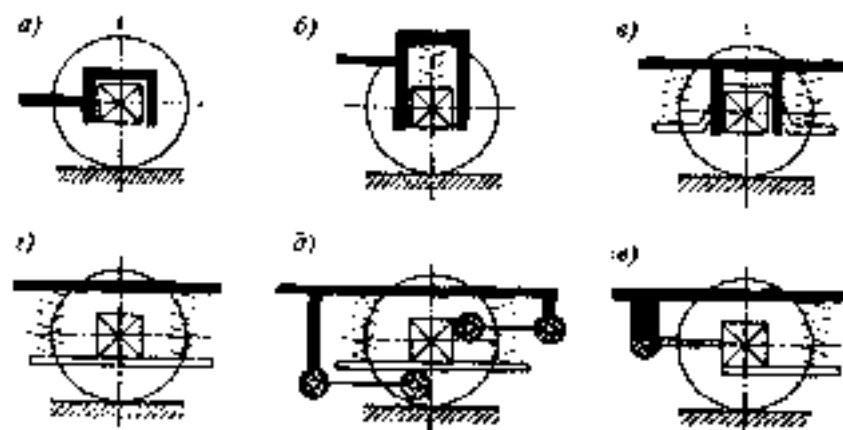


Рис. 3.37. Схеми сполучення візка з буксами:

а — безпосередня жорстка; б — пружнощелепна; в — пружнощелепна баластирна; г — безщелепна; д — повідково-безщелепна; е — важильно-безщелепна

- **поводково-безщелепні** — рама візка з'єднується з буксами за допомогою пружних шарнірів і повідків, які обмежують горизонтальне переміщення букс (рис. 3.37, д);
- **важільно-безщелепні** — рама візка шарнірно з'єднується з буксами за допомогою сув'язно вилитої разом з буксою горизонтального шкелля; елементи ресор розміщуються між буксою і рамою (рис. 3.37, е). За будовою ресорної підвіски візки бувають:
- з **одинарними ресорними підвішуваннями** — буксовим (рис. 3.38, а) або центральним (рис. 3.38, б), тобто з однією системою ресор, яка передає навантаження від рами вагона до колісних пар; ці візки застосовуються у вантажних вагонах;
- з **подвійними ресорними підвішуваннями**, тобто центральним і буксовим разом, бувають коліскові (рис. 3.38, в) чи безколіскові (рис. 3.38, г), ці візки застосовуються в пасажирських вагонах.

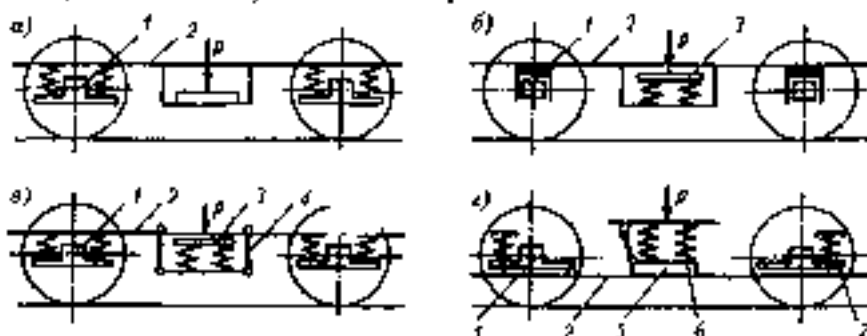


Рис. 3.38. Схеми ресорних підвісок вагонів:

а — буксова; б — центральна; в — коліскова;

г — безколіскова; 1 — букса; 2 — рама; 3 — двиресорна балка; 4 — коліскова;

5 — шворнева балка; 6 — комплект циліндричних ресор;

7 — пружина з гумовими пакетами.

3.7. Візки вагона

3.7.1. Призначення і принципова будова візка вагона

Візки призначені для напращання руху вагона по рейковій колії, забезпечення плавного вписування в колію, сприймання і передачі тягових і тальмових сил. Візки бувають двовісні, а також три-, чотири- і багатовісні. Останні використовуються в спеціальних вагонах-транспортерах.

Візок складається з таких основних вузлів:

- **колісних пар;**

- буксових вузлів;
- рами або боковин, що обіймають колісні пари;
- ресорної підвіски, призначеної для поглинання вертикальних сил за допомогою листових і циліндричних ресор;
- гасників коливань для гасіння амплітуд коливання кузова вагона;
- надресорної балки з під'ятником, шворнем і двома ковзунами;
- гальмового обладнання.

Візок з'єднується з рамою вагона за допомогою шворня в одній точці, що дозволяє йому повертатись відносно рами і вільно згинуватись у криві ділянки колій. Ковзуни на надресорній балці призначені для шарнірного опору шворневої балки рами вагона.

Гальмове обладнання візка складається з важільної передачі, балімаків і гальмових колодок.

3.7.2. Основні типи візків вантажних вагонів

У вантажних вагонах застосовуються візки моделей 18–100, 18–101, 18–131, 18–102.

Двовісний візок моделі 18–100 (рис. 3.39) виконаний за принциповою схемою серійного візка типу ЦНИИ-ХЗ конструкції інженера Ханіна з деякими вдосконаленнями. Суцільної жорсткої рами він не має, каркас візка складають дві бокові рами (боковини), які перекриваються надресорною балкою. В середніх отворах литої боковини розміщуються двома рядами циліндричні ресорні пружини. В гніздах надресорної балки установлені клинові гасники коливань. На кінцях боковини мають прорізи для буксових вузлів.

Приблизно таку ж будову мають візки вантажних вагонів моделі 18–131, що випускаються Крюківським вагонобудівним заводом і акціонерним товариством «Дніпровагонмаш».

Під кузовами восьмивісних напіввагонів і вагонів-цистерн установлюються чотирьовісні візки моделі 18–101, які складаються із двох візків моделі 18–100, сполучених між собою з'єднувальною балкою (рис. 3.40). На кінцях нижньої частини цієї балки розташовані під'ятники і ковзуни, якими вона опирається на під'ятники і ковзуни двовісних вагонів. У верхній частині балки розміщений під'ятник, що має отвір для шворня і ковзуни.

Тривісний візок моделі 18–102 призначений для шестивісних вантажних вагонів і, на відміну від двовісних візків, складається з таких основних вузлів:

- трьох колісних пар з буксовими вузлами;

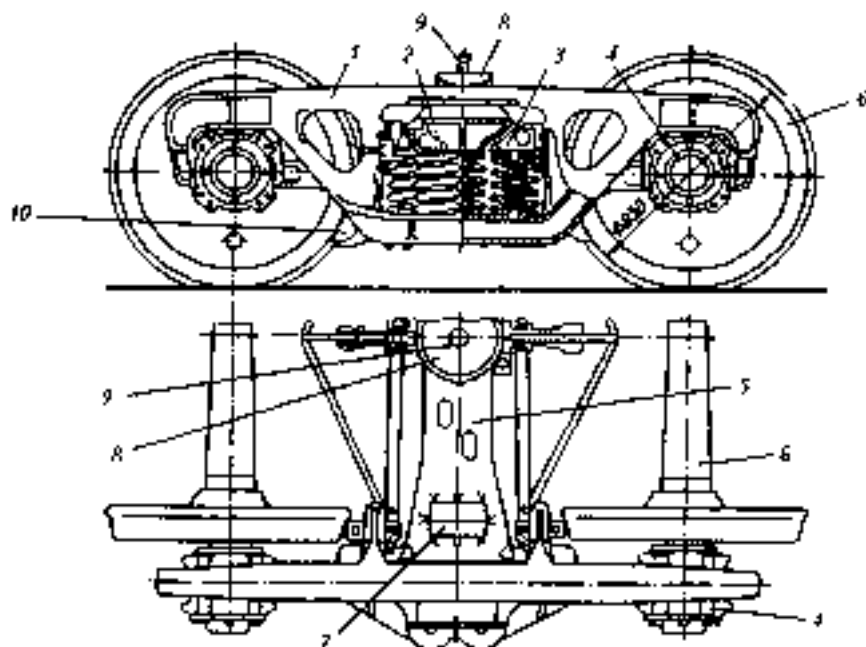


Рис. 3.39. Візок моделі 18-100 з буксами на рамкових підшипниках:
1 — боковина; 2 — ресорний комплект; 3 — клиновий гасник коливань;
4 — буксовий вузол; 5 — надресорна балка; 6 — колісна пара; 7 — боковий ковзун; 8 — під'ятник; 9 — шворінь; 10 — гальмове обладнання.

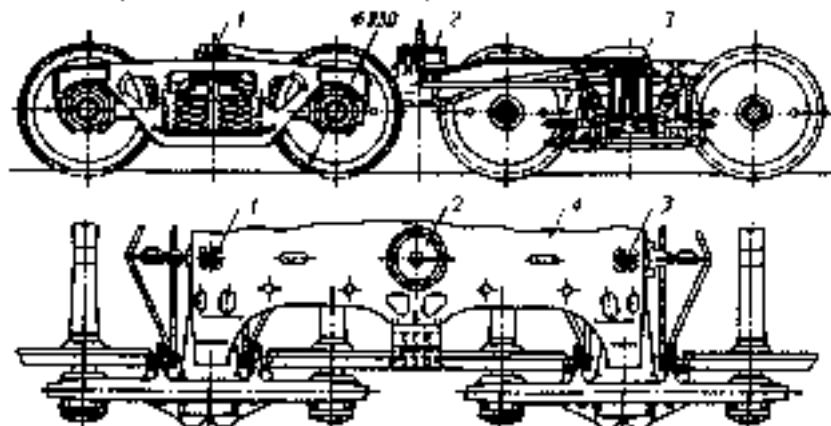


Рис. 3.40. Чотиріосійний візок 8-вісної цистерни:
1 — під'ятник першого візка; 2 — під'ятник центральний;
3 — під'ятник другого візка; 4 — з'єднувальна балка.

- двох бокових рам, кожну з яких складають дві боковини і балансири;
- чотирьох комплектів ресорного підвішування, які складаються з чотирьох дворядних пружин і одного пружинно-фрикційного гасника коливань;
- двох надресорних балок;
- однієї шпориної балки з під'язником;
- гальмової важільної передачі, яка передбачає можливість застосування чавунних і композиційних колодок.

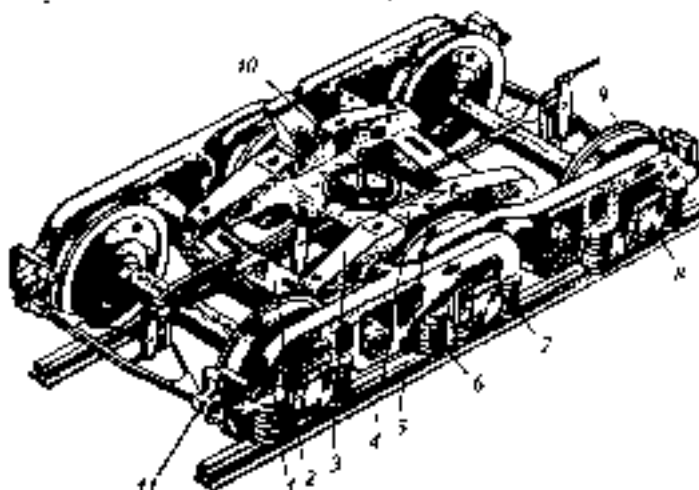


Рис. 3.41. Завантажений тягач з триосовою візком:

- 1 – бокова рама; 2 – поперечна балка; 3 – шпоринова балка;
 4 – амортизатори жорсткі; 5 – кріплення; 6 – балансири; 7 – ресорний комплект;
 8 – буфер; 9 – колісна пара; 10 – шпори; 11 – гальмова важільна передача.

Візки вантажних вагонів, що перебувають нині в експлуатації, мають ряд суттєвих недоліків у конструкції, особливо в ресорному підвішуванні та клинових гасниках, і цим стримують у перспективі зростання повнякості випащаних поїздів. За завданням Української групи спеціалістів ДНТ, Інституту технічної механіки Національної академії наук України і АТ «Крюківський вагонобудівний завод» працюють над створенням швидкісного візка випащаних вагонів нового покоління. Виготовлені Крюківським заводом експериментальні візки проходять експлуатаційні випробовування. В нових візках центральне ресорне підвішування буде забезпечувати плавне сприймання і передачу динамічних навантажень у вертикальних і горизонтальних площинах; замість клинових гасників запроваджуються дискові гасники коливань (ДГК), які відзначаються ви-

сокою стабільністю роботи; конструктивна швидкість таких візків сягає 120–140 км/год.

У Росії на Уральському вагонобудівному заводі виготовлено новий експериментальний візок типу 50.100 (рис. 3.42). Особливістю цього візка є застосування в ресорній підвісі ножових опор, які значно пом'якшують порівнянно з візками 18–100 і 18–102 поперечну жорсткість підвищування. Надресорна балка спирається на пружини ресорного комплекту через шарнірні опори-ножі. Дві боковини візка встановлюються через пружні

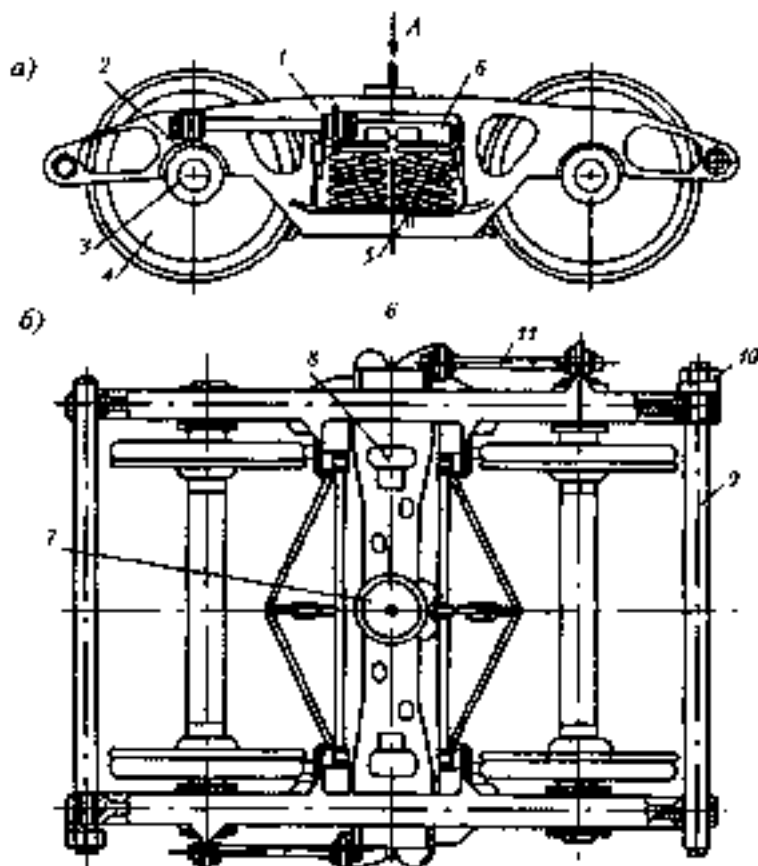


Рис. 3.42. Візок типу 50.100.

а – загальний вигляд; б – вигляд за стрілкою А;

1 – бикова рама; 2 – буксова прикладка; 3 – буксовий вузол.

4 – колісна пара; 5 – ресорийний комплект; 6 – надресорна балка; 7 – підвістник;

8 – ковзун; 9 – стрижень; 10 – сайка; 11 – тягові поведки.

(сумові) прокладки на циліндричні букси колісних пар. Кінці боковин з'єднані між собою двома гнучкими стрижнями, паралельними осям колісних пар. Кожен стрижень закріплений на одній боковині жорстко, а на другій — шарнірно, на ковзній посадці. Стрижні створюють пружне повертальне зусилля і запобігають так званому «забіганню» боковин. Надресорна балка на кінцях з'єднана з кожною боковиною додатковими зв'язками у вигляді тягових поводків, які разом з ресорними підвішуванням утримують надресорну балку у центральному положенні.

3.7.3. Основні типи візків пасажирських вагонів

У пасажирських і рефрижераторних вагонах застосовуються візки типів ЦМР, КРЗ-5 і КРЗ-ЦННІ з колісковим обладнанням і центральним ресорним підвішуванням, що включає листові і циліндричні ресори.

Візок КРЗ-ЦННІ (рис. 3.43) останнього випуску має такі конструктивні особливості: навантаження від кузова вагона передається не на центральний під'їзник, а на бокові ковзуни, що забезпечує поглинання коливань і плавність руху. Шворень візка сприймає тільки тягові та гальмівні зусилля.

Візок складається з двох колісних пар, рами, чотирьох буксових вузлів, подвійного ресорного підвішування (набуксового і центрального) з фізичними і гідравлічними гасниками коливань і шарнірно-маятниковою колісною та гальмовою обладнанням.

Навантаження від рами і кузова вагона передається на бокові горизонтальні ковзуни, що на надресорній балці. Між під'їзником і п'ятником є проміжок 9 мм. Надресорна балка з'єднана з рамою візка двома поводками, які утримують його від горизонтальних переміщень. Це покращує плавність ходу. Під'їзник візка з п'ятником рами вагона з'єднується за допомогою замкового шворня.

В останні роки проводиться інтенсивна робота над створенням високошвидкісних візків пасажирських поїздів, які б забезпечували при високих швидкостях комфортну плавність і стійкість руху, незначний вплив на колію. Використовуючи досягнення західноєвропейських, японських і американських фірм у конструкції візків швидкісних пасажирських вагонів як з колісковим підвішуванням (Fiat 71, GP-200), так і з безколісковим (У 32, МД 52 тощо), на Україні створений експериментальний візок моделі 68-7007 з двоступінчастим ресорним підвішуванням безколіскового типу, що відповідає нашим умовам експлуатації та спеціальними пристроями ефективного гасіння бокових коливань, поглинання вертикальних та горизонтальних коливань у буксових і центральних ресорних підвісках.

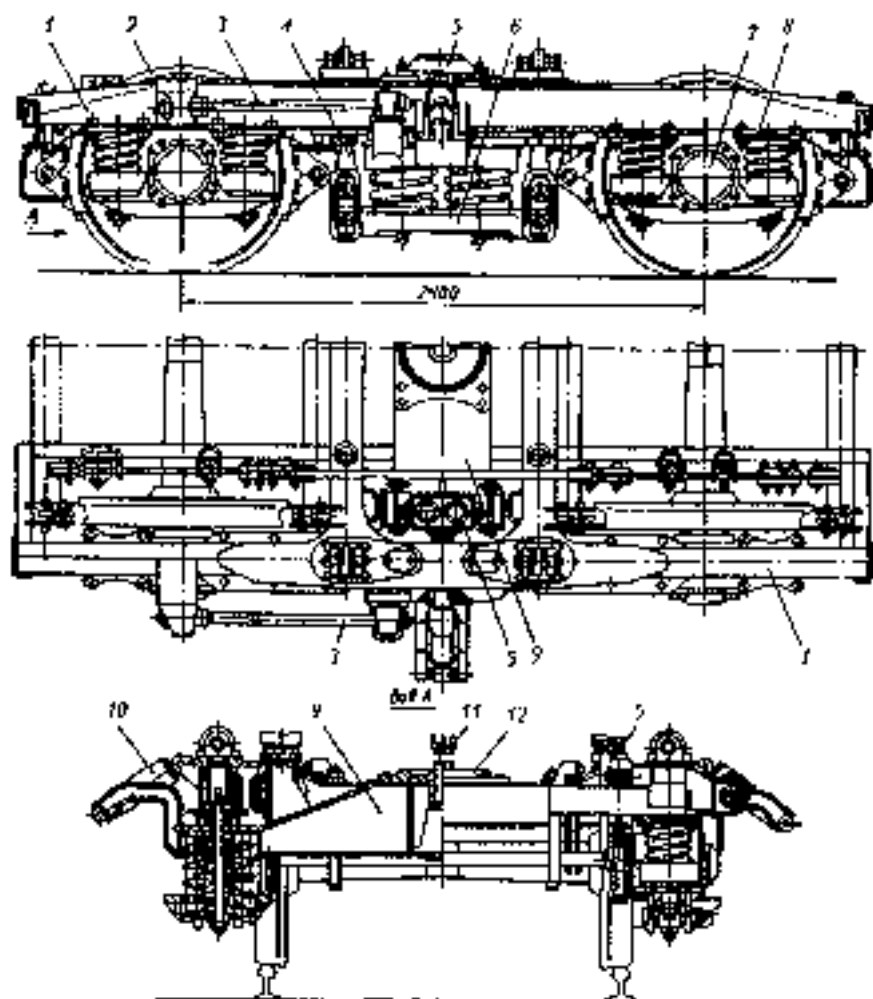


Рис. 3.43. Візок КВЗ-12000 пасажирського вагона

1 — рама візка; 2 — колісна пара; 3 — підвізок; 4 — пневмо-матрична кильовка; 5 — боковий хвіст; 6 — центральна ресорна підвіска; 7 — буксовий вузол; 8 — надбуксові ресори підвіски; 9 — надресорні балки; 10 — гідравлічний гасник кильовки; 11 — замковий шворінь; 12 — підвізник

Візок обладнаний дисковими гальмами, які забезпечують достатньо ефективне гальмування при швидкості до 160 км/год, а при русі з більшими швидкостями (до 200 км/год) він матиме можливість використовувати додаткове магніторейкове гальмо.

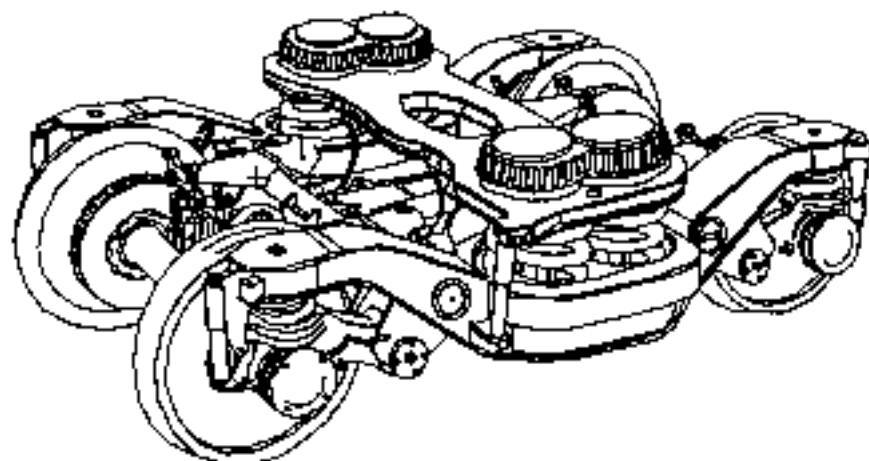


Рис. 3.44. Зразок перспективного високоскористісного візка моделі 68-7007 для пасажирських вагонів

3.8. Призначення і будова рами вагона

Рама — це несуча конструктивна частина вагона, на якій розміщується кузов, призначена для передачі тягових і гальмівних зусиль, розподілення навантаження на візки, а також для кріплення гальмового, автотягачного та іншого обладнання.

Рама чотиривісного універсального вагона складається з таких основних елементів:

- **реброві балки;**
- **двох шворневих балок;**
- **поперечних проміжних балок;**
- **двох подовжніх об'язувальних балок або поясів;**
- **двох кінцевих балок.**

Кількість поперечних проміжних балок залежить від роду і вісності вагонів, наприклад, в 4-вісних кригих вагонах їх 9, три основних і 6 допоміжних, в 4-вісних напіввагонах — 4, вагонах-платформах — 5, у 8-вісних напіввагонах — 8.

На рис. 3.45–3.47 схематично зображені рами кригого вагона, напіввагона і вагона-цистерни. Кожна із них має свої особливості. Так, у рамі цистерни відсутні поперечні проміжні балки і подовжні об'язувальні пояси, а кінцевої і шворневої балки зв'язуються боковою балкою.

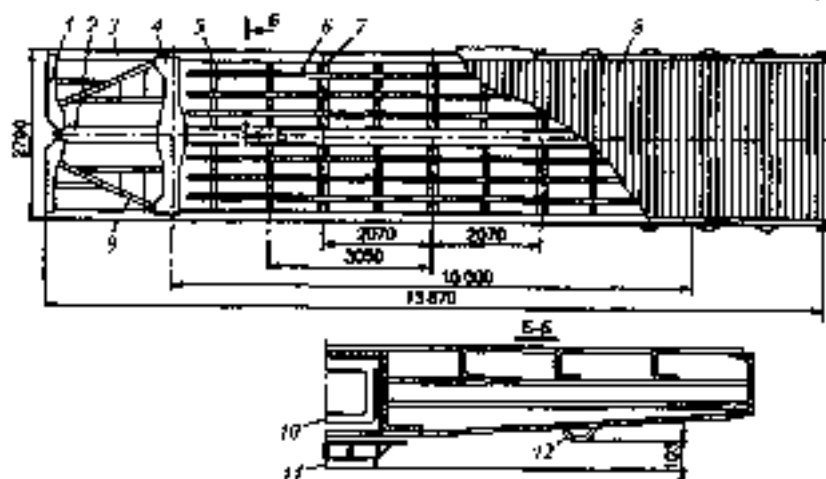


Рис. 3.45. Рама універсального критого вагона:

- 1 – кінцева балка; 2 – хребтова балка; 3 – бокова балка;
4 – шпоровна балка; 5 – поперечна проміжна балка; 6 – поздовжня балка для підтримки підлоги; 7 – основна проміжна балка; 8 – підлога; 9 – укоси;
10 – нап'ягнута коробка; 11 – підтінки; 12 – ковзун.

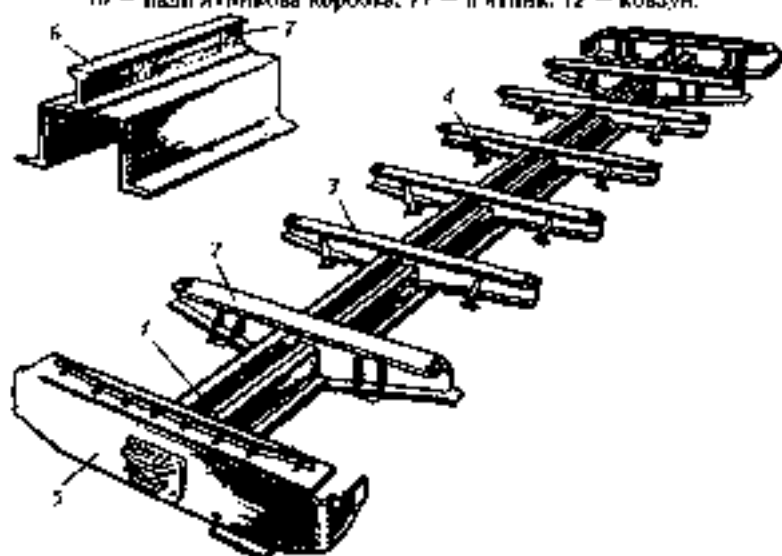


Рис. 3.46. Рама універсального 4-вісного напіввагона:

- 1 – хребтова балка; 2 – шпоровна балка; 3 – поперечна проміжна балка;
4 – олівка, яка обмежує опускання закритих кришок у відкритому положенні;
5 – кінцева балка; 6 – дыкатор; 7 – пушки петель для підвіски кришок люків.

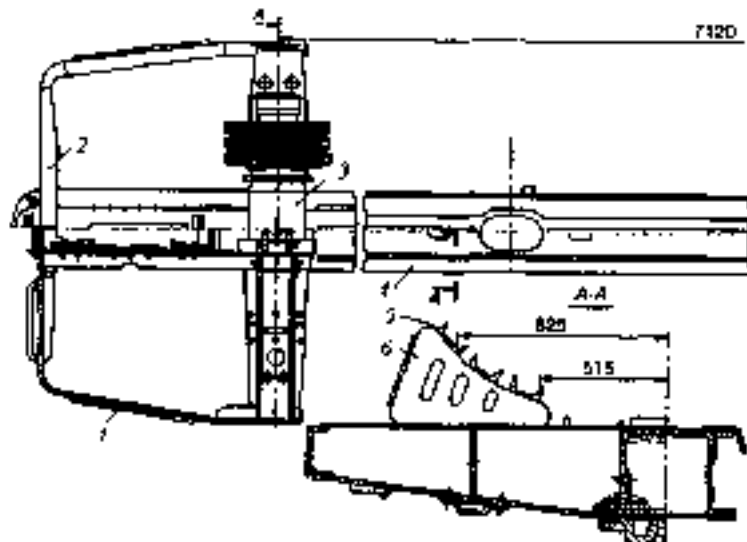


Рис. 3.47 Рама 4-вісного вагона-цистерна

- 1 — бікова балка; 2 — кінцева поперечна балка полегшеної конструкції;
3 — шворнева балка; 4 — хребтова балка; 5 — шпелери для укріплення кутка
на шворневій балці; 6 — ставки проріз на шворневій балці
для укріплення кутка.

Рама суцільнометалевого пасажирського вагона (рис. 3.48) з підлогою та іншими елементами кузова має сприймати всі дії на вагон завантаження. До рами кріпляться електрообладнання, вузли і деталі гальмової системи, автозчепів і буферів. Рама складається із наскрізної хребтової, кінцевих, шворневих і середніх поперечних балок.



Рис. 3.48. Рама суцільнометалевого пасажирського вагона

- 1 — хребтова балка; 2 — шворнева балка; 3 — підп'ячник,
4 — середня поперечна балка; 5 — кінцева балка.

В експлуатації перебувають суцільнометалеві пасажирські вагони, в конструкції яких відсутня середня частина рами (рама без хребтової балки). Навантаження в цих вагонах сприймають елементи суцільнометалевого кузова. Проте, вагони такої конструкції менше надійні й їх не випускають.

3.9. Будова і принцип дії автозчепного пристрою

3.9.1. Призначення і будова автозчепу

Автозчепи призначені для автоматичного зчеплення вагонів між собою і локомотивом, для переміщення та пом'якшення пошкоджених зусиль у складі поїзда.

Автозчепний пристрій (рис. 3.49) складається з таких основних частин:

- корпусу з механізмом зчеплення;
- ударно-центруючого приладу;
- упорного обладнання з поглинальним апаратом;

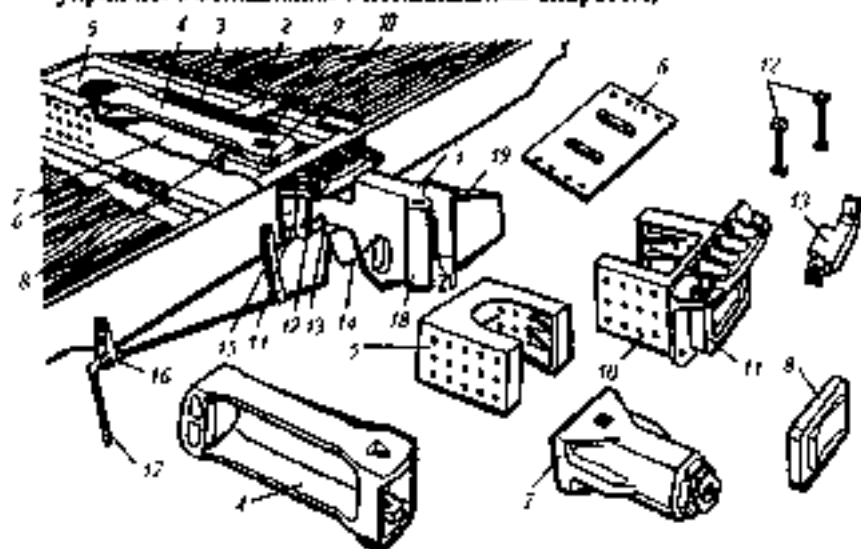


Рис. 3.49. Автозчепний пристрій вагона:

- 1 — голівка корпусу; 2 — обмежувальна планка; 3 — захисна планка; 4 — тіло корпусу; 5 — задній упор; 6 — підтримувальна планка; 7 — поглинальний апарат; 8 — уторна плита; 9 — клин; 10 — передній упор; 11 — ударний пристрій; 12 — шпильована підкладка; 13 — центруюча балка; 14 — шпилька; 15 — підтримувальний кріпитель; 16 — фіксуючий кріпитель; 17 — розчепний важіль; 18 — малий зуб; 19 — великий зуб; 20 — стоп

• **розчепного приводу.**

Литий суцільний корпус автозчепу має головну частину (головку) і задню частину (хвостовик).

Великий і малий зуби головки створюють так званий «зів» автозчепу, де в спеціальному «кармані» знаходиться механізм зчеплювання.

Зверху головка має упор для передачі жорсткого удару через ударну розетку і кінцеву балку на торець хвостової балки.

Хвостовик порожнистий, прямокутної форми, має отвір для клину, що з'єднує його з тягним хомутом. Торець хвостовика має циліндричну форму і призначається для передачі поздовжніх ударів на послідовальний апарат автозчепного пристрою.

3.8.2. Робота механізму зчеплювання при зчепленні та розчепленні вагонів

У корпусі автозчепу є механізми зчеплювання.

Механізм зчеплювання (рис. 3.50) складається з таких деталей:

- **замка**, який замикає сполучки автозчепи в зчепленому стані;
- **замкоутримувача**;
- **запобіжника замка («собачки»)**, що охороняє замок у певному місці та положенні і запобігає саморозчепленню вагонів;
- **підйомника**;
- **валика підйомника**;
- **болта з гайкою** для закріплення валика підйомника.

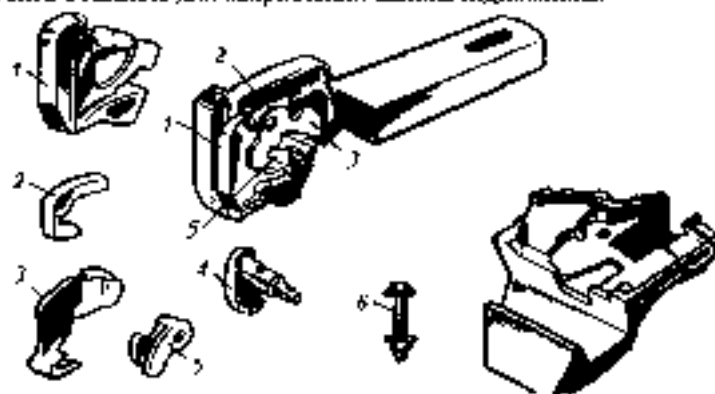


Рис. 3.50. Механізм зчеплювання:

- 1 - замок; 2 - замкоутримувач; 3 - запобіжник замка;
4 - валик підйомника; 5 - підйомник; 6 - болт з гайкою.

Автозчепи зчіплюються автоматично при стисканні вагонів між собою або локомотива з вагоном. При цьому малий зуб одного автозчепу попадає в зів сусіднього, замки при стисканні переходять в середину головок і опускаються під дією власної ваги в нижню частину зіву і автозчепи замикаються, тобто заклинюються замками.

Розчепний привід (рис. 3.49) призначений для штучного розчеплення автозчепів і складається з таких елементів:

- **розчепного важеля**, що має ручку для повороту;
- **ланцюжки**;
- **фіксуючого кронштейна**;
- **підтримуючого кронштейна**.

Для розчеплення автозчепів необхідно до кінця повернути ручку розчепного важеля будь-якого із двох зчеплених автозчепів (в вертикального положення зверху по колу напроти кінцевої балки і тут же опустити у вихідне положення). Важіль повертаючись натягує ланцюжок, який, в свою чергу, повертає валик підйомника. Валик повертаючись піднімає підйомник, а підйомник — замок, знімаючи блокування залобіжника. Коли автозчепи розходяться, замок ховається в карман головки і автозчепи знову готові до зчеплення.

Підйомник у піднятому положенні може закрити замок в розчепленому стані, що запобігає наступному зчепленню. В цьому випадку ручка розчепного важеля затримується на полиці фіксуючого кронштейна і з головок автозчепів виглядає червоний сигнальний відросток замка.

3.9.3. Ударно-центруючий прилад і упряжне обладнання

Ударно-центруючий прилад (рис. 3.49) сприймає подовжні ударні зусилля і повертає відкритий корпус автозчепу в середнє положення.

Прилад складається з:

- **ударної розетки**, що розміщена на кінцевій балці рами вагона;
- **центруючої балки**, яка підвішена до ударної розетки за допомогою двох маятникових підвісок.

Упряжне обладнання (рис. 3.49) з пневматичним апаратом з'єднує корпус автозчепу з рамою вагона, сприймає і гасить тягові та ударні зусилля, пом'якшую їх дію на раму.

Упряжне обладнання складається з таких вузлів і деталей:

- **поглинального апарату**;
- **клина**;
- **тягового хомута**;
- **ударної плити**;

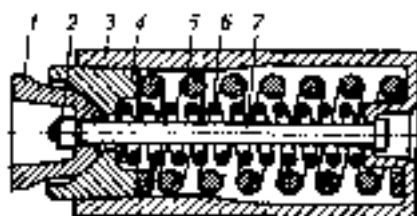


Рис. 3.51. Поглинальний апарат Ш-1 ТМ:

- 1 — натискний конус; 2 — гайка;
- 3 — корпус; 4 — фрикційний клин;
- 5 — зовнішня пружина;
- 6 — внутрішня пружина.
- 7 — стяжний болт.

Тягові зусилля передаються від хвостовика через тяговий хомут на поглинальний апарат, стискаючи його перед передніми упорами. Якщо апарат повністю спрацює, ці зусилля безпосередньо будуть передаватися на передні упори, що розміщені на стінках хребтової балки.

Пружинно-фрикційний поглинальний апарат (рис. 3.51), який встановлений у середині тягового хому́та, складається з таких деталей:

- натискного конуса;
- стяжного болта з гайкою;
- фрикційних клинів;
- зовнішньої і внутрішньої пружин;
- корпусу.

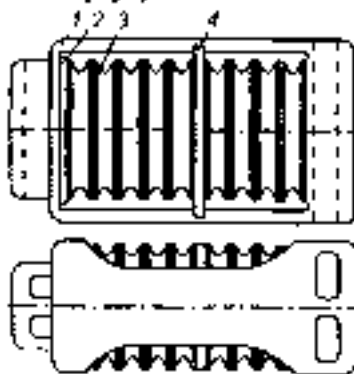


Рис. 3.52. Поглинальний апарат Р-2П:

- 1 — корпус; 2 — натискна плита;
- 3 — гумопластові елементи;
- 4 — направляюча плита.

- передніх і задніх упорів, що розміщені на стінках хребтової балки;
- підтримуючої плати;
- обмежувальної планки.

При зчепленні автозчепів хвостовик тисне на упорну плиту, а через неї на поглинальний апарат, стискаючи його. Якщо цей апарат спрацює повністю, зусилля через упорну плиту будуть передаватися безпосередньо на задні упори. Одночасно через тильний упор головка ці зусилля передаються на ударну розетку.

В автозчепал застосовуються поглинальні апарати Ш-1-Т, Ш-1ТМ, Ш-2-В, Ш-6-ТО-4, ЛМК-110А, Р-2П, Р-5П.

Поглинальний апарат в автозчепал вагонів типу Ш-1-ТМ (рис. 3.51) працює таким чином: при гальмуванні хвостовик корпусу автозчепу через упорну плиту тисне на натискний конус 1, який переміщуючись всередину корпусу апарату 3, приводить в дію фрикційні клини 4 і через натискну шайбу стискає пружини 5 і 6. Після їх повного стиснення корпус апарату упирається в задній упор.

При тягових зусиллях поглинальний апарат аналогічним порядком ще в зворотньому напрямку і упирається в передній упор.

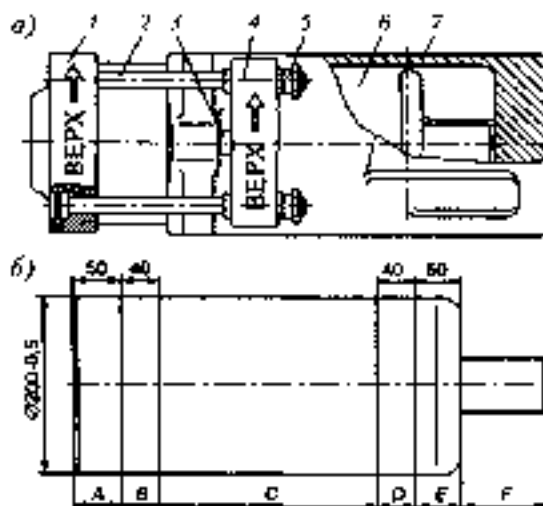


Рис. 3.53. Подольний апарат 73 ZW з еластичним амортизатором:

а – подольний апарат 73 ZW; б – еластичний амортизатор.

1 – верхня плита; 2 – болт; 3 – дистанційні вкладки; 4 – монтажні планки;

5 – шайба; 6 – еластичний амортизатор; 7 – корпус апарата;

A – F – зони контролю справності еластичного амортизатора.

В пасажирських вагонах застосовується гумометалевий подольний апарат Р-2П (рис. 3.52), який відрізняється від пружинно-фрикційного меншою масою і простою конструкцією. В корпусі розміщуються дві гумометалеві пружинні елементи, направляючі і патисна плити.

Останнім часом на автозчепках вантажних вагонів встановлюються подольні апарати підвищеної енергоспоживності типу 73 ZW з еластичними амортизаторами типу K2E-5 R2 (рис. 3.53). При стисненні амортизатори шток входить в корпус і стискає еластомір, створюючи високий внутрішній тиск. Поглинання зусиль здійснюється за рахунок перетікання (дрозелювання) робочої в'язкої рідини через маленькі отвори між корпусом амортизатора і поршнем.

3.9.4. Вимоги ПТЕ до автозчепного пристрою

Забороняється ставити в поїзди вагони з несправностями автозчепного обладнання:

- тріщина в корпусі автозчепу, злам деталей механізму зчеплювання;
- поширення зламу, зношення робочих граней зубів понад допусків;

- випадання або неправильне закріплення ролика підйомника;
- надмірно короткий або довгий ланцюжок розцепного приводу, тріщина або злам важеля, фіксуючого і підтримуючого кронштейнів;
- несправність залобовика замка;
- обрив або тріщина центруючої балки і маятникових підвісок;
- тріщина або злам клина, тягового хомута, несправильне їх закріплення;
- тріщина або злам упору на хребтовій балці, ударної розетки на кінцевій балці;
- несправність поглинального апарата, тріщини, потривоїсті корпусу, злам пружин.

ІТЕ вимагає, щоб висота осі автозчепу над рівнем головок рейок була:

- у локомотивів, пасажирських та вантажних порожніх вагонів — не більшою 1080 мм;
- у локомотивів і пасажирських вагонів з людьми — не меншою 880 мм;
- у навантажених вантажних вагонів — не меншою 950 мм.

Різниця у висоті між позовжжизим осями автозчепів допускається як більшою:

- у вантажному поїзді — 100 мм;
- між локомотивом і першим навантаженим вагоном вантажного поїзда — 110 мм;
- в пасажирському поїзді, що рухається зі швидкістю до 120 км/год. — 70 мм, а зі швидкістю 121–140 км/год. — 50 мм;
- між локомотивом і першим вагоном пасажирського поїзда — 100 мм.

Автозчеп пасажирських вагонів повинні мати обмежувачі вертикальних переміщень.

3.10. Призначення і принцип дії гальм

3.10.1. Призначення і класифікація гальм

Гальма — це комплекс пристроїв у поїзді, призначених для штучного збільшення опору руху поїзда шляхом створення тальмових сил з метою зменшення його швидкості або зупинки. Енергія рухомого поїзда при тальмуванні перетворюється в теплову і розсіюється в навколишньому середовищі.

Гальмування буває службове і екстрене. Службове гальмування — це тальмування ступінчастим визначеною величиною для плавного знизження швидкості чи зупинки поїзда у заздалегідь передбаченому місці, коли тиск

в гальмових приладах забезпечує половину максимальної гальмової сили. Екстремне гальмування застосовується для термізової зупинки поїзда шляхом екстремної розрядки магістралі та реалізації максимальної гальмової сили.

Гальмова путь — це відстань, яку проходить поїзд від початку гальмування з моменту переведення ручки крана машиніста в гальмове положення до повної зупинки. Гальмові пути розрізняються залежно від виду гальмування (службове, повне службове та екстремне). Чим ефективніші гальма, тим коротша гальмова путь.

Гальмова сила залежить від сили тиску гальмових колодок і коефіцієнта тертя колодок до ободів коліс. Ця сила не повинна бути більшою сили зчеплення коліс з рейками, інакше колеса не будуть крутитись, а повзти на рейках, внаслідок чого виникають ха лощення коліс повзуття.

Залежно від приводів гальма бувають:

- **пневматичні**, які управляються і приводяться в дію за допомогою стисненого повітря, — найбільш поширені на залізницях;
- **електропневматичні** — це пневматичні гальма з електричним приводом, вони більш швидкодіючі, ніж пневматичні;
- **електричні** — гальмову силу створюють тягові електродвигуни, які працюють при гальмуванні в режимі генераторів і шим гальмують рух ведучих колісних пар;
- **електромагнітні** — гальма, в яких використовуються електромагніти, які діють на рейки і створюють гальмову силу; ця сила не залежить від зчеплення коліс з рейками;
- **ручні** з гвинтовим механічним приводом: вони обладнані двома локомотивами, моторвагонний і спеціальний самохідний рухомий склад, пасажирські вагони, а також вагони, які мають гальмові (перехідні) площадки; використовуються для утримання поїзда на підйомі у разі несправності автоматичних гальм.

Пневматичні, електропневматичні гальма є автоматичними і забезпечують можливість застосування різних режимів гальмування, керуваність і плавність гальмування, а також зупинку поїзда після розриву гальмової магістралі чи вклучення стоп-крана.

Залежно від місця прикладання гальмових сил, гальма бувають:

- **колодочні** (найбільш поширені), в яких гальмування виконується шляхом притискання гальмових колодок до поверхні кочення колеса;
- **дискові** (застосовуються рідко), в яких гальмування здійснюється шляхом притискання гальмових накладок до спеціальних дисків, закріплених на осі колісних пар.

3.10.2. Гальмове обладнання локомотивів

Пневматичне гальмове обладнання локомотивів (рис. 3.54) складається з:

- **компресорів** — машин, які створюють (стискують) і нагнітають стиснене повітря в головний резервуар ($(7,3-8,8) \times 10^6$ Па);
- **головного резервуара з регулятором тиску**, який за тиску понад $8,8 \times 10^6$ Па відключає компресор;

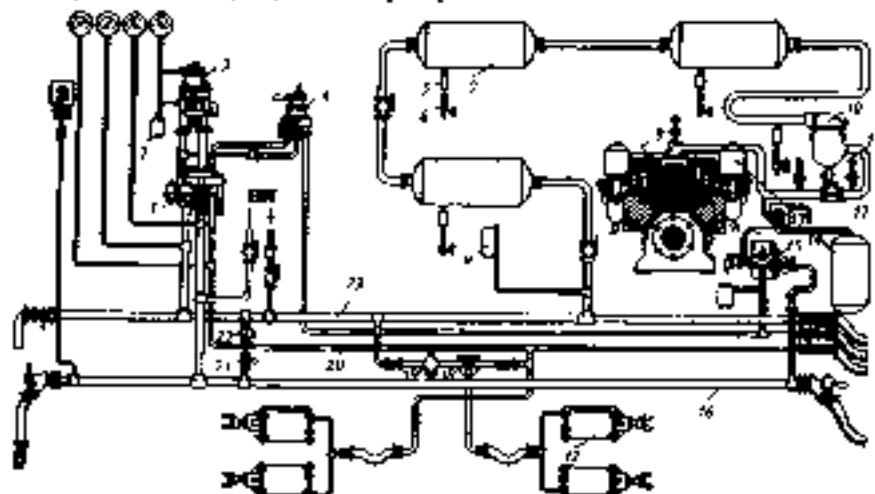


Рис. 3.54. Схема гальмівного обладнання електровоза ВЛ80:

- 1 — пристрій фіксування гальм; 2 — урівнювальний резервуар; 3 — кран машиніста; 4 — кран допоміжного гальма; 5 — резервуар-збірник; 6 — впускний клапан; 7 — головний резервуар; 8 — регулятор тиску; 9 — компресор; 10 — масловіддільник; 11 — запобіжний клапан; 12 — зворотний клапан; 13 — фільтр; 14 — запасний резервуар; 15 — повітряний розподільник; 16 — гальмівна магістраль; 17 — гальмівний циліндр; 18 — реле тиску; 19 — клапан максимального тиску; 20 — магістраль повітропроводу допоміжного гальма; 21 — з'єднувальний кран; 22 — зворотний клапан; 23 — магістраль живлення; ЕПК — електропневматичний клапан шлюстоу.

- **крана машиніста**, яким управляються гальма поїзда;
- **крана допоміжного гальма**, яким управляються гальма тільки локомотива;
- **магістралі живлення** (від головного резервуара до крана машиніста або крана допоміжного гальма),
- **гальмової магістралі** (від крана машиніста на локомотиві до вагонів поїзда);

- **магістралі повітропроводу допоміжного гальма** (від крана до допоміжного гальма до гальмових циліндрів локомотива);
- **арматури управління** (манометри, повітроохолоджувачі, реле тиску, запобіжне реле тощо);
- **приладів гальмування** (гальмові циліндри);
- **важільної передачі** — системи важелів, башмаків з колодками, які з'єднуються тягами.

Пасажирські локомотиви, як правило, обладнують електромагнітним гальмом. Додатково до пневматичних гальмових приладів установлюється спеціальне джерело електричного струму, яким управляється це гальмо. Крани машиніста обладнуються електричним контролером і блоком управління, до якого входять реле, резистори, випрямний міст, панель виводів і вимірювальні прилади.

3.10.3. Гальмове обладнання вагонів

Пневматичне гальмове обладнання вантажного вагона (рис. 3.55) складається з:

- **гальмової магістралі** з кінцевими кранами, з'єднувальними рукавами і стоп-кранами (якщо є перехідна площа), призначеної для передачі стисненого повітря в поїзд;
- **роз'єднувального крана**, яким виключається гальмова система вагона від гальмової магістралі поїзда;
- **повітророзподільника**, до якого підводяться три труби: від гальмової магістралі, від запасного резервуара і від гальмового циліндра; призначений для автоматичного розподілу стисненого повітря між запасним резервуаром і гальмовим циліндром;
- **запасного резервуара**, призначеного для накопичення і зберігання стисненого повітря;
- **гальмового циліндра**, призначеного для передачі тиску стисненого повітря через поршень циліндра, систему тяг і важелів на гальмові колодки;
- **авторегістру** — спеціального приладу, який розташовується між повітророзподільником і гальмовим циліндром, призначеного для автоматичного регулювання тиску в гальмовому циліндрі в залежності від навантаження вагона;
- **важільної передачі** (важелів, тяг, башмаків з колодками).

Для приведення в дію гальм тиск в гальмовій магістралі за допомогою крана машиніста зменшується, при цьому магістральна частина повітро-

розподільника спрацьовує і приводить у дію його головну частину, яка з'єднує запасний резервуар через авторежим з гальмовими циліндрами. Тиск у циліндрах устальовується автоматично авторежимом залежно від навантаження вагона. Коли гальма відпускаються, повітродозподільник з'єднує гальмовий циліндр з атмосферою, а гальмову магістраль — із запасним резервуаром. Поршень циліндра і важільна передача за допомогою пружини повертається у вихідне положення.

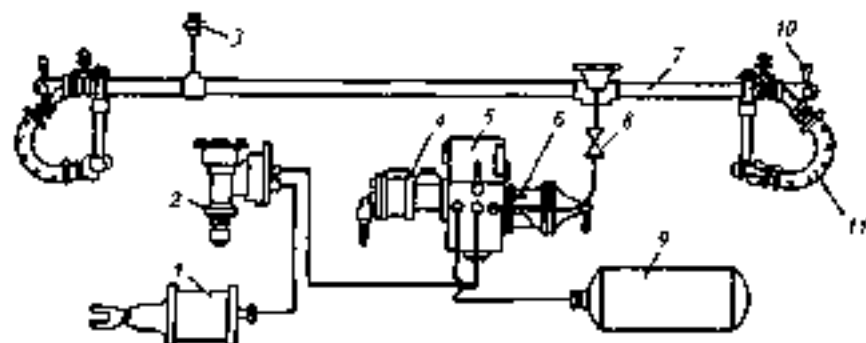


Рис. 3.55. Схема пневматичного обладнання вагона:

- 1 — гальмовий циліндр; 2 — авторежим; 3 — стоян-кран; 4 — гальмова частина повітродозподільника; 5 — двохкамерний резервуар повітродозподільника; 6 — магістральна частина повітродозподільника; 7 — гальмова магістраль; 8 — роз'єднувачний кран; 9 — запасний резервуар; 10 — кінцеві крани; 11 — з'єднувачні гумові рукави.

Пасажи́рські ваго́ни, крім пневматичного, обладнуються дво-проводним електропневматичним гальмом (рис. 3.56). електричні проводи розміщуються в спеціальних сталевих трубах і міжвагонних з'єднаннях (рукавах) разом з повітряною магістраллю. При гальмуванні контролер машиніста крана замикає відповідні проводи і електричний струм діє на котушки електромагнітних вентилів 4 і 5 електроповітродозподільника. Якір 6 закриває канал А в атмосферу, а якір 3 з'єднує запасний резервуар 2 через клапан 8 з гальмовим циліндром 7. Коли гальма відпускаються, в контролері крана машиніста 1 роз'єднуються контакти, в котушках гальмового 4 і відпускного 5 вентилів струм зникає, якорі відпадають. При цьому якір 3 перекриває доступ повітря із запасного резервуара до циліндрів, а якір 6 відкриває шлях повітря з циліндрів в атмосферу (ліній А). Коли ручка крана машиніста займе положення перекриття, гальмовий вентиль 4 не матиме струму, а відпускний вентиль 5 буде під напругою. Якорями 3 і 6 обидва канали будуть перекриті і гальмовий

циліндр буде роз'єднаний із запасним резервуаром і атмосферою. За необхідності електричне управління може бути відхилене і дія будуть тільки звичайні пневматичні гальма.

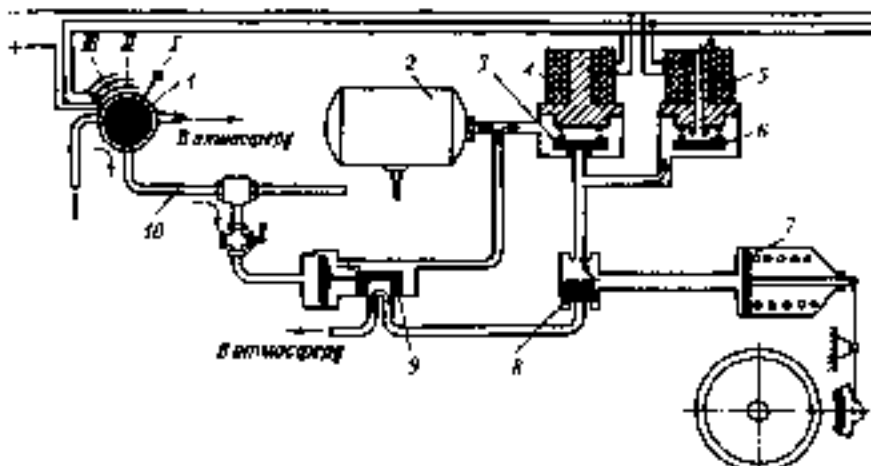


Рис. 3.56. Схема електророзподільного гальма:

- 1 – кран машиніста; 2 – запасний резервуар; 3 – якорь;
4, 5 – електричні вентилі; 6 – якорь; 7 – гальмовий циліндр;
8 – розподільний кран; 9 – повітророзподільник; 10 – гальмова магістраль

3.10.4. Системи пневматичних гальм і управління ними

Залежно від типу повітророзподільника з крана машиніста, пневматичні гальма бувають:

- **прямодіючі неавтоматичні** (рис. 3.57), в яких при гальмуванні стиснене повітря із головного резервуара надходить безпосередньо в гальмові циліндри (тому називаються прямодіючими) і у випадку пошкодження повітропроводу (падіння тиску) рухомий склад не гальмується (тому називаються неавтоматичними). Такі гальма застосовуються переважно на локомотивах;
- **непрямодіючі автоматичні** (рис. 3.58), які в своїй системі крім головного резервуара і гальмових циліндрів мають повітророзподільники і запасні резервуари, куди з гальмової магістралі надходить стиснене повітря (тому називаються непрямодіючими), при пошкодженні гальмової магістралі і падінні тиску в гальмовій магістралі, після шлюзідного спрацювання повітророзподільника, рухомий склад

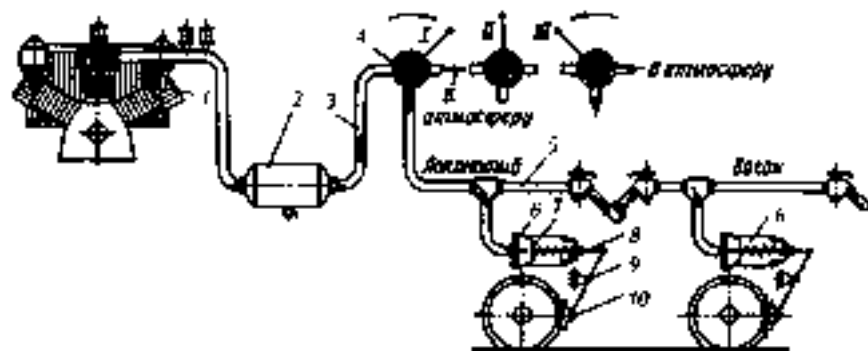


Рис. 3.57. Схема прямого автоматичного гальмівного пристрою.

1 - компресор; 2 - циліндрний резервуар; 3 - магістраль живлення; 4 - кран машиніста; 5 - гальмівна магістраль; 6 - гальмівний циліндр; 7 - поршень; 8 - шток; 9 - нерухома точка; 10 - гальмівні башмаки з колішками; положення I - гальмування; положення II - перекриття; положення III - відпуск гальм.

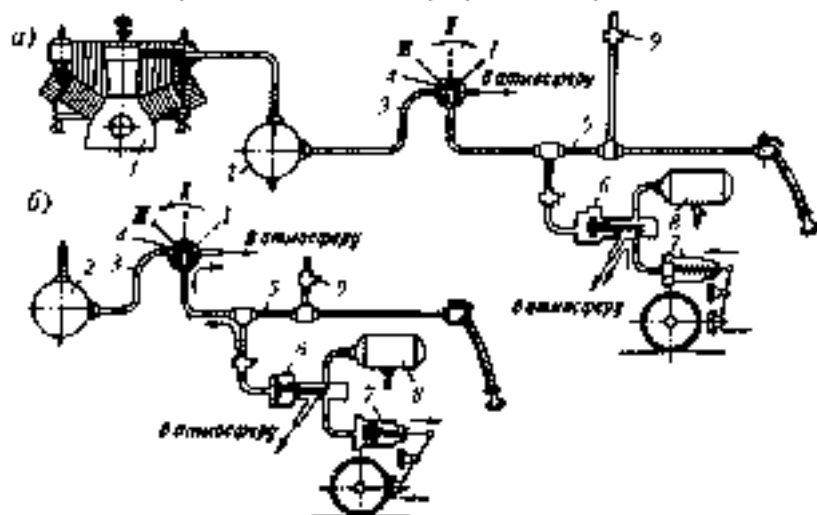


Рис. 3.58. Схема непрямодіючого автоматичного гальмівного пристрою.

а - загальна схема; б - гальмування; 1 - компресор; 2 - циліндрний резервуар; 3 - магістраль живлення; 4 - кран машиніста; 5 - гальмівна магістраль; 6 - повітряний підійомник; 7 - гальмівний циліндр; 8 - запасний резервуар; 9 - стоп-кран.

автоматично загальмовується (тому називаються автоматичними). Такі гальма застосовуються переважно в пасажирських поїздах;

- **прямодіючі автоматичні** (рис. 3.59), які від непрямодіючих автоматичних відрізняються тільки особливою будовою крана машиніста і

повітророзподільників, які забезпечують поповнення стисненого повітря під час гальмування і, таким чином, підтримують постійний тиск в них. Кран машиніста 3 при поїзному положенні (рис. 3.59, а) підтримує необхідний тиск повітря в гальмовій магістралі і запасних резервуарах. Наповнення запасних резервуарів при зарядженні і відпуску гальм виконується через зворотний клапан 5 повітророзподільника 4. При гальмуванні (рис. 3.59, б) тиск в гальмовій магістралі 7 знижується в результаті випуску повітря через кран 3 в атмосферу. Повітророзподільники 4 спрацьовують, роз'єднують гальмові циліндри 8 з атмосферою і з'єднують їх із запасними резервуарами 6. Після випуску певної кількості повітря із гальмової магістралі машиніст ставить ручку крана в положення перекриття. Залповний тиск у гальмовій магістралі і гальмових циліндрах автоматично підтримується постійним. У разі витoku повітря із магістралі поповнення проходить через кран машиніста із головного резервуара. Так забезпечується пряма дія для шм. Гальма, практично, невідчутні і дозволяють ступеневе гальмування і ступеневий відпуск гальм. Ці гальма застосовуються у вагонних поїздах.

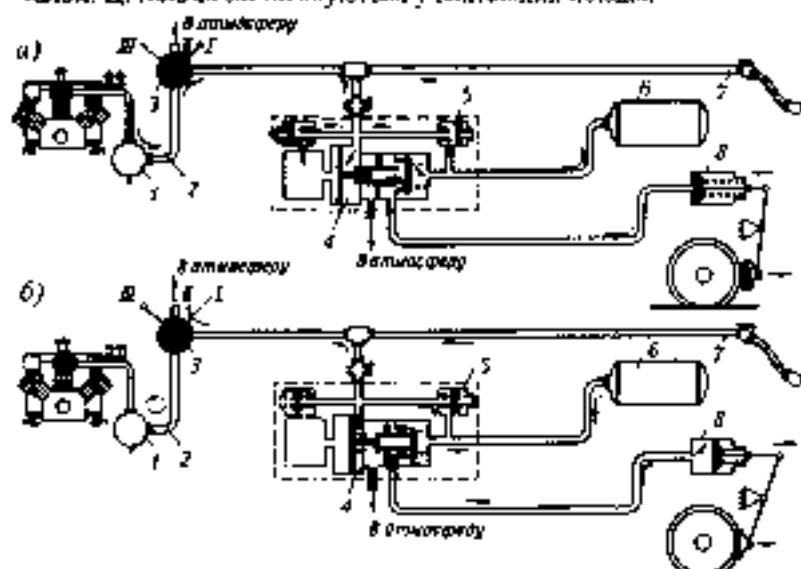


Рис. 3.59. Схема привідного пневматичного гальма:

- а - зарядження гальм; б - гальмування; 1 - головний резервуар;
2 - магістраль живлення; 3 - кран машиніста; 4 - повітророзподільник;
5 - зворотний клапан; 6 - запасний резервуар; 7 - гальмова магістраль;
8 - гальмовий циліндр

3.11. Порядок випробування і перевірки гальм у поїздах

3.11.1. Загальні положення про технічне обслуговування гальм

Технічний стан гальмового обладнання локомотивів поїздів перевіряють локомотивні бригади під час приймання їх перед виходом із депо, після відстою їх без бригади, при зміні локомотивних бригад та при виконанні технічного обслуговування ТО-1. При інших видах технічного обслуговування і всіх видах ремонту цю перевірку проводять слюсарі депо і люксові технічного обслуговування згідно з положенням Інструкції з технічного обслуговування, ремонту та випробування гальмового обладнання локомотивів і моторвагонного рухомого складу.

Технічний стан гальмового обладнання вагонів має перевірятись під час їх технічного обслуговування робітниками пунктів технічного обслуговування (ПТО), контрольних пунктів технічного обслуговування (ЖПТО) і пунктів підготовки вагонів (ППВ). Виконання робіт контролює старший на зміні чи старший оглядач вагонів, які мають забезпечити готовність гальмового обладнання і ввімкнення усіх гальм у составі, з'єднання рукавів, відкриття кінцевих кранів, встановлену норму гальмового натиснення в поїзді, а також надійну роботу гальм при випробуванні їх на станції та на шляху прямування.

Метою випробування автогальм є перевірка дії гальм, виявлення в поїзді вагонів з несправними гальмами та їх ремонт. Випробування гальм в поїзді буває повним і скороченим. Крім того, встановлена перевірка дії гальм на станціях і перегонах.

3.11.2. Повне випробування автогальм

При повному випробуванні автогальм перевіряють технічний стан гальмового обладнання, цілісність та щільність гальмової магістралі, дію гальм у всіх вагонах, підраховують натиснення гальм у поїзді.

При випробуванні автогальм у поїзді управління гальмами з локомотива виконує машиніст, а від стаціонарної компресорної установки — оглядач вагонів чи оператор. Дію гальм у составі та правильність їх увімкнення мають перевіряти оглядачі вагонів.

Повне випробування виконується у випадках:

- перед відправленням поїзда на станціях формування і обороту та на попутних технічних станціях, які розділяють суміжні гарантійні ділянки прямування поїздів, при технічному обслуговуванні состава без зміни локомотива;

- після зміни локомотива та в разі причеплення його при зміні напрямку руху;
- перед входом моторвагонного поїзда в депо чи після відстою його без бригади на станції;
- на станціях перед затяжними спусками, де зупинка поїзда передбачена графіком руху: перед затяжним спуском 18‰ і крутіше повне випробування виконується з обов'язковою 10-хвилинною витримкою автогальм у загальмованому стані. Перелік таких станцій визначається начальником залізниці.

При визначенні затяжних спусків необхідно керуватися такими значеннями: крутизою від 8 до 10‰ за довжини 8 км і більше; від 10 до 14‰ – 6 км і більше; від 14 до 17‰ – 5 км і більше; від 17 до 20‰ – 4 км і більше; від 20‰ і крутіше – 2 км і більше. Затяжні спуски крутизою 18‰ і більше вважаються крутими затяжними.

Повне випробування електровозематичних гальм проводиться на станціях формування та обертання пасажирських поїздів від стаціонарних пристроїв чи поїзною локомотива.

За результатами повного випробування автогальм оглядач вагонів складає і видає машиністу довідку форми ВУ-45 про забезпечення поїзда гальмами та справну їх дію.

Довідка форми ВУ-45 заповнюється під копірку в двох примірниках. Оригінал довідки передається машиністу локомотива, а копія зберігається протягом семи діб у посадові особи, яка виконує випробування гальм. Довідку машиніст має зберігати до кінця поїздки, після прибуття в депо здати її разом зі швидкіснимірною стрічкою, а при зміні локомотивних бригад без відчеплення локомотива від поїзда передати машиністу, який приймає локомотив.

3.11.3. Скорочене випробування автогальм

При скороченому випробуванні перевіряють стан гальмової магістралі за дією гальм двох хвостових вагонів. Якщо скорочене випробування виконується після проведеного від стаціонарної компресорної установки повного випробування, то машиніст і оглядач вагонів мають перевірити також щільність гальмової мережі поїзда з локомотивом.

На станціях, де є штатні оглядачі вагонів, скорочене випробування проходить оглядачі вагонів за заявою машиніста, а за їх відсутності – локомотивна бригада чи працівники, навчені виконувати операції з випробування гальм (перелік посад встановлює начальник залізниці).

Скорочене випробування автогальм з перевіркою стану гальмової магістралі за дією гальм двох хвостових вагонів у поїздах слід проводити:

- після прицеплення поїзаного локомотива до состава, якщо попередньо на станції було виконано повне випробування автогальм від компресорної установки (стаціонарної мережі) чи маневрового локомотива;
- після зміни локомотивних бригад, якщо локомотив виїзду поїзда не відцеплюється;
- після будь-якого роз'єднання рукавів у составі поїзда чи між составом і локомотивом (крім відцеплення підштовхувального локомотива, включеного в гальмову магістраль). З'єднання рукавів унаслідок прицеплення рухомого складу, а також після перекриття кінцевого крана в поїзді;
- у пасажирських поїздах, крім того: після стоянки понад 20 хв, при падінні тиску в поломих резервуарах нижче зарядного тиску гальмової магістралі, при зміні кабіни керування чи після передачі управління машиністу другого локомотива на перегоні після зупинки поїзда у зв'язку з неможливістю подальшого управління рухом поїзда з тягової кабіни;
- у вантажних поїздах, якщо під час стоянки поїзда виникло ермовільне спрацювання автогальм чи зміна щільності гальмової магістралі понад 20% вказаної у довідці ВУ-45;
- у вантажних поїздах після стоянки поїзда на станції більше 30 хв;
- якщо під час перевірки щільності гальмової магістралі машиніст виявить її зміну понад 20% вказаної у довідці ВУ-45;
- якщо на локомотиві, який має сигналізатор №418, сигнальна лампочка «ГМ» загориться під час стоянки, при цьому слід перевірити справність сигналізатора ступенем гальмування, за якого лампочка «ГМ» має погаснути, і, переконавшись у нормальній роботі сигналізатора, провести скорочене випробування автогальм.

Скорочене випробування електрогидравлических гальм проводять у пунктах зміни локомотива та локомотивних бригад за дією гальм двох хвостових вагонів і після прицеплення окремих вагонів з перевіркою дії гальм на кожному прицепленому вагоні.

Після кожного скороченого випробування автогальм оглядач вагонів, а там, де він відсутній, черговий по ставції, головний кондуктор чи складач поїздів робить відмітку про таке випробування у довідці форми ВУ-45, яка знаходиться у машиніста.

У випадку зміни щільності гальмової магістралі внаслідок прицеплення (відцеплення) вагонів нові дані про щільність гальмової магістралі машиніст заносить у довідку ВУ-45.

3.11.4. Перевірка дієздатності гальм на шляху прямування

Дію автогальм на шляху прямування перевіряють, зменшуючи тиск у зрівнювальному резервуарі вантажного навантаженого поїзда та одиночного прямуючого локомотива на 0,7–0,8 кгс/см², у вантажних порожніх, вантажно-пасажирських та пасажирських поїздах на 0,5–0,6 кгс/см². Під час перевірки дії гальм не можна застосовувати допоміжне і електричне гальма на локомотиві.

Після появи гальмового ефекту і зменшення швидкості на 10 км/год у вантажному навантаженому, вантажно-пасажирському, пасажирському поїзді та одиночному локомотиві і на 4–6 км/год у вантажному порожньому поїзді гальма відпускаються.

При прямуванні поїзда з локомотивом машиніст та помічник машиніста зобов'язані перевіряти дію гальм в поїзді у випадках:

- після повного чи скороченого випробування гальм;
- уліткнення та відліткнення автогальм у окремих вагонах чи групі вагонів;
- при переході з електропневматичних гальм на автопневматичні;
- після передачі управління машиністу другого локомотива;
- при зміні кабінки на перегоні після зупинки поїзда у зв'язку з неможливістю подальшого управління з головної кабінки локомотива;
- при зменшенні тиску в головних резервуарах нижче від зарядного гальмової магістралі;
- при причепленні додаткового локомотива в голову вантажного поїзда для прямування на один чи кілька перетонів і після відчеплення цього локомотива;
- після стоянки поїзда понад 30 хв на перетонах і роздільних пунктах, якщо на цих роздільних пунктах немає оглядових вагонів чи пралівників, навчених виконувати операції з випробування автогальм;
- перед вїздом на тупикові станції;
- якщо поїзд прямує без використання гальм понад 30 хв перед станцією, де передбачена зупинка поїзда за розкладом, за наявності спуску до шкідливого крутизною 8‰ і більше та протяжністю не менше 3 км (за Переліком, встановленим наказом начальника залізниці);
- в інших випадках, передбачених Інструкцією з експлуатації гальм.

При перевірці автогальм вантажного поїзда визначаються величина можливої зміни цілності гальмової мережі і дія гальм вагонів головної частини поїзда.

3.12 Кузови вантажних вагонів

3.12.1. Будова кузовів критих вагонів

Конструкція кузова кожного вагона залежить від його призначення і умов перевезення вантажів.

Криті вагони призначені для перевезення тарних, пилчастих та інших вантажів, які потребують захисту від атмосферних опадів, вологи і вітру, чим і визначається будова їх кузова, наявність даху, стін і дверей (рис. 3.60).

Бокові стіни суцільнометалевого кузова мають металевий каркас, який складається із стоек (наріжних, шворцевих, проміжних і дверних), рюкосів і верхнього пояса. Нижнім поясом править бокова балка рами. Стіни обшиваються металевими гофрованими листами завтовшки 2,5–3 мм. Кожна бокова стіна має по два вентиляційні люки, які замикаються з середини вагона. Внутрішня обшивка кузова виконується з вологостійкої фанери.

Торцеві стіни складаються із двох середніх стоек, верхньої об'язки і такої ж обшивки.

Сферичний металевий дах виконаний з коритоподібних дуг пізлого профілю і поздовжніх балок, обшитих сталевими листами завтовшки 1,5 мм. Дах має чотири завантажувальні люки діаметром 400 мм з кришками на петлях і замках, які закриваються з середини кузова.

У вагонах старої конструкції самоущільнюючі двері мають розвантажувальний люк для висипання зерна до відкриття, а в критих вагонах для перевезення людей передбачено спеціальне незнімне обладнання (дерев'яні балки на бокових стінах для установлення нар) і два отвори в даху, через які пропускають димохідні труби печей опалення.

В конструкціях нових вагонів, що будуються, ущільнюювальні двері і незнімне обладнання для перевезення людей не передбачається.

Підлога в критих вагонах влаштовується на металевих балках рами із дерев'яних дощок товщиною 55 мм. У зоні дверного отвору, де інтенсивно



Рис. 3.60. Кузов універсального чотирьохосового критого вагона об'ємом кузова 120 м³: 1 – бокова стіна; 2 – дах; 3 – двері; 4 – торцева стіна.

працюють звантажувачі, дерев'яний настил покривають металевими листами товщиною 4 мм.

3.12.2. Особливості будови кузовів напіввагонів і вагонів-платформ

Кузови напіввагонів не мають даху і призначені для перевезення масових навалюшних, а також великовагових тарно-штучних і штабельних вантажів.

Кузов напіввагона (рис. 3.61) має металеві стояки, розкоси і металеву обшивку із гофрованих листів завтовшки 4–5 мм, замість торцевих стін – двостулкові двері, які відкриваються всередину. Бувають також торцеві стіни без дверей.

На бортах з внутрішнього боку розміщені так звані «лісні» скоби для встановлення в них дерев'яних стояків, щоб огородити штабелі вантажів, і вкису металеві скоби для закріплення дрітляних розтяжок і обв'язок.

Підлогу чотирирівневого напіввагона складають 14 кришок розвантажувальних люків по 7 з кожного боку ребрової балки (восьмирівневого –

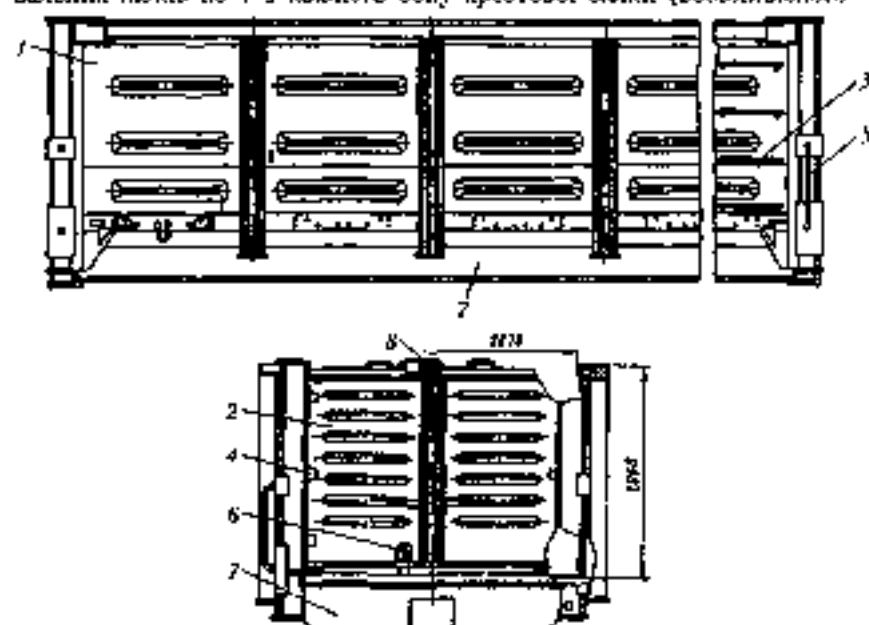


Рис. 3.61. Кузов універсального чотирирівневого напіввагона

- 1 – бокова стіна; 2 – торцеві двері; 3 – зовнішні горизонтальні поручні;
4 – завіси торцевих дверей; 5 – вертикальний поручень;
6 – нижній замок дверей; 7 – рама; 8 – верхній клиновий замок дверей.

22 кріпки по 11 з кожного боку), які шарнірно підвішені до неї. Замковий механізм кришок люків має спеціальні гаки і скоби для підтягування люків і закріплення їх на обв'язці кузова (рис. 3.62). Бувають також напіввагони з «глухою» металевою підлогою без люків і торцевих дверей.

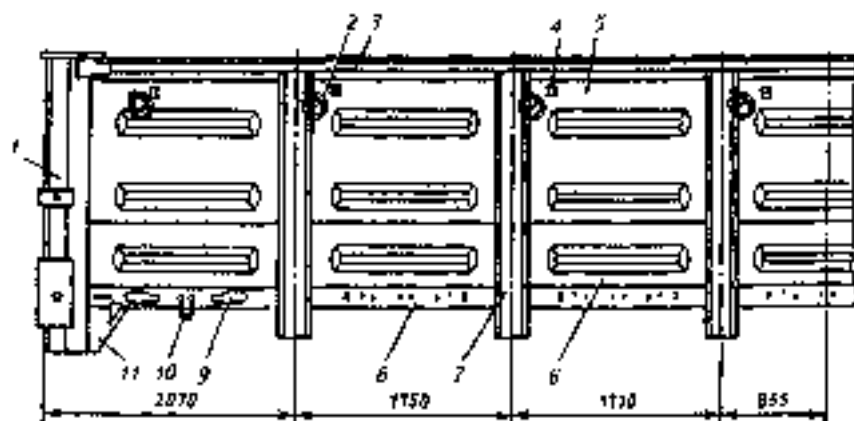


Рис. 3.62. Бокова стіна вагона:

- 1 — наріжний стілець; 2 — лісна скоба для устанювання стоек;
3 — верхня обв'язка; 4 — ув'язувальні кільця для вантажу; 5 — верхній гофрований лист; 6 — нижній гофрований лист; 7 — прикріпні стояки;
8 — нижня обв'язка; 9 — планки для закріплення секторів замків люків;
10 — скоби для підтягування кришок люків ланкою; 11 — косилка для міцності сполучення стояка з нижньою обв'язкою.

Вагони-платформи призначені для перевезення великогабаритних гарних і шпунтованих вантажів, металу, маючих і устаткування, навалочних, а також лісних і залізобетонних матеріалів в штабелях. Кузов суцільнометалевої платформи (рис. 3.63) має металеві борта (вісім секцій бокових і два торцевих), які можуть опускатися, в піднятому положенні вони кріпляться клиновидними замками. Висота бокових бортів — 500 мм, торцевих — 400 мм, товщина — 3 мм.

Підлога випловлена із дерев'яних дошок товщиною 55 мм, до яких можна цвяхами прибивати упорні і розпірні бруски для закріплення ними шпунтованих вантажів на платформі. Назовні бокових балок рами розміщені скоби для устанювання стоек або закріплення дрітних обв'язок і розтяжок. Модернізовані після ремонту вагони-платформи і нові, які випускаються заводами, мають на підлозі подовжню металеву смугу шириною 1,2 м і на боках дерев'яні смуги шириною 0,7 м для кріплення цвяхами упорних і розпірних дерев'яних брусків.

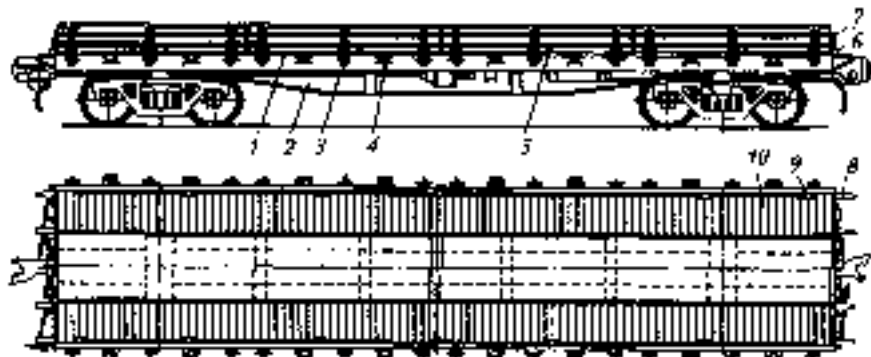


Рис. 3.63. Універсальний чотиривісний вагон-платформа з комбінованим настилом підлоги

1 — боковий борт; 2 — рама; 3 — клиновий замок борта; 4 — скоби для стояків і кріплення вантажів; 5 — зовнішні ув'язувальні кільця; 6 — клиновий замок для торцевого борта; 7 — торцевий борт; 8 — опорний кронштейн; 9 — ув'язувальні скоби для вантажів; 10 — комбінований настил підлоги.

3.12.3. Особливості будови кузовів спеціальних вагонів

Будова кузовів спеціальних вагонів визначається фізичними і хімічними властивостями вантажів, які в них перевозяться.

Кузовом вагонів-цистерн (рис. 3.64) є циліндричний резервуар (котел), закріплений на рамі вагона кочутами, який призначений для перевезення наливних рідких і газоподібних вантажів. Котел зварений з п'яти подовжніх листів (нижнього 7 — товщиною 11 мм, двох бокових 3 і двох верхніх 2 — товщиною 9 мм) і двох днів 1 товщиною 10 мм. У верхній частині котел має люк з люком 5 діаметром 570 мм, який закривається герметичною кришкою, для наливання і зливання вантажу.

Кришка кріпиться до люка за допомогою восьми відкритих болтів. На опорне кільце горловини люка вставляється ущільнювальне кільце з бензостійкої гуми. В середині люка розміщується привод основного затвора зливного приладу і дві сегментні планки 8 і 9, закріплені на різних рівнях для контролю за граничними рівнями наливу. Патрубок 6 призначений для встановлення залобіжного впускного клапана. Об'єм котла має заповнюватися тільки на 98%, залишок порожнього об'єму передбачається для збільшення об'єму вантажу при нагріванні. Для підняття на цистерну біля люка встановлюються з обох боків металеві драбини, а зверху майданчик для огляду котла. В середині котла також встановлюється драбина, яка опирається на нижній лист котла.

Котли багаторіжних цистерн, крім того, внизу мають універсальний зливний пристрій для зливання вантажу. Він кріпиться до нижнього листа на середині котла, має основний і додатковий клапан та гумове ущільнення, яке забезпечує високу надійність герметизації котла.

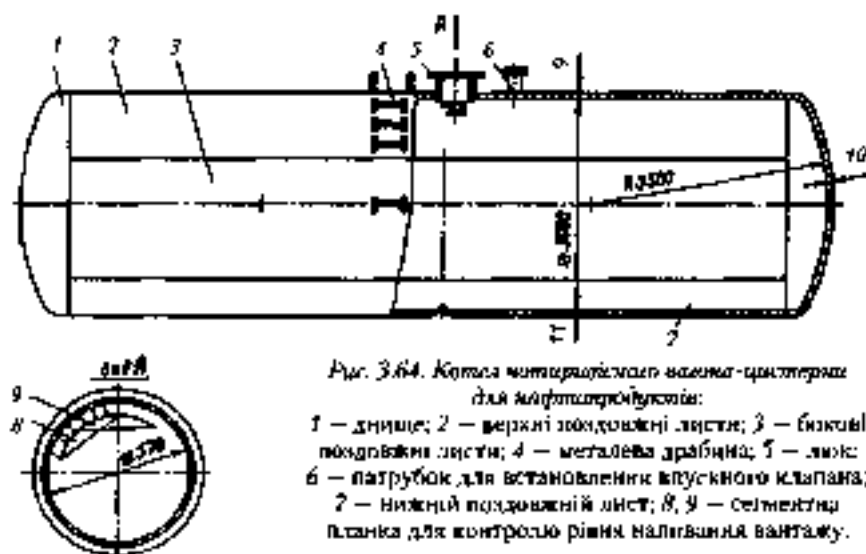


Рис. 3.64. Котли чотириріжних вагона-цистерни для нафтопродуктів:

1 — днище; 2 — верхній подовжній лист; 3 — біковий подовжній лист; 4 — металева драбина; 5 — люк; 6 — патрубок для встановлення впускного клапана; 7 — нижній подовжній лист; 8, 9 — сегментні планки для контролю рівня наливання вантажу.

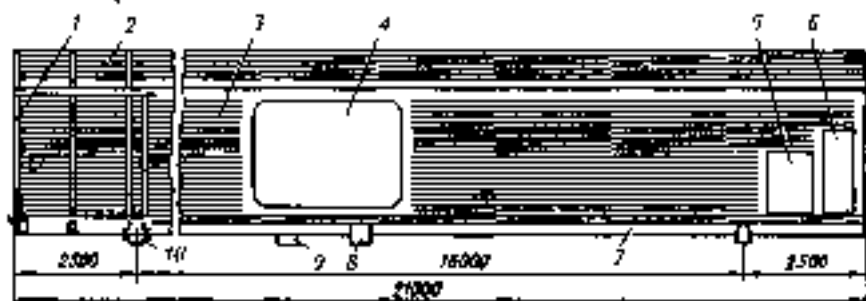


Рис. 3.65. Кузов навантаженого вагона 5-вагонної рефрижераторної секції БМЗ:

1 — зовнішня стіна; 2 — двері; 3 — бікова стіна; 4 — дверний отвір у вантажному відділенні; 5 — отвір для жалюзі; 6 — дверний отвір у машинному відділенні; 7 — рама; 8, 9 — підіймики; 10 — підпори для отвору на візки.

Кузов вантажного вагона 5-вагонної рефрижераторної секції Брянського машинобудівного заводу (рис. 3.65) має два відділення: вантажне і машинне. Вантажне відділення займає 8/9 об'єму кузова, має могутню теплоізоляцію, внутрішню обшивку, ґратки на підлозі. Термоізоляція вн-

кована із пінополістирола марки ПСБ товщиною 200 або 220 мм. В малинному відділенні розміщені два компресорні холодильні агрегати і електрошнт. Обладнання кузова забезпечує заданий температурний режим в діапазоні від +14 °С до -20 °С незалежно від температури зовнішнього повітря. До нього належать індивідуальна система охолодження або опалення, система циркуляції повітря, подачі холодного або теплого повітря вентиляторами від холодоустановки або електропечей, засоби для злиучення конденсату і промивочної води, прилади для контролю за температурою вантажу і повітря.

3.12.4. Несправності кузовів вантажних вагонів

Забороновється ставити в колісні вагони з несправностями кузовів:

- пошкодження даху, обшивки чи підлоги;
- несправності дверей, дверних стояків, направляючих;
- обрив зварювального шва;
- перекиї кузова;
- несправність або відсутність будь-якого з люків, бортів і бортових замків;
- послаблення пояси кріплення котла вагона-цистерни;
- тріщина в котлі вагона-цистерни, течя котла або злиного приладу;
- відсутність трияфетів про виконання установлених видів ремонту;
- інші несправності, що можуть загрозувати безпеці руху поїзду.

3.13. Кузови пасажирських вагонів

3.13.1. Призначення і типи кузовів пасажирських вагонів

Тип і конструкція кузова пасажирського вагона означається його призначенням.

Залежно від призначення і комфортабельності, пасажирські вагони поділяють на: жорсткі некупейні; жорсткі купейні з 4-ма місцями в купе (рис. 3.66); міжвадного сполучення (з кріслами тільки для сидіння); м'які з 4-ма або 2-ма місцями в купе; м'які міжнародного сполучення з 2-ма місцями в купе; поштові; багажні; поштово-багажні; ресторани; службові.

За будовою кузова пасажирські вагони бувають двох типів: з хребтовою балкою; без хребтової балки. останні мають значно меншу тягу.

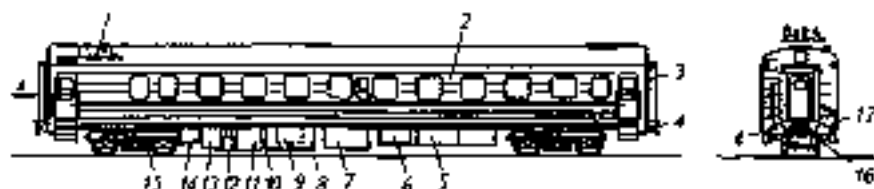


Рис. 3.66. Загальний вигляд кузова пасажирського кузовного вагона:

- 1 - дефлектор; 2 - кузов з термобіляжкою; 3 - суфліт перехідних підвісок; 4 - буфер; 5 - акумуляторна батарея; 6 - ящики для білінзів; 7 - компресорний агрегат установки кондиціювання повітря; 8 - конденсаторний агрегат; 9 - ящик приладів низької напруги; 10 - виспрямлювач; 11 - трансформатор; 12 - підвагонний генератор потужністю 32 кВт; 13 - підвагонний ящик високої напруги; 14 - привод генератора; 15 - візок; 16 - античепи; 17 - міжвагонне високоньомне з'єднання.

Кузови всіх пасажирських вагонів суцільнометалеві, складаються з рами, підлоги, бокових та торцевих стін і даху. Зовні вони мало чим відрізняються один від одного, основні відмінності спостерігаються у формі і розташуванні внутрішніх приміщень.

Каркас кузова пасажирського вагона (рис. 3.67) складається із поперечних замкнутих балок і зв'язуючих поздовжніх балок, які зварюються

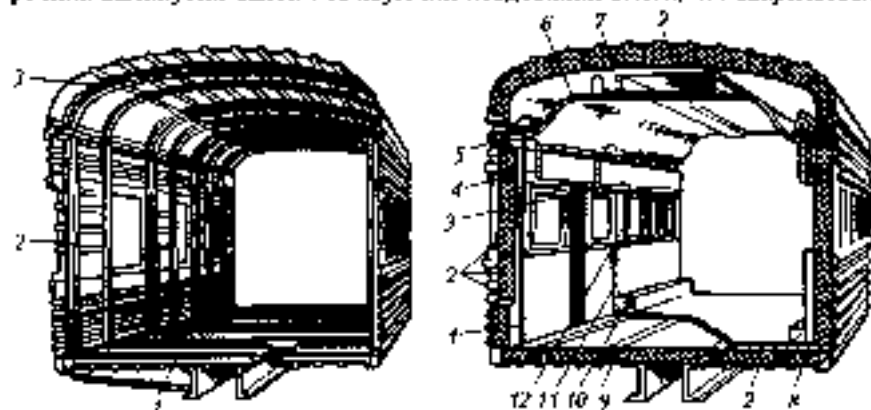


Рис. 3.67. Металоконструкція кузова пасажирського вагона:

- 1 - поперечні балки підлоги; 2 - столони стін; 3 - дуги даху.

- Рис. 3.68. Кузов пасажирського вагона з ізоляцією і внутрішнім оздобленням: 1 - гідроізоляційна бумага; 2 - пакети теплоізоляції; 3 - напівкомний простінок; 4 - бруски лат; 5 - бруски лат; 6 - підшивна стеля; 7 - дах; 8 - підлога; 9 - бруски лат; 10 - кожух над трубами опалення; 11 - підвагонний простінок; 12 - міжвагонний простінок.

між собою. Для несучих елементів конструкції кузова застосовуються низьколеготвані і вуглеводисті сталі. Зовні на каркас нашиваються гофровані металеві листи за товщиною 2 мм, підкріплені стояками і поздовжніми зв'язками. Обшивка даху має товщину 1,5–2,5 мм. З середини кузова стіни і стеля обкладаються теплоізоляційним матеріалом (пінополістиролом) і декоративним оздоблювальним матеріалом (рис. 3.68), настил підлоги виготовляється з металевих листів товщиною 3 мм і лінолеуму.

3.13.2. Внутрішнє приміщення пасажирських вагонів

Внутрішнє розташування приміщення залежить від призначення вагона. Наприклад, приміщення жорсткого купейного вагона (рис. 3.69) має дев'ять відділень відкритого типу на 6 місць, службове приміщення, купе для провідників, котельне відділення, два тамбури, два малі коридори, два туалети і великий коридор вздовж салону (пасажирського приміщення).

Жорсткий купейний вагон відрізняється від купейного тільки пасажирським приміщенням, яке має дев'ять закритих купе на 4 місця і великий коридор.

Вагон-ресторан має кухню, роздаточне відділення, буфетний прилавок, обідню залу на 48 місць.

На рисунках 3.70–3.73 приведені плани внутрішнього приміщення основних типів кузовів пасажирських вагонів.



Рис. 3.69. План купейного вагона із спальними місцями:

- 1 – тамбур; 2 – котельня; 3 – коридор біля службового приміщення;
4 – службове приміщення; 5 – купе для провідників; 6 – відділення на 6 спальних місць; 7 – туалет; 8 – малий коридор.



Рис. 3.70. План купейного вагона із чотиримісними купе:

- 1 – тамбур; 2 – туалет; 3 – службове приміщення; 4 – купе на 2 місця;
5 – купе на 4 місця; 6 – великий коридор вздовж вагона;
7 – малий коридор; 8 – котельня.



Рис. 3.71. План м'якого вагона з чотирьомісними купе



Рис. 3.72. План м'якого вагона з двомісними купе

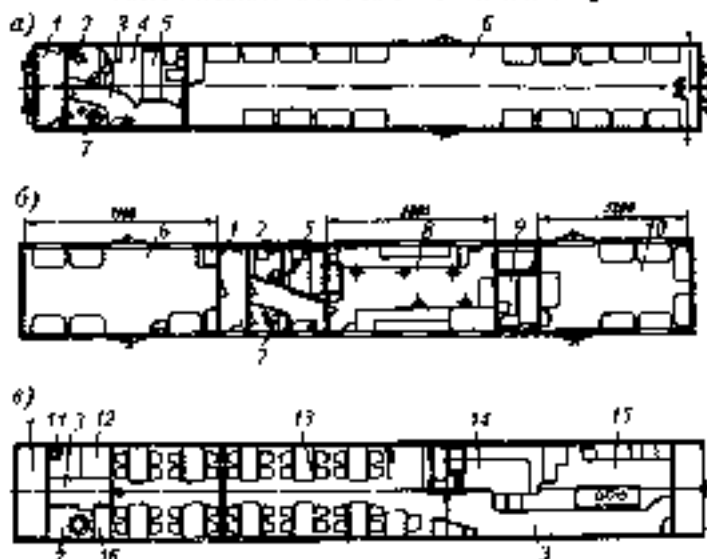


Рис. 3.73. Плани багажного (а),

багажно-поштового (б) вагона і вагона-ресторану (в).

- 1 – тимбур; 2 – туалет; 3 – коридор; 4 – службові відділення; 5 – купе для роздачильників; 6 – багажна комора; 7 – кітельня; 8 – сертукатна зала; 9 – купе для відпочинку; 10 – поштове компра; 11 – уживальні під'їзнення; 12 – приміщення для обслуговуючого персоналу; 13 – обідній салін; 14 – буфет; 15 – кухня; 16 – комора для продуктів.

Забороняється включати в поїзди пасажирські вагони з несправностями, що загрожують безпеці руху поїздів і безпеці пасажирів, порушують нормальні умови і комфорт.

Крім того, вилучаються з експлуатації вагони з простроченим терміном ремонту, єдиної технічної ревізії, якщо немає відповідної відстрочки.

Конструкція пасажирських вагонів, розміщення внутрішнього обладнання і дизайн приміщень кузова постійно вдосконалюються з урахуванням сучасних вимог щодо зручностей для пасажирів, їх комфорту.

3.14. Електрообладнання, опалення, водопостачання і вентиляція пасажирських вагонів

Температура повітря в салоні вагона в холодну пору року має бути в межах $+ 20^{\circ}\text{C}$ ($\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Застосовують три системи опалення:

- **водяне** або **вугільно-водяне**, де теплоносієм є вода, яка підігрівається в котлі при спаленні вугілля і піднімається у верхні розводящі труби, вертикальні стояки і потім повертається в котел;
- **комбіноване**, коли вода в котлі підігрівається електронагрівальними елементами; таке опалення застосовується на електрифікованих лініях, на яких живлення для електронагрівальних елементів надходить з електровозів;
- **електричне**, коли повітря в салоні підігрівається безпосередньо електронагрівачами (в міжвагонних некупейних вагонах, мотор-вагонному рухомому складі).

Система водяного та комбінованого опалення пасажирського вагона (рис. 3.74) складається з котла 25, розширювача 29 і труб опалення, які заповнюються водою через наливну трубу 6 із з'єднувальною головкою 5. Подача води зупиняється вентилем 26. Для зливання води з котла відкривають затичку 9. Від розширювача відходять верхні труби 32, для випускання повітря передбачені повітряні крани 31, 33 і труба з вентилем 21, яка підводить воду до калорифера 20 системи вентиляції. По вертикальним і нижнім обігрівальним трубам 34 вода повертається в нижню частину котла, звідси ж повертається вода від калорифера трубою 27. В системі опалення передбачається підведення гарячої води до нагрівальних батарей 15 через крани 19. Повернення води від батарей 15 здійснюється через крани 16. Під час роботи системи опалення поповнення її водою із запасного бака 14 здійснюється ручним насосом 23. Наповнення запасного бака відбувається при відкритому вентилі 22. Гаряча вода через крани 18 підводиться також до укітазів 17. В системі опалення установлений відцентровий насос з електроприводом 2 для прискорення циркуляції води в трубах. Для відключення ручного і відцентрового насосів при ремонті перекривають крани 1, 4, 8, 10, 11, 24.

Якщо у вагоні є електрокалорифер, то відомі стій розміщуються ряд нагрівальних печей, які зручно використовувати і в міжсекційний період, коли зниження температури надворі незначне. Для зливання води із труб опалення призначені вентилі 12, 13, а для відключення калорифера — 3, 7, 28, 30.

У кожному вагоні вивіщується схема водяного опалення з позначенням основних вентилів і кранів.

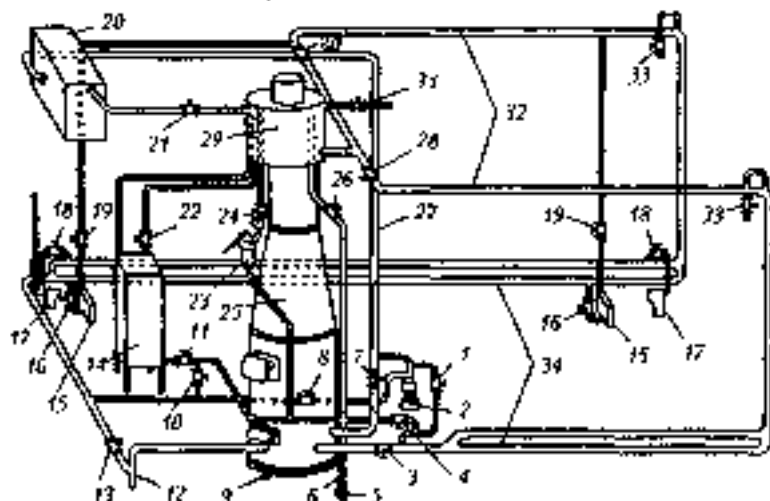


Рис. 3.74. Схема системи опалення пасажирського вагона.

1, 4, 8, 10, 11, 16, 18, 19, 24, 31, 33 — крани; 3, 7, 12, 13, 21, 22, 26, 28, 30 — вентилі; 2 — відцентровий насос з приводом; 5 — з'єднувальна штовка; 6 — наливна труба; 9 — затискач; 14 — запасний бак; 15 — батарея; 17 — унітаз; 20 — калорифер; 23 — ручний насос; 25 — вилка; 27 — зворотна труба від калорифера; 29 — розширювач; 32 — верхні розвідні труби; 34 — нижні обігрівальні труби.

Електричне опалення пасажирських вагонів має ряд переваг порівняно з водяним (автоматизація управління опаленням, можливість регулювання температурного режиму в вагоні), але може застосовуватися тільки на електрифікованих лініях.

Вода в пасажирських вагонах необхідна для пиття, нормального функціонування туалетів, а також поповнення водою системи опалення.

Кожний вагон обладнується індивідуальною системою водопостачання (рис. 3.75), яка включає баки, розвідну і підводячу мережу труб, пристроїв для кип'ятіння, підігрівання або охолодження питної води, постачання гарячої води до умивальників.

У вагонах далекого прямування влаштовуються спеціальні бойлерні відділення.

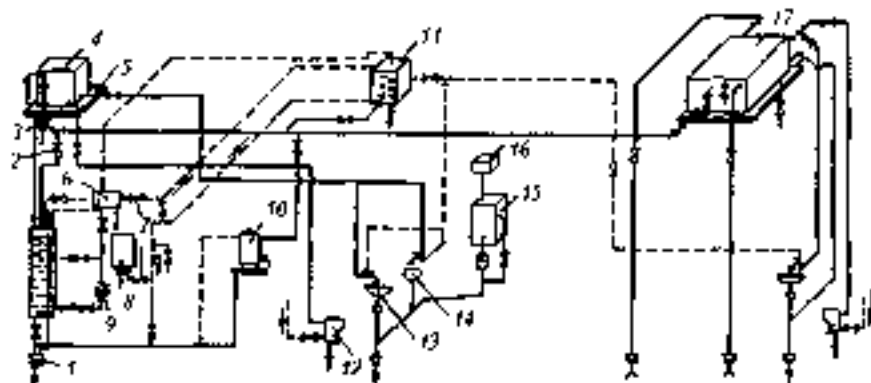


Рис. 3.75. Система водопостачання вагона

- 1 - зливні труби; 2 - вентиля; 3 - кран; 4 - малий водяний бак; 5 - піддон;
6 - поширювальний бак; 7 - вентиля; 8 - водонагрівальна плита; 9 - ручний насос; 10 - кін'ятильник; 11 - бак для гарячої води; 12 - унітаз;
13 - умивальник; 14 - мийка; 15 - водохолоджувач; 16 - бак питної води;
17 - великий водяний бак.

Більшість пасажирських вагонів обладнана індивідуальною системою електропостачання, тобто кожен вагон має свою електростанцію. Електрообладнання таких вагонів складається з:

- **генератора**, що приводиться в дію над осі колісної пари вагона;
- **аккумуляторної батареї**, яка живить вагон на зупинках і в русі з малою швидкістю;
- **регулювальної апаратури**, що забезпечує постійну напругу в мережі за зміни навантаження і швидкості руху поїзда, постійку полярності за зміни напрямку руху поїзда, вимкання і вмикання генератора за першої швидкості.

Генератори бувають постійного і змінного струму (останні більш надійні і простіші в експлуатації). Від генераторів живиться мережа освітлення вагона, аккумуляторна батарея, електродвигуни вентиляторів, холодильних машин, насосів водопостачання, радіомережа, побутові прилади. У вагонах деяких типів вони також живлять елементи в системі опалення, кін'ятильники і наливних патрубках системи водопостачання.

Вилускаються також пасажирські вагони з централізованою системою електропостачання від електропозів. В таких вагонах, як правило, застосовується електричне або комбіноване опалення. Така система дозволяє обійтись без неспадійних підвагонних генераторів і частини аккумуляторних батарей, зменшити масу підвагонного обладнання.

Обмін повітря в пасажирських салонах виконується:

- природною циркуляцією через дефлектори, відкриті вікна, кватирки;
- примусовою вентиляцією за допомогою вентиляторів, що приводяться в рух електродвигунами;
- кондиціонуванням повітря.

Система примусової вентиляції забезпечує подачу свіжого, очищеного від пилу повітря, а також підігрівання його в зимовий і перехідний періоди року.

Вентиляційне обладнання нехлуського вагона (рис. 3.76) складається з:

- **подвійного відцентрового вентилятора з електродвигуном;**
- **калорифера** для підігрівання повітря в холодну пору;
- **фільтрів** для очищення повітря;
- **повітропроводу з вентиляційними ґратками** для подачі свіжого повітря до пасажирського приміщення;
- **дефлекторів**, через які виводиться повітря (знаходяться в стелі вагона).

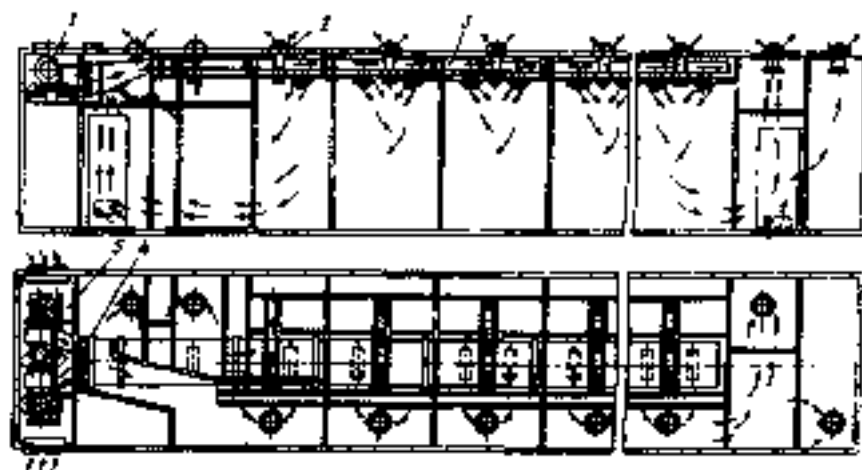


Рис. 3.76. Система вентиляції в нехлуському вагоні:

- 1 - електродвигун; 2 - дефлектор; 3 - повітропровід; 4 - калорифер;
5 - фільтр для очищення повітря.

Нові пасажирські вагони, що перебувають в експлуатації, обладнані пристроями для кондиціонування повітря. Кондиціонування забезпечує в середині приміщення вагона потрібну температуру, чистоту і вологість повітря незалежно від його стану в зовнішньому середовищі.

В результаті постійного обміну, змішування, автоматичного охолодження або підігрівання, регулювання вологості одержане повітря відповідає попередньо установленним вимогам (кондиціям).

Обладнання системи кондиціонування повітря складається з:

- компресора;
- конденсатора;
- кондиціонера (охолоджувача, калорифера, зволожувача);
- системи вентиляції;
- системи опалення;
- приладів автоматики і захисту.

Компресор і конденсатор розміщені під вагонами, повітроохолоджувач і електрокалорифер між стелею і дахом вагона в каналі приточного повітря. В кожному купе встановлені регулятори.

3.15. Структура вагонного господарства

3.15.1. Структурна схема управління вагонним господарством

Структура управління вагонним господарством, подібно до інших галузей залізничного транспорту, будується за двома принципами: територіальним і виробничо-функціональним (рис. 3.77).

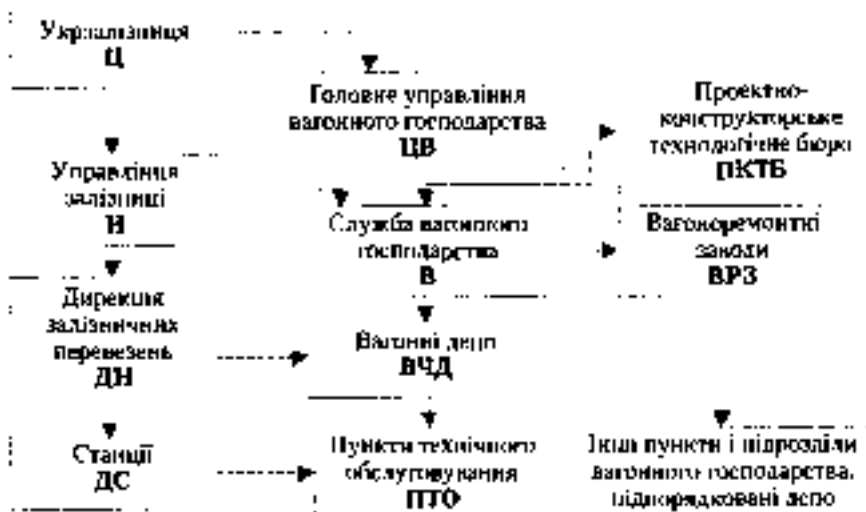


Рис. 3.77. Принципова схема управління вагонним господарством

Основне призначення вагонного господарства — це забезпечення перевезень пасажирів і вантажів швидкими вагонами, підготовка їх до перевезень, обслуговування пасажирських і рефрижераторних вагонів

у рейсах, виконання ремонтів і поточного утримання вагонів у справному стані — все це за умови повного забезпечення безпеки руху.

3.15.2. Основні підприємства і пункти вагонного господарства

До основних виробничих підприємств і пунктів вагонного господарства належать:

- **вагоноремонтні заводи (ВРЗ)** — промислові підприємства для виконання планового капітального ремонту вагонів, модернізації їх, виготовлення запасних частин і деталей;
- **вагонні депо (ВЧД)** — лінійні підприємства вагонного господарства залізниць для виконання планового деповського та поточного ремонтів вагонів;
- **пункти підготовки вагонів до перевезень (ПВВ)**, які розташовуються в місцях масового навантаження для виконання поточного ремонту і підготовки вагонів до перевезень; сюди відносять також промивно-пропарювальні станції і пункти підготовки цистерн;
- **пункти технічного обслуговування (ПТО)** — розміщуються на сортувальних, вантажних і пасажирських станціях для виявлення і усунення технічних несправностей вагонів у транзитних поїздах і поїздах свого формування;
- **контрольні пункти автоцепів (КПА)** — для ремонту автоцепів;
- **вагновоклісні майстерії**, які виконують ремонт колісних пар із заміною елементів, як правило, розміщуються на території ВРЗ і ВЧД;
- **перестановочні пункти** — організуються на прикордонних станціях для перестановки кузовів пасажирських і вантажних вагонів з візків однієї колії на візки іншої;
- **технічні станції і пункти експлуатації пасажирських вагонів** — для управління, технічного обслуговування, підготовки пасажирських вагонів до рейсу;
- **резерви провідників і контори обслуговування пасажирів** — розміщуються на території депо або технічної пасажирської станції і виконують роботу, пов'язану з обслуговуванням пасажирських вагонів і поїздів.

Вагонні депо (ВЧД) поділяються на вантажні, пасажирські та рефрижераторні. Крім того, депо можуть спеціалізуватись для ремонтів одного виду вагонів (наприклад, критих, напіввагонів). Депо розміщуються в пунктах масового навантаження, переробки транзитних вагонів (на сортувальних станціях).

До вагонних депо в межах залізничної мережі, яку воно обслуговує, приписані пункти підготовки до перевезень, ПТО та інші пункти вагонного господарства.

3.16. Система технічного обслуговування і ремонту вагонів

3.16.1. Особливості експлуатації вантажних і пасажирських вагонів

Інвентарний парк вантажних вагонів (Укрзалізниця, залізниця) поділяється на робочий і неробочий.

Робочий парк вантажних вагонів складається із справних вантажних вагонів, що беруть участь у перевізному процесі та перебувають в поїздах, на станціях, під навантаженням або розвантаженням.

Неробочий парк вантажних вагонів складається з:

- несправних, що перебувають у ремонті або його очікуванні;
- у спеціальних формуваннях і на господарських перевезеннях (наприклад, снігозбиральні поїзди тощо);
- вагонів, що проходять випробування або виконують дослідні перевезення;
- резерву Укрзалізниці

Парк пасажирських вагонів також поділяється на робочий, що бере участь у перевезеннях пасажирів, і неробочий, що складається з несправних вагонів і вагонів, що використовуються для технічних потреб.

Всі вагони вантажного і пасажирського парків приписані до залізниць у кількості, визначеній Укрзалізницею.

Вантажні вагони курсують по всій мережі залізниць незалежно від місця приписки. Пасажирські вагони курсують на певних маршрутах у межах або за межі залізниці, але обов'язково повертаються на залізницю і станцію приписки. Вони приписані до певного депо, де ремонтуються і обслуговуються.

Всі вагоник перед відправленням з поїздом, або перед подачею під навантаження черговик по станції (ДСЧ) мають пред'являтися до технічного огляду. Після огляду оглядачі вагонів ПТО повідомляють ДСЧ про технічну придатність чи непридатність вагонів, готовність поїзда до відправлення, про що робиться відмітка в книзі форм ВУ-14.

Несправні вагони відчіпляються від поїзда. На кожний несправний вагон черговому по станції вручається Повідомлення форми ВУ-23, на підставі якого вагон виключається з робочого парку.

3.16.2. Види технічного обслуговування і ремонту вагонів

На залізницях України діє система технічного обслуговування і ремонту вагонів, яка ґрунтується на застосуванні комбінованого критерію при направленні вагонів у плановий ремонт, що включає до свого складу первинний норматив — обсяг виконаної рухомим складом роботи після попереднього ремонту, і другорядний норматив — гранично-припустиму календарну тривалість використання вагона у перевізному процесі між ремонтами. Вилучення вагона з експлуатації для проведення планового ремонту здійснюється після відпрацювання одного із двох нормативів. Перевиконання нормативів не допускається, крім випадків, передбачених Українською.

Система технічного обслуговування і ремонтів **вантажних вагонів** передбачає виконання таких видів робіт:

ТО — це контроль за технічним станом вагонів, які перебувають у складі поїздів, а також порожніх, які відібрані для навантаження (огляд, ремонтні і профілактичні роботи) і не потребують відчеплення від состава поїзда чи групи вагонів. виявлення несправностей та їх усунення. Постановка в поїзд і прямування в них спріданих вагонів;

ТО₁ — технічне обслуговування порожніх вагонів, які проходять комплексну підготовку до перевезень з відчепленням від поїзда і подальшою на спеціальні ремонтні колії або пункти (уцілювання кузовів, оцинкування та промивання кузовів або котлів цистерн та інші роботи);

ТО₂ — технічне обслуговування вагонів з відчепленням від транзитних, прибулих чи сформованих на станції поїздів для усунення виявлених несправностей і відновлення працездатності вагонів;

ДР — деповський ремонт — це плановий ремонт із заміною деяких вузлів і деталей, що перевернули термін служби, ремонт чи відновлення пошкоджених частин і деталей, необхідні профілактичні роботи з вагоном;

КР — капітальний ремонт — плановий ремонт, що виконується на заводах, де усуваються всі несправності, поновлюються зношені вузли і деталі вагона, виконуються модернізація і пофарбування;

КВР — капітально-відновний ремонт, виконується на вагоноремонтних заводах, де усуваються всі несправності, повністю поновлюються відповідальні вузли і деталі, проводиться модернізація, пофарбування, продовжується термін служби вагонів.

Вилучення вантажних вагонів з робочого парку для деповського ремонту установлені за такими нормативами:

- після виконання деповського ремонту при досягненні 100 тис. км загального пробігу (завантажений плюс порожній), але не пізніше ніж через 2 роки експлуатації;

- після виконання капітального ремонту при досягненні 160 тис. км загального пробігу, але не пізніше ніж через 2 роки експлуатації;
- після побудови і капітального ремонту з продовженням визначеного строку служби вагонів через 210 тис. км загального пробігу, але не пізніше, ніж через 3 роки експлуатації.

Граничні строки виключення вагонів з експлуатації у капітальний ремонт, залежно від роду і року випуску, установлені не раніше, після побудови 10–17 років, а спецвагонів для перевезення бітуму, коксу, агломерату, когунів, інших металургійних вантажів, вагонів-цистен для перевезення в'язких нафтопродуктів, кислот, меланжу, інших хімічних вантажів — 4–8 років: після капітального ремонту — відповідно 8–12 і 4–6 років експлуатації.

Пасажи́рські вагони проходять такі види технічного обслуговування і ремонтів:

ТО-1 — технічне обслуговування вагонів у складі поїзда на станції формування і обороту перед відправленням у рейс і в рейсі на пасажирських станціях, де є ПТО;

ТО-2 — технічне обслуговування в пунктах формування, проводиться два рази на рік перед початком літніх або зимових перевезень пасажирів (в травні і жовтні);

ТО-3 — єдина технічна ревія основних вузлів пасажирських вагонів, виконується в пунктах приписки з відчепленням вагонів від складу поїзда, а також перед початком експлуатації вагонів, які не використовувались у перевезеннях більше 3 місяців.

ПР — поточний ремонт з відчепленням від складу поїзда в пунктах формування, обертання і на попутних станціях, а також вагонів горячого резерву і тривалого відстою;

ДР — деповський ремонт — плановий ремонт вагонів, що проводиться між капітальними ремонтами, з метою відновлення їх працездатності, а заміною чи ремонтом деяких складових частин, а також модернізацією, за необхідності, окремих вузлів;

КР-1 — капітальний ремонт першого обсягу, виконується на вагоноремонтних заводах з метою відновлення технічного стану вагонів шляхом заміни несправних складових частин та деталей відремонтованими або новими, а також, за необхідності, модернізація окремих вузлів;

КР-2 — капітальний ремонт другого обсягу, виконується також на вагоноремонтних заводах з метою відновлення технічного стану вагонів з частковим розкриттям кузова до металу та заміною теплоізоляції і льоною заміною електропроводки. За необхідності мають бути замінені базові системи, елементи конструкції, проведена модернізація основних вузлів.

КР-2М — ремонт, за якого виконують ремонтні роботи в обсязі КР-2 з виконанням обов'язкових модернізацій, а також повну чи часткову заміну внутрішнього та зовнішнього обладнання;

КРП — ремонт пасажирських вагонів з відновленням ресурсу несучих елементів і візків, оновленням внутрішнього і зовнішнього обладнання, утворенням сучасного інтер'єру та продовженням терміну експлуатації до 11 року від побудови;

КВР — капітально-відновний ремонт з відновленням ресурсу несучих елементів кузовів і візків, оновленням внутрішньої і зовнішньої обладнання, утворенням сучасного інтер'єру та продовженням терміну експлуатації згідно технічних умов.

Технічне обслуговування ТО-3 проводиться в міжремонтні строки через кожні 6 місяців експлуатації, а пасажирські вагони спеціального призначення (службові) і спеціально-технічні (галюмвопробувальні, лікарсько-санітарні, вагони-клуби, диманометричні, відбудовних і пожежних поїздів, вагони-лавки тощо) — через один рік експлуатації (крім вагонів-дефектоскопів, вимірників колії, які обслуговують через 6 місяців).

Нормативи для виключення в деповський ремонт купейних, некупеїних, міжобласних, міжох вагонів, вагонів СВ і габариту РЦ установлені через 300 тис. км загального пробігу, але не пізніше, ніж за 2 роки експлуатації. Календарні строки проведення деповського ремонту вагонів швидкісних поїздів установлені через 6 місяців, вагонів-ресторанів, багажних, поїтових і багажно-поїтових — 1 рік, вагонів спеціального призначення і спеціально-технічних — 2–4 роки залежно від призначення.

Терміни проведення ремонтів КР-1 установлені залежно від типів вагонів не раніше, як через 5 років (вагонів-ресторанів, вагонів швидкісних поїздів — 4 роки, спеціального призначення — 6–15 років), КР-2 — 20 років (вагонів-ресторанів, вагонів швидкісних поїздів — 16 років), КВР — 28 років (вагонів-ресторанів — 25 років).

3.17. Організація роботи пунктів технічного обслуговування

3.17.1. Призначення і основні функції ПТО, їх оснащення

ПТО влаштовуються на великих сортувальних, вантажних і дільничних станціях для виявлення і усунення технічних несправностей та недопущення відправлення вагонів з несправностями, що загрожують безпеці руху поїздів.

На сортувальних станціях з роздільними парками технічне обслуговування виконується:

а) в парку приймання – це загальний контроль стану і технічний огляд з метою виявлення несправностей, частковий безвідцепний ремонт;

б) в парку формування – це технічний огляд вагонів з метою виявлення пошкоджень, що виникли в ході рихформування і формування поїздів, недопущення вваження несправних вагонів у склад поїзда, а також поточний ремонт на спеціально відіслених для цього коліях;

в) в парку відправлення – це повний остаточний технічний огляд состава поїзда, усунення без відцеплення всіх несправностей, недопущення відправлення в поїзді вагонів з технічними несправностями.

Технічний огляд і поточний ремонт виконується оглядачами вагонів і слюсарними бригадами бригадно-груповим методом.

ПТО мають бути оснащені пристроями автоматичного виявлення перетрітків букс у поїздах, гучномовним зв'язком, електрозварювальними лініями, повітропроводною мережею, пристроями дистанційного огороження складу поїзда і обладнанням централізованого випробування автогальм, підйомними пристроями і пересувними ремонтними візками, стежками на міжколійі для зберігання матеріалів і запасних частин.

Робота ПТО регламентується Технологічним процесом роботи станції.

3.17.2. Технологія проведення технічного огляду поїзда

Черговий по станції (ДСП) чи черговий по парку (ДСПП) перед прибуттям поїзда повідомляють про це оператора ПТО чи старшого оглядача вагонів, вказуючи час і колію приймання. Оглядачі заздалегідь виходять на колію приймання і у разі двогрупового огляду одна група розміщується поблизу трамичного стовпчика на вхідній горловині парку, що дає можливість їй оглядати поїзд у русі, а друга – поблизу місця зупинки локомотива. У разі три- чи чотирьогрупового огляду групи розміщуються в місцях, визначених Технологічним процесом роботи станції.

Огляд починається після відцеплення поїзного локомотива і огороження состава поїзда з двох кінців сигналами зупинки. У разі двогрупового огляду (рис. 3.78) групи з голови і хвоста поїзда рухаються назустріч одна одній. Перевіряються стан ходових частин, рами, кузова, автономного обладнання і автогальм одночасно з двох боків вагонів. У разі виявлення несправностей крейдою на кузові вагонів в установленних місцях проставляються умовні знаки, передбачені Технологічним процесом.

Під час розпуску з прки обстава поїзда ці вагони будуть направлятись на спеціальні колії сортувального парку, а від транзитних поїздів — відчіплюватись на спеціальні ремонтні колії або подаватись в депо.

Закінчивши огляд, старший кожної групи оглядачів доповідає старшому оглядачу чи оператору ПТО про результати огляду, вказуючи номер вагонів, які необхідно відчепити, про характер їх несправностей.

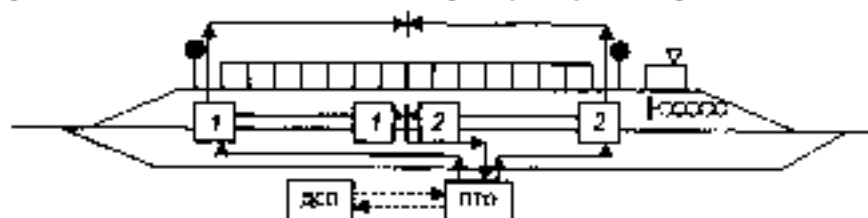


Рис. 3.78. Схема проведення інтенсивного тестового огляду поїзда.

- ◆ — сигнальні знаки огороження поїзда;
- [1], [2] — групи оглядачів вагонів;
- маршрути переміщення груп оглядачів.

Упевнившись, що огляд закінчився і людей під вагонами немає, старший оглядач дає вказівку про зняття сигналів огороження, інформує ДСП чи ДСПП про закінчення огляду, робить запис про це в книзі форми ВУ-14.

На вагони, що підлягають відчепленню і ремонту, оформляється Повідомлення форми ВУ-23 в двох примірниках: перший вручається ДСП чи ДСПП, другий направляється в депо (ВЧД).

3.17.3. Особливості обслуговування пасажирських вагонів

Комплекс підготовки пасажирських вагонів до рейсу включає:

- технічну підготовку: якнайкраща ТО-1 і за необхідності ПР, ТО-2, ТО-3. Приймає склад поїзда майстер, який при задовільній підготовці до рейсу передає поїзд механіку-бригадиру або начальнику поїзда. Про це робиться відповідний запис у книзі готовності поїзда до рейсу;
- екіпровку, що проводиться в пунктах формування і частково в пунктах обертання.

У пункті формування виконуються роботи: санітарний огляд, дезинфекція і дезінсекція, зовнішня очистка і обмивка кузова і ходових частин.

прибирання внутрішніх приміщень, забезпечення водою і паливом, заміна фільтрів примусової вентиляції, забезпечення постільною білизною, зміниним обладнанням, інвентарем, речами для торгівлі (чаєм, газетами тощо).

В пущі обертання виконуються: дезинфекція туалетів і смітєвих контейнерів, зовнішня очистка і обмивка кузова, забезпечення водою і паливом, прибирання внутрішніх приміщень.

Комплексна підготовка пасажирських вагонів до рейсу виконується на пасажирських технічних станціях, які мають для цього ремонтно-скіпірувальне депо, вагономийн машини, пристрої для дезинфекції і дезиксекції, склади палива, пралькі, контору обслуговування пасажирів.

Як правило, пасажирське вагонне депо розміщується на території технічної станції.



Рис. 3.79. Вагономийн машина на технічній станції

3.18. Технічні особливості перспективних вагонів нового покоління

3.18.1. Вантажні вагони для міжнародних транспортних коридорів

У зв'язку з пріоритетним розвитком міжнародних транспортних коридорів першочергово необхідно вирішувати завдання створення вантажного рухомого складу нового покоління для МТК. Об'єктивними факторами, які стримують зростання обсягів міжнародних транспортних перевезень, є різна ширина колії в країнах Центральної та Західної Європи (1435 мм) і України (1520 мм), а також принципові відмінності в конструкції і технічних характеристиках вантажних вагонів. Справа в тому, що вагонобудівна промисловість України продовжує випускати рухомий склад, спроектований на застарілій конструкторській базі. Він має автозчепи, автогальма і візки, принципова будова яких була розроблена ще в 30-і роки минулого століття. З іншого боку, на західноєвропейських залізницях донині не запроваджена система автоматичного зчеплення. Поряд з іншими ці обставини не сприяють сумісній експлуатації вагонів на залізницях Західної Європи і України.

В даний час прямування вагонів колії 1520 мм на залізницях Західної Європи допускається тільки в установленних напрямках і маршрутах. При цьому швидкість їх обмежується 80 км/год, тоді як західноєвропейські вагони прямують там зі швидкостями 100–120 км/год.

Найважливішою проблемою залишається швидкий перехід вагонів з однієї колії на іншу. Можливі три способи переходу:

- зміни візків;
- зміни колісних пар у візках;
- застосування розсувних колісних пар.

Протягом багатьох років перехід вагонів колії 1520 мм на західноєвропейську 1435 мм з навішми здійснювався шляхом зміни візків на перестановочних пунктах. Технологія з використанням цього способу неефективна, громізка, потребує багато часу.

Технологія зміни колісних пар уже декілька років виконується і розробляється російськими ПНДІ МПС і французькою фірмою «Arbel», за їх сумісним проектом підготовлений експериментальний візок Y25MPC, який є модернізованим варіантом західноєвропейського стандартного візка Y25. Проте ходові випробування його виявили низку технічних недоліків, над усуненням яких продовжується робота.

Технологія застосування розсувних колісних пар (РКП) розроблялась у багатьох проєктах (російському, болгарському, іспанському, польському та інших) і випробовувалась як на візках вапальних вагонів, традиційних для країн СНД (типу 18–100), так і західноєвропейських (типу Y25). Незважаючи на ряд суттєвих недоліків (складність конструкції, потреби в спеціальних пунктах обслуговування і високу вартість), ця технологія все-таки виявляється ефективною за інші. Найбільш перспективними із розроблених систем вважаються іспанська система «Talco» і система доктора Р.Сувацького (Польща) – Suw 2000. Остання успішно випробовується в Україні.

Для сумісної експлуатації вагонів колії 1520 мм і 1435 мм необхідно також вирішити проблему різниці в булові і параметрах гальмових систем. Розробки тут ведуться такими шляхами:

- взаємна адаптація режимів роботи гальмових систем;
- встановлення повітророзподільників двох типів з використанням сумісної важільно-тигтові передачі;
- використання уніфікованого повітророзподільника типу 4R3A/KE.

Перші два способи уже апробовані на залізницях України і показали, що на польських цистернах практично можлива робота різних гальмових систем.

Проведені також випробовування німецьких цистерн з подвійним гальмом, в якому об'єднані повітрянорозподільники двох типів: типу №483М, які застосовуються на українських вагонах, і типу Клотт КЕ, які працюють на німецьких вагонах.

Для сумісного формування поїздів з вагонами колій 1520 мм і 1435 мм здійснюються також розробки комбінованих зчепних пристроїв і поглиблених аналізів підвищеної енергосистості.

Для завершення комбінованих (контейнерних, контрейдерних і бімодальних) та інших найбільш перспективних міжнародних перевезень розробляються нові типи вагонів:

- вагони-платформи-контейнеровози, в тому числі за багаторуснкими схемами для спеціальних контейнерів;
- вагони для перевезення великоваантажних автопоїздів, напівпричепів і знімних кузовів;
- вагони з кузовами, в яких розсуваються бокові стіни;
- вагон-цистерни для небезпечних вантажів.

3.18.2. Вагони для швидкісних і високошвидкісних пасажирських поїздів

У світовій практиці швидкісні залізничні перевезення пасажирів привалістю поїздки до 6 годин здійснюються короткими поїздами з локомотивною тягою або моторним рухоми складом. З урахуванням рівня комфорту, швидкості ходу і залізисту від шуму та вібрації перевага віддається денним швидкісним поїздам-експресам з локомотивною тягою.

Вагони для швидкісних поїздів українського виробництва повинні мати підвищену пасажиромісткість. Тому пріоритет буде надаватися вагонам з відкритими пасажирськими салонами (рис. 3.80), обладнаними кріслами літакового типу, які будуть розміщуватись як дослідно, так і зустрічно.

Вагони денних поїздів-експресів мають обладнуватись сучасними системами кондиціонування повітря, електричного опалення, центрального емергозабезпечення від поїзної магістралі з резервуванням підвагонних генераторів змінного струму (від осі колісної пари), акумуляторною батареєю напругою 110 в, а також радіомережею, телефонною магістраллю, інформаційними дисплеями і розетками для підключення побутових приладів. Вагони мають бути забезпечені телевізорами, холодильниками та мікрохвильовими печами.

Комфортность поездки будет обеспечиваться за счет наличия конструктивных особенностей вагонов (высокая гибкость кузова и рессорный ход, достаточная площадь пола, высокая эффективность системы отопления и кондиционирования воздуха и т.д.), а также улучшения обслуживания та же компания может (другими мерами, например, привлечением персонала, модернизацией вагонов та курс, модернизация существующих вагонов и т.д.).

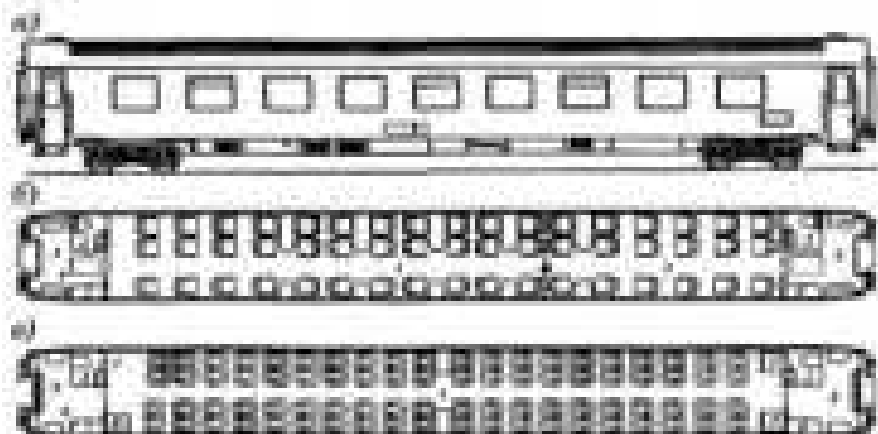


Рис. 3.80. Схематическое изображение компоновки вагонов первого класса:
 а – общий вид вагона; б – первый класс; в – второй класс;
 1 – салон для пассажиров; 2 – туалет; 3 – ванная; 4 – кухня; 5 – бар;
 6 – бар для пассажиров; 7 – салон для пассажиров; 8 – багажный вагон.



Рис. 3.81. Фотографии интерьера вагонов первого класса:
 а – первый класс; б – второй класс

У вагонах поїздів-експресів з максимальними швидкостями руху до 160 км/год можуть застосовуватись з деякими вдосконаленнями візки серійного виробництва типу КВЗ-ЦНИИ-М з двоступеневим (буковим і центральним) ресорним підвищенням коліскового типу, з роздільною схемою розсіювання вертикальних і горизонтальних поперечних коливань. Вивчається можливість обладнання цих візків двооскідійкими гальмовими башмаками.

Міжвагонні з'єднання будуть складатись з автозчепів, гумово-металевих або еластичних поглинальних апаратів, буферів вазького типу поліпшеної конструкції та балонів гумового суфле. Автозчепи мають обладнуватись обмежувачами вертикальних переміщень для запобігання саморозчеплення вагонів.

В міжнародних сполученнях України з країнами Центральної і Західної Європи необхідно вирішити проблеми адаптації рухомого складу до експлуатаційних умов цих країн. До них належать габаритні обмеження та конструктивно-технологічні розбіжності у виконавчій системі зчеплення, гальм, ходових частин, електрозабезпечення та іншого обладнання пасажирських вагонів.

Найбільш складною є проблема переходу вагонів з однієї колії на іншу. Традиційна технологія переставлення візків завдає пасажирям багато незручностей (шумові ефекти, порушення комфорту, довготривалість операції). Цю проблему, як і з вантажними вагонами, має вирішувати технологія з використанням розсувних колісних пар (РКП). Найбільш перспективною для пасажирських вагонів, як і вантажних, вважається польська система Suw 2000. За цієї технологією пасажирські вагони, обладнані швидкісними візками типу 25 AN/S з РКП і безколісковим ресорним підвищенням, переходять з однієї колії на іншу за лічені секунди проїздом через колієперевідний пристрій довжиною 27 м з швидкістю руху до 30 км/год. При цьому не потрібно розвантажувати колеса, як цього вимагають інші способи переставлення вагонів.

Позитивні результати випробувань РКП системи Suw 2000, які проводились в Україні в 2000–2001 роках, дозволяють розпочати роботи з модернізації вагонів габариту Р111 і обладнання їх візками типу 25 AN/S, після чого розпочнеться контрольована експлуатація вагонів на розсувних колісних парах системи Suw 2000 у сполученні Україна – Польща.

Контрольні питання до розділу 3

1. З яких основних частин складається вагон? Як класифікуються вантажні та пасажирські вагони?
2. Привести експлуатаційні характеристики універсальних вантажних вагонів.
3. Як класифікуються універсальні контейнери?
4. Охарактеризувати стан парків вантажних і пасажирських вагонів на залізницях України.
5. Що собою являє код номера вагона вантажного і пасажирського?
6. Які знаки і написи наносяться на рами та кузови вантажних і пасажирських вагонів?
7. Як позначаються універсальні контейнери великотоннажні і середньотоннажні? Які ще написи наносяться на контейнери?
8. Перерахувати основні техніко-економічні показники вагонів. Як визначається коефіцієнт тари?
9. Як визначаються питомі об'єм, площа і вантажопідйомність вантажного вагона, а також навантаження від колісної пари і погонне навантаження?
10. З яких елементів складається колісна пара вагона? Як відбувається формування, огляд, обстеження і таврування колісних пар?
11. Які бувають неспряжності колісних пар? Охарактеризувати їх.
12. Які бувають букси? З яких елементів складається роликова букса та які перспективи її вдосконалення?
13. Охарактеризувати призначення і принцип будови основних схем ресорного підвішування вагонів.
14. З яких вузлів складається вагонний візок? Охарактеризувати їх.
15. Охарактеризувати основні типи візків вантажних вагонів, привести особливості перспективних візків.
16. Охарактеризувати основні типи візків пасажирських вагонів, привести особливості перспективних візків.
17. Яке призначення і з яких основних частин складається рама вагонів?
18. Яке призначення і з яких основних частин складається автозчепний пристрій?
19. Як проводиться зчеплення і розчеплення вагонів, як при цьому діють механізми зчіплювання і розчепний привід?
20. Яке призначення і з яких частин складається корпус автозчепу з механізмом зчіплювання?
21. Яке призначення і з яких частин складається ударно-центруючий тридал і упряжне обладнання з поглинальним апаратом?

22. Перерахувати і охарактеризувати основні види ПТЗ до автоцепів.
23. В чому полягає призначення гальм? Які гальма за принципом дії застосовуються на залізницях?
24. Охарактеризувати гальмове обладнання локомотивів.
25. Охарактеризувати гальмове обладнання вагонів.
26. Який принцип дії закладений в електропневматичних гальмах? Як вони діють при гальмуванні, отпуску і перекритті?
27. Які існують і де застосовуються системи пневматичних гальм? Як вони працюють?
28. В яких випадках і як проводиться поїзне випробування гальм?
29. В яких випадках і як проводиться скорочене випробування гальм?
30. За яких обставин має проводитись у дорозі перевірка дієздатності гальм?
31. Які особливості будови кузовів вантажних критих вагонів?
32. Які особливості будови кузовів універсальних вагонів-платформ?
33. Які особливості будови кузовів напіввагонів?
34. Які особливості будови і застосування вагонів-цистерн?
35. Охарактеризувати призначення і типи кузовів пасажирських вагонів.
36. Охарактеризувати особливості обладнання внутрішнього призначення пасажирських вагонів.
37. Як побудована система опалення і система вентиляції в пасажирських вагонах?
38. Як побудована система електризабезпечення і вентиляції пасажирських вагонів? Що собою являє система кондиціонування повітря?
39. Які основні підприємства і пункти складають вагонне господарство? Яке їх призначення?
40. Привести особливості експлуатації вантажних і пасажирських вагонів, принципи їх технічного обслуговування.
41. Привести види технічного обслуговування і ремонтів вантажних вагонів.
42. Привести види технічного обслуговування і ремонтів пасажирських вагонів.
43. Охарактеризувати призначення і основні функції ПТО. Як проводиться технічний огляд поїзда?
44. Охарактеризувати особливості обслуговування пасажирських вагонів на технічних станціях в пунктах форсування і обертання.
45. В чому полягають проблеми створення вантажних вагонів нового покоління для міжнародних транспортних коридорів?
46. В чому полягають проблеми створення пасажирських вагонів нового покоління для швидкісних і високошвидкісних поїздів?

Розділ 4.

Локомотиви і локомотивне господарство

4.1. Загальні відомості про локомотиви

4.1.1. Поняття про тяговий рухомий склад і його класифікація

Тяговий рухомий склад поділяється на:

- локомотиви;
- мотор-вагонний рухомий склад;
- автомотрисы;
- авто- і мотодрезини;
- мотобокси;
- інші самохідні одиниці.

До локомотивів належать електровози, тепловози, паровози і газотурбовози.

Електровоз — це локомотив з електричними тяговими двигунами, які живляться від зовнішньої електричної системи за допомогою контактної мережі і перетворюють електричну енергію у механічну тягову.

Тепловоз — це локомотив з двигуном внутрішнього згоряння — дизелем, який перетворює хімічну енергію палива в механічну. Ця енергія за допомогою тепловозної передачі передається на тягові двигуни або гідротрансформатори чи гідромуфти, які обертають колісні пари.

Електровози і тепловози — основні види в нинішній час локомотиви. Будова і робота їх буде докладно викладена в наступних матеріалах даного розділу.

Паровоз — це локомотив з котлом і паровою машинною, які перетворюють хімічну енергію палива в теплову, а потім теплову в механічну-тягову. Цей локомотив відіграв велику роль у розвитку залізничного транспорту від початку його зародження до середини XX століття. Тепер його можна зустріти хіба що на постаменті, і тоді пошани він заслуговує. Короткі відомості про принцип його будови і роботи будуть приведені в цьому розділі.

Газотурбовоз — це локомотив з джерелом енергії — газовою турбіною. На Україні не застосовується. Для загального уявлення коротка інформація про цей локомотив також буде приведена в даному розділі.

До мотор-вагонного рухомого складу належать електропоїзди, дизель-поїзди, турбопоїзди і контактні-акумуляторні поїзди, які призначаються для перевезень пасажирів у приміському і місцевому сполученнях.

Електропоїзд — це рухомий склад для перевезення пасажирів, який має в складі моторні вагони, що одержують енергію, як і електровози, із

контактної мережі. Один-два моторні вагони разом з причіпними або головним складають ескцію, а ряд секцій складають електропоїзд.

Дизель-поїзд — це рухомий склад для перевезення пасажирів, який має два моторні вагони з двигунами внутрішнього згоряння та причіпні вагони між ними. Застосовується на неелектрифікованих залізничних лініях.

Турбопоїзд відрізняється від дизель-поїзда тим, що він має газову турбіну замість дизеля. В Україні не експлуатується.

Контактно-аккумуляторний поїзд має тягові електричні двигуни на моторних вагонах, які живляться від контактної системи або від аккумуляторних батарей, що розміщуються під вагонами; використовується для перевезень пасажирів на частково електрифікованих лініях та напрямках, на яких послідовно чергуються електрифіковані і неелектрифіковані ділянки. Дуже рідко зустрічається в експлуатації.

З мотор-вагонного рухомого складу в Україні переважно використовуються електропоїзди та дизель-поїзди.

Автомоторка — це невеликий самохідний пасажирський вагон з двигуном внутрішнього згоряння; іноді до моторки на малодіяльних приміських лініях причіплюють один-два пасажирські вагони і використовують для пасажирських перевезень, але основне призначення їх — службові перевезення.

Авто- і мотодрезини — це невеликі самохідні одиниці рухомого складу з автомобільним чи мотоциклетним двигуном, використовуються для перевезення невеликого числа людей, легкого обладнання, інструментів на ремонтних роботах, а також для візуальних перевірок колії.

Мотовоз — це тяговий рухомий склад з двигуном внутрішнього згоряння, використовується для маневрового переміщення декількох вагонів на платних коліях або виконання спеціальних ремонтних робіт.

Залежно від місцезнаходження джерела живлення тягових двигунів, тяговий рухомий склад поділяється на два види:

- **автономний** — джерело розташовується на рухомому складі (наприклад, тепловоз, газотурбовоз, паровоз, мотомашини та інші);
- **неавтономний або контактний** — джерело розташовується зовні рухомого складу (наприклад, електрички, електропоїзд).

За призначенням локомотиви поділяються на:

- **магістральні або поїзні** (пасажирські, вантажні та вантажно-пасажирські), призначені для водіння поїздів;
- **маневрові**, призначені для виконання маневрової роботи на станціях і під'їзних коліях.

Пасажирські локомотиви за великої сили тяги мають досягати великої швидкості, вантажні — навпаки, за дещо меншої швидкості мають розвивати велику силу тяги.

Вантажно-пасажирські локомотиви мають два режими роботи: вантажний і пасажирський.

Маневрові локомотиви працюють на невеликих швидкостях, але мають розвивати таку ж силу тяги, як і вантажні поїзні локомотиви.

На відміну від локомотивів, моторні вагонки електропоїздів і дизель-поїздів призначені не тільки для тяги поїзда, а також одночасно для перевезення пасажирів.

Маса кузова локомотива передається через опори, проміжну ресорну підвіску, раму візка, первинну ресорну підвіску і букси на тягові колісні пари. Електровазони і тепловози можуть бути односекційними (локомотив має один кузов) і багатосекційними, тобто з двома, а іноді з трьома окремими кузовами (секціями), які з'єднуються між собою автозчепками, електричними проводами, повітряними магістралями і тамбурними переходами.

Застосування на електровазонах та тепловозах тягових електродвигунів дає можливість використовувати як індивідуальний, так і груповий привід. За індивідуального приводу кожна тягова колісна пара з'єднана окремим тяговим двигуном за допомогою зубчатої передачі, за групового — тягові колісні пари в одному візку приводяться від одного тягового двигуна і з'єднуються між собою проміжними зубчатими передачами.

За єдиною системою цифрового позначення рухомого складу інвентарний номер кожної тягової одиниці має вісім знаків: перший знак 1; другий знак позначає: 0 — паровози, 1 — електровазони односекційні, 2 — електровазони двосекційні, 3, 4 — електропоїзди і електросекції, 5 — тепловози односекційні, 6 — тепловози багатосекційні, 7 — дизель-поїзди, автомотриси, рейкові автобуси, мотовози, 8 і 9 — колійні машини та інший рухомий склад; третій знак характеризує рід служби (пасажирські, вантажні, маневрові, спеціальні), рід струму (постійний, змінний, подвійного живлення); четвертий знак позначає серію; п'ятий, шостий і сьомий знаки представляють заводський номер, восьмий — контрольний знак.

Розміщення колісних пар в складах, від приводу тягового двигуна характеризується осьовою формулою, в якій цифрами позначене число колісних пар, а індексом «0» — наявність індивідуального приводу. Знак «-» означає, що візки не зчленовані, тобто не зв'язані шарнірно, а знак «+» вказує, що візки зчленовані, з'єднані між собою шарнірно. Якщо локомотив складається із секцій, які можуть працювати самостійно, то осьова формула секцій береться в дужки, а перед дужкою вказується число секцій. Якщо секції не можуть працювати самостійно, то всі секції розписуються у послідовному порядку, ніби об'єднані одним кузовом.

Так, електроваз з осьовою формулою 3_0+3_0 — це односекційний локомотив з двома зчленованими тривісними візками з індивідуальним приво-

дом. Тепловоз з осьовою характеристикою $2(3_0-3_0)$ — двосекційний локомотив, кожна секція якого може працювати самостійно і має два тривісні незалежовані візки з індивідуальним приводом. Якщо в цьому ж локомотиві секції не можуть працювати самостійно, то осьова формула буде мати вигляд: $3_0-3_0-3_0-3_0$.

4.1.2. Техніко-економічні порівняння різних видів тяги

Існують три види тяги: електрична, тепловозна і парова.

В даний час на Україні застосовуються тільки два види тяги: електрична і тепловозна. З 1980 року залізниці країни колишнього СРСР повністю перейшли на електричну і тепловозну тягу. В 2000 році електричною тягою виконали 86,4% загального обсягу вантажних і пасажирських перевезень.

Ефективність виду тяги оцінюють передусім за витратами умовного палива, кількість якого для порівняння вимірюється в умовних кілограмах (7000 ккал). витрачених на роботу $10^4 \text{ т} \times \text{км}$ бруто. Наприклад, якщо в одних і тих же експлуатаційних умовах на виконання роботи обсягом $10^4 \text{ т} \times \text{км}$ бруто паровоз витрачає 255 кг, тепловоз — 53,5 кг, а електровоз — 40 кг умовного палива, то, звичайно, найбільш ефективно в цих умовах є електрична тяга.

Коефіцієнт корисної дії електровозів складає 84–91%, тепловозів — 29–31%, паровозів — 5–7%.

Тягові двигуни електровозів на підйомал працюють ефективніше, ніж в інших локомотивів, дозволяють наїти перевищувати номінальні навантаження, звичайно, в допустимих межах перегрівання обмоток — і це визначає значну перевагу електротяги. Крім того, експлуатаційні витрати на технічне обслуговування і ремонт електровозів менші, ніж в автономних локомотивів. Електровози мають, звичайно, більший термін служби, ремонт їх простіший, ніж тепловозів.

Висока ефективність електровозів найкраще реалізується на підвищених та вантажо-напружених лініях, на лініях з важким профілем колії, де є можливість рекуперативного гальмування. При рекупераційному гальмуванні на спусках тягові електродвигуни починають працювати як генератори і віддавати електроенергію в контактну мережу, цю енергію можуть використати інші електровози, які рухаються на підйомі. Таким чином, електрична тяга в експлуатації також є більш економічною, ніж тепловозна.

Разом з тим електрифікація потребує великих капіталовкладень на тягові підстанції, контактну мережу та значні експлуатаційні витрати на їх

утримання. На залізницях з великою інтенсивністю руху поїздів ці витрати швидко окуплюються, на малодіяльних лініях — навпаки, електрифікація може бути неефективною.

Тепловозна тяга потребує менших капітальних витрат і застосовується на лініях з невеликими розмірами руху і шокдкостями та там, де неможливо або нецелісійно використовувати електровози (на під'їзних коліях, на маневровій роботі тощо).

4.2. Електрорухомиий склад, принципи його будови і роботи

4.2.1. Загальні поняття про будову електровозів і електропоездів

До електрорухомиого складу належать електровози і електропоезди, які одержують електросенергію для тяги від зовнішньої контактної системи.

Електрорухомиий склад приводиться в дію тяговими електродвигунами.

Вмикають і вимикають тягові двигуни, регулюють силу струму в них спеціальні апарати, що розташовані в кузові або під кузовом і управляються з кабіни локомотива чи головного вагона електропоезда.

Тягові двигуни через зубчасту передачу з'єднуються з тяговими колісними парами, які і приводять їх у дію.

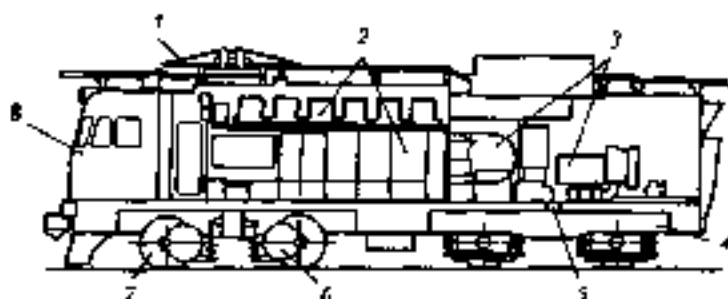


Рис. 4.1. Схематична будова секції електровоза:

- 1 - струмоприймач; 2 - електричні апарати; 3 - допоміжні машини.
- 4 - рама візка; 5 - опора кузова; 6 - тяговий електродвигунок;
- 7 - колісна пара; 8 - кабіна машиніста.

Електровози і моторні вагони складаються з механічної частини, електричного обладнання і пневматичної системи. До механічної частини належать: кузов, візки, автозчепи і гальмове обладнання. Електричне обладнання складається з тягових електродвигунів, допоміжних електричних машин, апаратури для управління електровозом або електропоездом.



Рис. 4.2. Моторний вагон електропотяга:

- 1 – струмоприймач; 2 – кузов вагона; 3 – візок з тяговою електроапаратурою; 4 – електричне і пневматичне обладнання.

4.2.2. Класифікація електрорухомого складу

В залежності від роду струму електрорухомий склад класифікується:

- постійного струму;
- змінного струму;
- подвійного живлення, що може працювати як на постійному, так і на змінному струмі.

В залежності від способу передачі обертового моменту тягового двигуна на тягові колісні пари електрорухомий склад поділяється на два види:

- з індивідуальним приводом (якщо обертальний момент від одного тягового двигуна передається на одну тягову колісну пару);
- з груповим приводом (якщо обертальний момент від одного тягового двигуна передається двома і більше тяговими колісними парам).

На залізницях України та СНД застосовується індивідуальний привод. Електровази поділяються також на:

- вантажні;
- пасажирські;
- маневрові.

Електровази бувають різних серій. Серія визначається літерами (наприклад, «ВЛ» – Володимир Ленін, «ЧС» – Чехословаччина, «ДП» – дніпропетровський електроваз), цифрами, що відповідають номеру певної серії, та індексами – літерами, що визначають модифікацію, модернізацію або певні конструктивні особливості: «к» – з кремнієвими випрямлячами, «т» – з реостатним гальмуванням, «р» – з рекуперативним гальмуванням тощо.

Так, наприклад, модернізовані електровази серії ВЛ82 позначаються ВЛ82^м, електровази серії ВЛ80: з кремнієвими випрямлячами – ВЛ80^к, з реостатним гальмуванням – ВЛ80^т, з рекуперативним гальмуванням – ВЛ80^р, з асинхронними тяговими двигунами – ВЛ80^а, з вентильними

тяговими двигунами — ВЛ80^а, зі ступеневим регулюванням напруги — ВЛ80.

Номери серій електровозів «ВЛ» мають в собі також інформацію про число осей і рід струму. Так для серій електровозів змінного (однофазного) струму установлена нумерація чотиривісних від ВЛ140 до ВЛ159, шестивісних — від ВЛ60 до ВЛ79, восьмивісних — від ВЛ80 до ВЛ99. Електровози постійного струму нумеруються: шестивісні — від ВЛ19 до ВЛ39, восьмивісні — від ВЛ8 до ВЛ18.

4.2.3. Основні серії електровозів, їх технічні характеристики

На залізницях України і країн СНД в експлуатації довгий час перебували і продовжують експлуатуватись електровози постійного струму.

- шестивісні вантажні ВЛ22^а, ВЛ23, пасажирські ЧС2, ЧС2^а;
 - восьмивісні вантажні ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11, ВЛ11^а, пасажирські ЧС6, ЧС7, ЧС200;
 - дванадцятивісні вантажні — ВЛ15
- Найбільш поширені електровози змінного струму таких серій:
- шестивісні вантажні ВЛ60^а і пасажирські ЧС4, ЧС4^а;
 - восьмивісні вантажні ВЛ80^а, ВЛ80^б, ВЛ80^в, ВЛ80^г, ВЛ80^д, ВЛ80^е, пасажирські ЧС8;
 - дванадцятивісні вантажні — ВЛ85.

На залізницях України використовувались також вантажні електровози подвійного живлення ВЛ82 і ВЛ82^а.

Вантажні електровози постійного струму від ВЛ8 до ВЛ15 випускались Тбіліським електровозобудівним заводом, вантажні електровози змінного струму усіх модифікацій серій ВЛ60, ВЛ80, ВЛ82 та ВЛ85 — Півочеркаським електровозобудівним заводом, пасажирські електровози постійного і змінного струму типу ЧС об'єднанням «Шкода» (Чехословаччина) за замовками МПС СРСР.

В даний час на Україні перебувають в експлуатації переважно електровози ВЛ8, ВЛ10, ВЛ11, ВЛ60, ВЛ80 різних модифікацій, ЧС2, ЧС7, ЧС4, ЧС8.

Електровоз ВЛ8 постійного струму, вантажний, восьмивісний з чотирма двовісними візками, має систему рекупераційного гальмування, опорно-осьове підвішення тягових двигунів НБ-406Б, на розрахунковому підйомі 9% може вести поїзд масою 4200 т. Суттєвий недолік електровоза — обмеження швидкості руху до 80 км/год через недостатню надійність конструкції ходової частини (букссових вузлів, ресорного підвішування тощо).

Електровоз ВЛ10 — постійного струму, восьмивісний, більш технічно вдосконалений порівняно з електровозом ВЛ8, в ньому застосована передача тягових і гальмівних зусиль через раму кузова за допомогою шарового шворня, який допускає поперечне переміщення візків відносно кузова до 30 мм, ресорне підвищування виконано двохступеневим, доповнено гідравлічними амортизаторами, візки — безцементні, букси — повідкові з гумово-металевими елементами, застосовані нові тягові електродвигуни ТЛ2К в істотнополюсному виконанні з компенсаційною обмоткою, в електровозі три схеми сполучення тягових двигунів — послідовне, послідовно-паралельне і паралельне з більш удосконаленою схемою рекуперативного гальмування; електровоз на розрахунковому пізкомі 9% може провести поїзд масою 4400 т зі швидкістю 47 км/год, конструктивна швидкість 100 км/год.

Електровози ВЛ11 і ВЛ11* — розроблені на основі електровоза ВЛ10, можуть працювати в дво- і трисекційному виконанні (відповідно з осьовими формулами $2(2_0-2_0)$ і $3(2_0-2_0)$). Так, на лінії Свердловської залізниці (Росія) з ланким профілем електровоз ВЛ11 в трисекційному варіанті вів поїзд масою 6000 т.

Електровоз ВЛ15 — найпотужніший серед вагачних електровозів постійного струму, які виготовляв Тбіліський електролокомотивний завод, складається з двох шестивісних секцій, кузов кожної секції опирається на три двигуни, не зв'язані між собою, візки, ходова частина і ресорне підвищування мають ряд вдосконалень порівняно з електровозом ВЛ11, застосовуються три групування шести тягових двигунів в кожній секції, які забезпечують більш плавне регулювання швидкості.

Електровоз ЧС2 — постійного струму, пасажирський, шестивісний, візки тріосні, ресорне підвищування двохступеневе, регулювання напрути — ступеневе за допомогою пускових реостатів і використання трьох видів сполучення тягових двигунів; на горизонтальному профілі з поїздами масою 1100 т (18 вагонів) реалізує швидкість до 120 км/год, конструктивна швидкість 160 км/год.

Електровоз ЧС2* — модернізований варіант електровоза ЧС2, обладнаний реостатним гальмуванням.

Електровоз ЧС200 — створений об'єднанням «Шкода» спеціально для організації руху пасажирських поїздів зі швидкістю 200 км/год на швидкісній лінії Москва-Ленінград (Росія), в 1976-1979 роках було виготовлено більше десятка локомотивів; електровоз постійного струму, дво-секційний, має по 2 двоосні візка в кожній секції, регулювання напрути — контактно-резисторне в послідовному і паралельному сполученнях тягових двигунів, має п'ять ступенів послаблення збудження, електровоз обладнаний реостатним гальмуванням.

Електровоз ЧС6 — модифікація електровоза ЧС200, який порівняно з ним має деякі відмінності, більшу силу тяги і меншу швидкість, яка в експлуатації обмежується 160 км/год.

Електровоз ЧС7 — восьмивісний, за конструкцією аналогічний електровозу ЧС6, на відміну від попереднього має три види сполучення тягових двигунів, два ступеня гальмових опорів у зоні реостатного гальмування, електровоз обладнаний пристроями електроопалення для 18 пасажирських вагонів у поїзді, конструктивна швидкість 180 км/год, може провести поїзд складом 18 вагонів на підйомі 15% зі швидкістю до 90 км/год.

Електровоз ВЛ60* — змінного струму, вантажний, шестивісний, односекційний, модифікація першого в Радянському Союзі електровоза змінного струму ВЛ60, вперше застосовані кремнієві випрямлячі, конструктивна швидкість 100 км/год, розрахунковий підйом 9% долів зі швидкістю 44 км/год і може вести поїзд масою 3350 т.

Електровози типу ВЛ80 — змінного струму, вантажні, восьмивісні двосекційні, знаменували значний крок в локомотивобудуванні, на електровозах застосований новий тяговий двигун НБ-418К з компенсаційною обмоткою. На початку серійного виробництва електровозів ВЛ80 були встановлені кремнієві випрямлячі (ВЛ80*), далі було запроваджено реостатне гальмування (ВЛ80'), пізніше до них були внесені значні зміни в схемах і обладнанні, які дозволили збільшити пускові тягові і гальмові сили, повернення електроенергії при рекуперації, зручності в управлінні (ВЛ80''); застосування синхронних (вентильних) та асинхронних з короткозамкнутим ротором тягових двигунів змінного струму сприяло покращенню їх роботи і подовженню терміну служби, росту потужності (ВЛ80', ВЛ80''), конструктивна швидкість 110 км/год.

Електровоз ВЛ85 — змінного струму, вантажний, дванадцятивісний, двосекційний, за ходовою частиною подібний до електровоза постійного струму ВЛ15, електрообладнання уніфіковано з типами електровозів ВЛ60*, ВЛ80*, але більш потужний, обладнаний системою автоматичного управління, поставлявся і обслуговував найбільш вантажнонапружені лінії Сибіру (Росія).

Електровоз ЧС4 — змінного струму, пасажирський, шестивісний з тривісними візками, має двоступеневе ресорне підвищення, букса з рамозв'язана повідками, ступеневе регулювання напруги в тягових двигунах, ступеневе регулювання напруги на первинній обмотці трансформатора. Може забезпечувати в поїзді електричне опалення 16–17 пасажирських вагонів, конструктивна швидкість 160 км/год.

Електровоз ЧС4' — варіант електровоза ЧС4 з реостатним гальмуванням, кузов має дещо більшу масу.

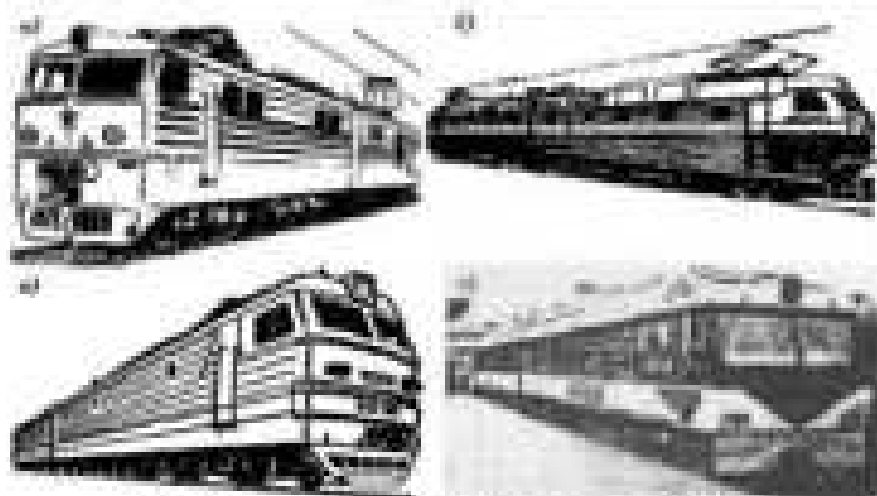


Рис. 4.3. Листовий метод контролю швидкості швидкісного струму:
а – BL100, б – ICE, в – BL100, г – TGV

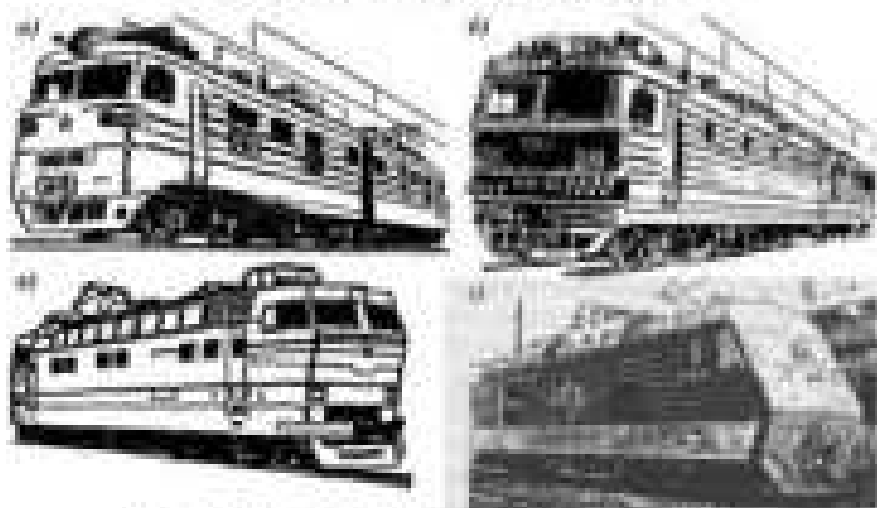


Рис. 4.4. Листовий метод контролю швидкості швидкісного струму:
а – BL100, б – BL100, в – ICE, г – TGV

Електропотяг ICE – найшвидший, досягає швидкості струму, який частіше уніфікований з електропотягом швидкісного струму BLT, а електропотягом – в білизні електропотягу ICE, для розширення

Таблиця 4.1.

Технічні характеристики основних серій електровозів

Основні характеристики	Електровози постійного струму				
	ВЛ18	ВЛ10	ВЛ11	ЧС2	ЧС7
1	2	3	4	5	6
Рік початку випуску	1953	1967	1975	1960	1983
Вид служби	ВАНТАЖНИЙ			ПАСАЖИРСЬКИЙ	
Основа характеристики	20+20+ +20+20	2(20- -20)	2(20-20)	3+30	2(20-20)
Зміни маси, т	184	184	184	123	172
Навантажння діляки на рейсу, кВт	225	225	225	201	210,9
Коефіцієнт корисної дії, %	89,1	90,2	90,7	90,6	91,0
Електричне гальмування	рекупераційне			немає	реостатне
Тип тягового двигуна	НБ-406Б	ТЛ-2К		4АГ-484Б	1АГ-484Б
Потужність тягового двигуна, кВт	525	450	670	700	770
Напруга на колекторі, В	1500	1500	1500	1500	1500
Сумарна потужність на валів двигунів, кВт	4200	5200	5360	4200	6160
Конструктивна швидкість, км/год	100	100	100	160	180

зони реостатного гальмування передбачено два ступеня гальмівних опорів, електровоз може обслуговувати електроопаленням 23 пасажирських вагонів, забезпечує ведення поїзда із 23 вагонів на ділянках з підйомом 15% зі швидкістю 85 км/год, конструктивна швидкість 180 км/год.

В експлуатацію почали поступати перші українські локомотиви виробництва Дніпропетровського науково-виробничого об'єднання електровозобудування (НВО «ДВВЗ») серії ДЕ1 - двосекційні вантажні електровози постійного струму потужністю 6250 кВт і конструктивною швидкістю 100 км/год. Виконуються проектні роботи над створенням магістральних пасажирських електровозів ДЕ2 постійного струму. Спільно з німецькою фірмою «Сіменс» спроектованій і готується до серійного випуску вантажно-пасажирський електровоз ДС3 змінного струму потужністю 4800 кВт з асинхронними тяговими двигунами, конструктивною швидкістю 160 км/год.

Електровози змінного струму					
ВЛ607	ВЛ7807-2	ВЛ7807-2	ЧС3	ЧС47	ЧС8
7	8	9	10	11	12
1962	1963	1980	1965	1973	1983
	1967	1979			
ВАНТАЖНИЙ			ПАСАЖИРСЬКИЙ		
30-30	2(20-20)	2(20-20)	30-30	30-30	2(20-20)
138	184	192	123	126	176
235	225	235	201	206	216
84	84	84	87	87	88
номме	номме	реостат.	номме	реостатне	
	реостат.	рекупер.			
НБ-412	НБ-418		АЛ-4442	АЛ-4482	ЗА-4442
775	790	790	850	850	900
1600	950	950	800	800	820
4650	6320	6520	5100	5100	7200
100	110	130	160	180	180

Технічні характеристики основних серій електровозів представлені в таблиці 4.1.

4.2.4. Механічна частина електровозів

Кузов електровоза призначений для розміщення в ньому електричної апаратури та іншого обладнання. Каркас кузова металевий, зовнішня обшивка виконана із сталевих листів, а в кабіні чашиніста, крім того, влаштована внутрішня обшивка з тепловою і звуковою ізоляцією. В передній і задній частині кузова розміщуються кабінні машиніста. У 8- і 12-вісних електровозів з двома секціями кожна секція має по одній кабіні машиніста, секції з'єднуються перехідними містками замкнутого типу. В кабінах розміщені апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, гальмові

крани. В середній частині кузова розміщується високовольтна камера, в якій встановлена електрична апаратура. Допоміжні машини розміщуються між високовольтною камерою і кабіною чи перехідною площадкою, там же розташовується пневматичне обладнання, запас піску і мастила. Розміщення електричного обладнання в кузовах електровозів постійного і змінного струму показано відповідно на рис. 4.5 і 4.6.

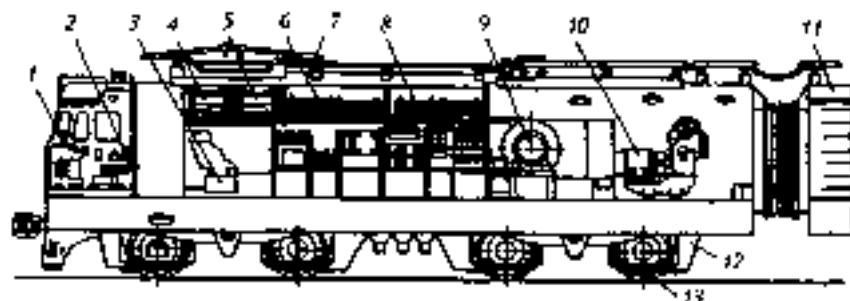


Рис. 4.5. Розміщення обладнання в кузові електровоза постійного струму (ВЛ-10):

- 1 — пульт управління; 2 — крило машиніста; 3 — плавкодіючий вимикач, 4, 5 — блоки індуктивних шунтів і резисторів, 6, 8 — блоки пускових резисторів і послаблення збудження; 7 — струмоприймач; 9 — мотор-вентилятор; 10 — мотор-компресор; 11 — кузові дротіві секції електрика; 12 — тяговий електричний; 13 — колісна пара.

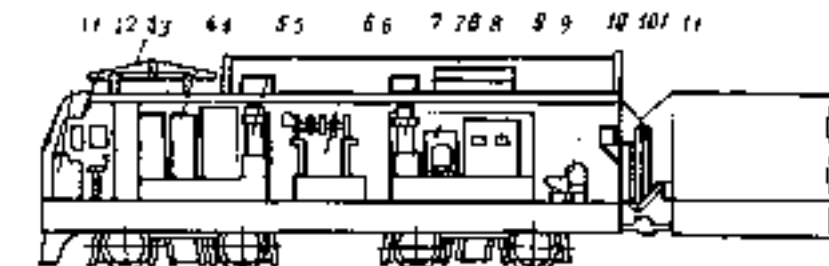


Рис. 4.6. Розміщення пристроїв обладнання в кузові електровоза змінного струму:

- 1 — пульт управління; 2 — кабіна машиніста; 3 — струмоприймач; 4 — апарати управління; 5, 7 — випрямні пристрої; 6 — трансформатор з перемиканням ступенів; 8 — блок системи охолодження; 9 — розгальний шнур; 10 — мотор-компресор; 11 — міжсекційне з'єднання.

Волок електровоза включає:

- раму, яка, як правило, виготовлена судільнозварною, складається з двох боковин, сполучених торцевим і двома кінцевими брусами;
- дві-три колісні пари;

- буксові вузли на роликових підшипниках;
- ресорне підвищення;
- підвищення тягових двигунів;
- шкільно-тягову систему талів.

Електровозна колісна пара (рис. 4.7) складається з осі, колісних центрів, бандажів діаметром 1200–1250 мм, зубчатого колеса, яке зчеплюється із зубчатим колесом вала тягового двигуна.

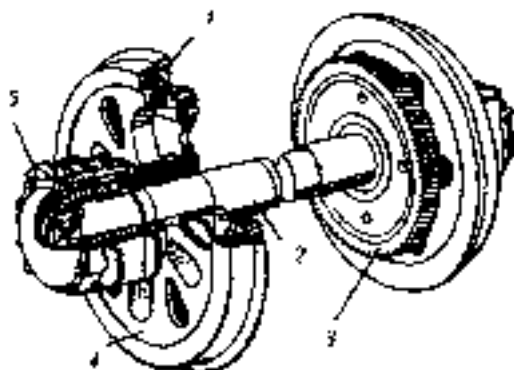


Рис. 4.7. Колісна пара електровоза

1 – бандаж; 2 – вісь; 3 – зубчасте колесо; 4 – колісний центр; 5 – букса

На рис. 4.8 зображена схема будови візка електровозів ВЛ80 усіх індексів. Аналогічну будову мають візки електровозів ВЛ10 і ВЛ11.

Буксові вузли бувають двох типів: швелерні і безшвелерні.

В буксовому вузлі безшвелерного типу (рис. 4.9) передача всіх зусиль здійснюється не безпосередньо від корпусу букси на раму візка, як це виконується в буксових вузлах швелерного типу, а через гумовометалеві повідки, які складаються із сталевих корпусів і гумових валиків. Переміщення букси відносно рами пов'язано з деформацією гумових валиків. Безшвелерний буксовий вузол не потребує змащування, тому сучасні електровози випускають тільки з безшвелерними буксами.

Основними елементами ресорних підвісок (рис. 4.10 і 4.11) є листові ресори, циліндричні пружини, балансири.

На електровозах застосовується збалансоване ресорне підвищення (рис. 4.10) і незбалансоване або індивідуальне (рис. 4.11).

Ресорне підвищення також може бути:

- **одноступеневим**, якщо навантаження від кузова і рами візка передається на колісні пари через ресори, розміщені між рамою візка і буксами;

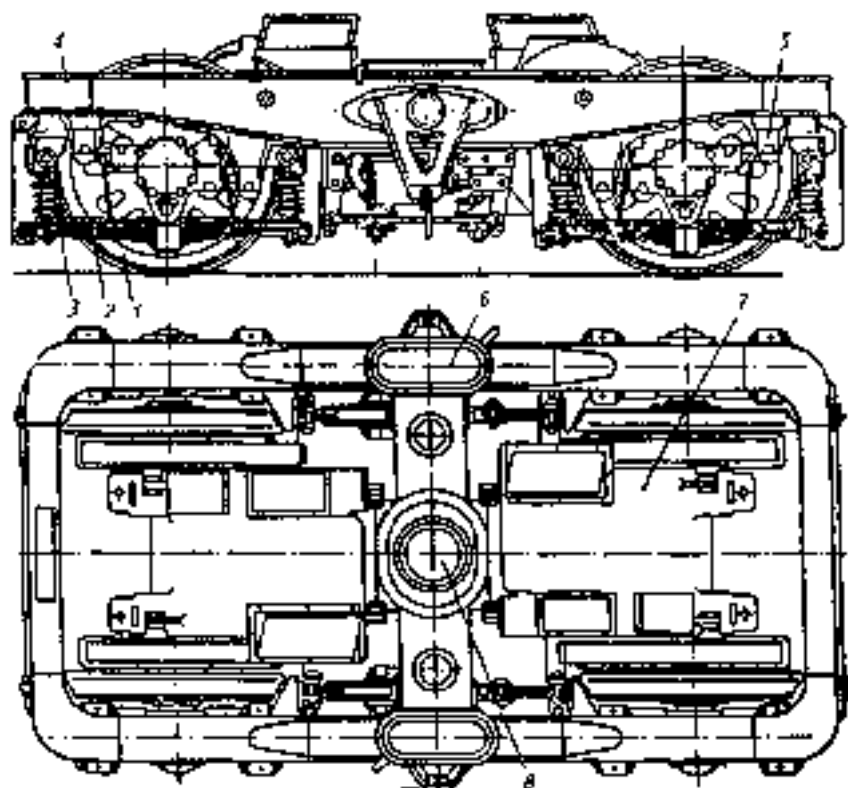


Рис. 4.8. Ввіж електровозів ВЛ 180

1 — квіткова пара; 2 — листові ресорки; 3 — циліндрична ресорка; 4 — рама візка;
5 — кривіттейн; 6 — шпирцева балка; 7 — тяговий електродвигун;
8 — отвористий отвор.

- двоступеневим, якщо ресори розміщені як між рамою візка і буксою, так і між рамами візка і кузова.

На вантажних 8-вісних електровозах установлено коліскове ресорне підвищення, що складається з коліскових підвісок, горизонтальних і вертикальних упорів (рис. 4.12а). Основна деталь коліскової підвіски (рис. 4.12б) — це стержень, через який передаються вертикальні навантаження від кузова на раму візка. Вони також передаються через стакан і пружину.

В електровозах застосовуються два способи підвищення тягових двигунів:

- оловно-ослове;
- оловно-рамне.

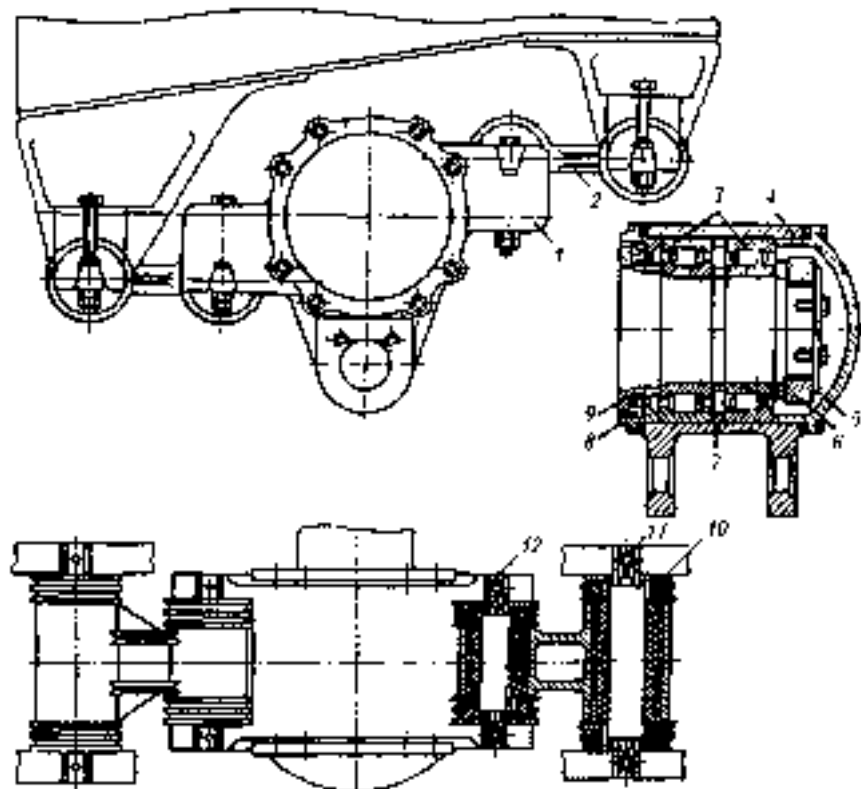


Рис. 4.9. Безшарикова букса:

1 – корпус; 2 – циліндр; 3 – роликовий підшипник; 4 – ущільнювальна кришка; 5 – пласка; 6 – стягувальна гайка; 7 – дистанційне кільце; 8 – кришка; 9 – підшипникне кільце; 10 – шайба; 11, 12 – гумометалеві підкладки.

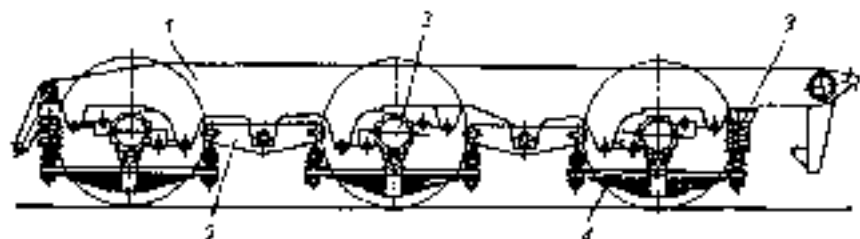


Рис. 5.10. Розріз підшипникового кільця шестиступінчатого електричного:

1 – рама візка; 2 – букса; 3 – циліндрична ресора; 4 – листона ресора; 5 – підшипникний балансір



Рис. 4.11. Розміщення візків восьмиосного електровоза

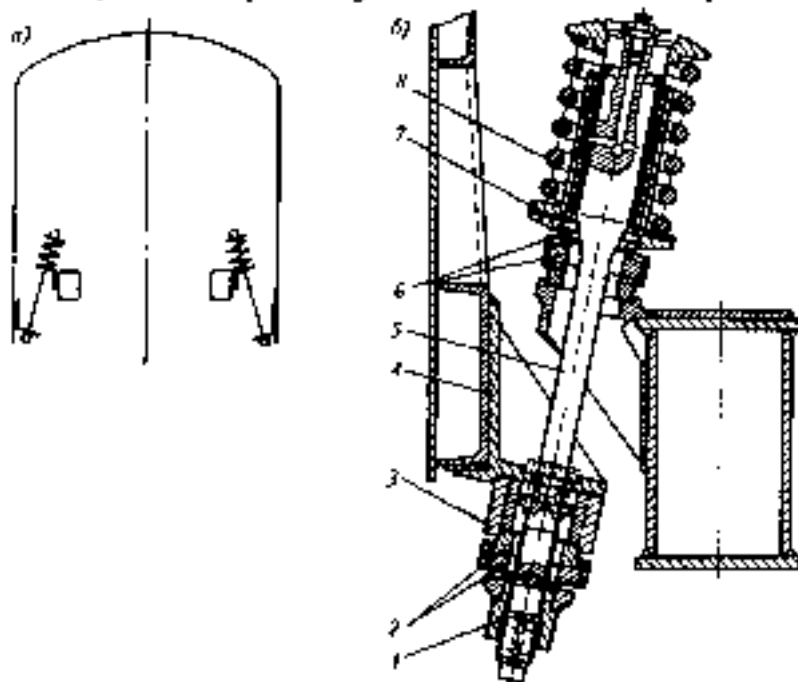


Рис. 4.12. Колісна підвіска електровоза

а — принципова будова колісного підвішування;

б — деталі колісної підвіски;

1 — гайка; 2 — нижній шарнір; 3 — балансір; 4 — кронштейн;

5 — стержень; 6 — верхній шарнір; 7 — стакан; 8 — пружина.

При опорно-осьовому підвішуванні корпус тягового двигуна з одного боку опирається на вісь колісної пари за допомогою двох моторно-осьових підіймачів, а з другого боку підвішується до поперечної балки рами візка за допомогою пружинного пристрою.

При опорно-рамному підвішуванні корпус повністю прикріплюється до рами візка в такому положенні, щоб двигун розміщався над віссю колісної пари.

Зубчата передача від тягового двигуна до осі захищається спеціальним кожухом.

Опорно-осьова підвіска негативно діє на колію, тому що двигун не повністю піддресорний. Внаслідок безпосереднього опирання на вісь колісної пари, двигун сильно потерпає від динамічних сил, що виникають на стиках і інших нерівностях колій. Рамне підвищування дозволяє уникнути дії таких динамічних сил. Проте за цього підвищування ускладнюється передача тягових зусиль від осей двигуна до колісної пари, що вимагає застосування спеціальних шарнірних пристроїв.

Важливо-тягова гальмова система електровозів складається з гальмових циліндрів, вертикальних і горизонтальних тяг, підвісок, балансирів, гальмових башмаків і колодок. Може бути з одnobічним і двобічним натискуванням колодок на бандаж колеса.

4.3. Електричне обладнання електровозів

4.3.1. Тягові електродвигуни

Тягові електродвигуни — це електричні машини, призначені для перетворення електричної енергії в механічно-тягову. Крім того, на окремих електровозах вони можуть використовуватись для електричного гальмування, тобто перетворення механічної енергії в електричну при гальмуванні.

Тягові двигуни класифікуються:

- за родом струму: постійного і змінного струму;
- за системою передачі: з індивідуальним і грубовим приводом;
- за способом вентиляції: самовентильовані і з незалежною вентиляцією.

Найбільш поширені тягові двигуни постійного струму з послідовним збудженням. Вони менш чутливі до коливань напруги в контактній мережі та забезпечують більш рівномірний розподіл навантаження при паралельному змиканні двигунів, ніж електродвигуни інших систем збудження. Тягові двигуни розраховані на номінальну напругу 1500В.

Тяговий двигун постійного струму (рис. 4.13) складається з:

- **остова**, що одночасно виконує функції корпусу машини і магнітопровода; полювки і додаткові полюси створюють відповідно основний магнітний потік і потік у зоні комутації. В осаді остова розміщується компенсаційна обмотка, що підвищує стійкість роботи електродвигуна;
- **якоря**, який складається із осердя, обмотки, що розміщується в осаді осердя, корпусу колектора, самого колектора, щета, на якому змонтовані

ві деталі якоря. За допомогою колектора змінюється напрямок струму в провідниках якоря:

- підшипників, на які спирається якорь;
- щіткового апарату, який забезпечує контакт між нерухомими електричними ланцюгами і обмоткою якоря, який обертається.

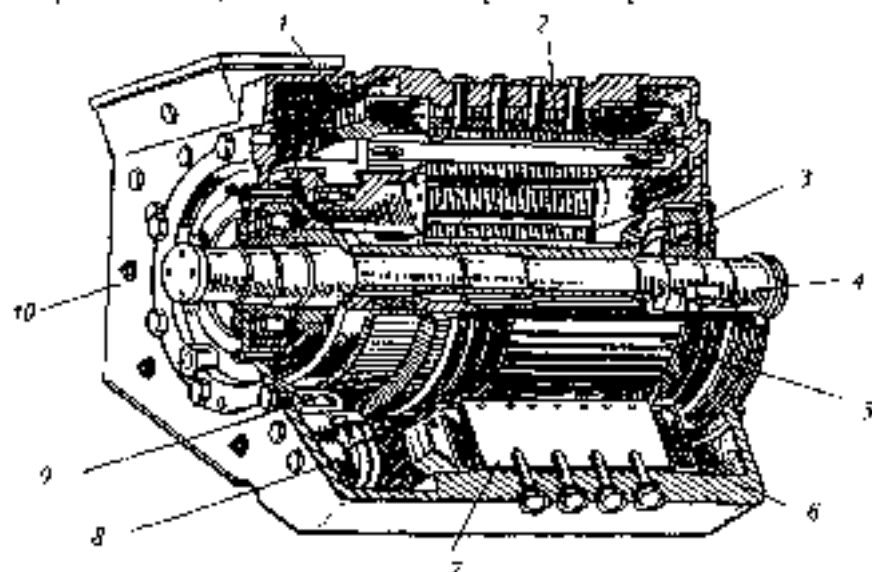


Рис. 4.13. Замкнений вигляд тягової машини постійного струму в розрізі.

1 — обмотка головного полюса; 2 — головний полюс;

3 — щітковий підшипник, 4 — вал; 5 — якорь; 6 — обмотка додаткових полюсів;

7 — додатковий полюс; 8 — щіткотримач; 9 — колектор; 10 — статор.

На електровозах змінного струму також застосовуються тягові двигуни постійного струму, для чого змінний струм за допомогою випрямлячів перетворюється на постійний. Наприклад, на електровозах ВЛ80^а і ВЛ80^б застосовуються електродвигуни постійного струму з незалежною вентиляцією, шестиполусні (шість головних і шість додаткових полюсів) з напругою 950 В.

Останнім часом стали застосовуватись трифазні вентильні (в електро-возі ВЛ80^а) і асинхронні тягові двигуни (в електровозі ВЛ80^б і в новому дніпропетровському магістральному електровозі ДСЗ).

Вентильний тяговий електродвигун за конструкцією є синхронною машиною, в якій обмотка якоря розміщена на статорі, а обмотка збудження — на роторі. Статор вентильного двигуна складається з литого остова і осердя магнітопровода.

Асинхронний п'ятиполюсний електродвигун (рис. 4.14) має короткозамкнений ротор. Обмотка в ньому виконана у вигляді мідних стержнів, з'єднаних мідними кільцями і закріплених в пазовій частині магнітними клинками, а на лобовій — скрубачками. Статор і осердя його виконані шліхтованими. Лист статора запресований в литий острів. Обмотка статора — петлеподібна, трифазна, шестипольова, закріплена в пазовій частині магнітними клинками.

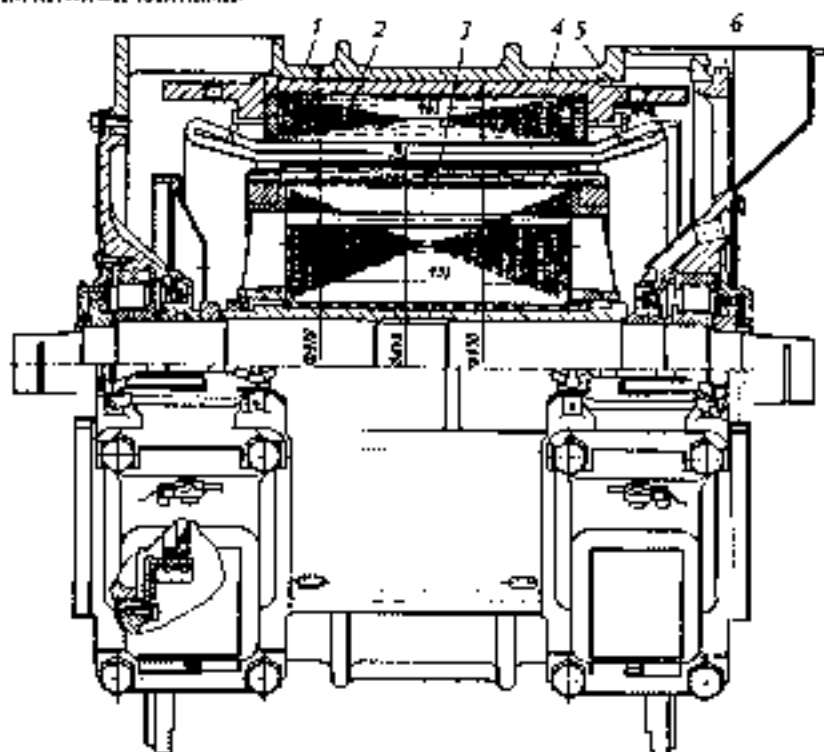


Рис. 4.14. Асинхронний п'ятиполюсний електродвигун НБ-607 у поздовжньому розрізі:
1 — острів; 2 — статор; 3 — осердя ротора; 4 — обмотка статора;
5 — лічильник частоти оберток, 6 — підшипниковий штиф.

4.3.2. Допоміжні електричні машини

На електрорухомому складі можуть бути установлені такі допоміжні машини:

- **мотор-компресори** (рис. 4.15), які забезпечують стисненням повітрям пневматичні прилади електровоза і гальмової системи поїзда;
- **мотор-вентилятори** (рис. 4.16), що подають повітря для охолодження тягових двигунів, випрямлячів, трансформаторів та інших машин і апаратів;
- **генератори управління**, які живлять постійним струмом інженерної напруги електрообладнання управління, освітлення та акумуляторні батареї;
- **мотор-висоси**, які виконують циркуляцію рідини у системах охолодження;
- **розщеплювачі фаз**, які перетворюють однофазний струм у трифазний, для живлення асинхронних тягових електродвигунів на електровагонах і електропоїздах змінного струму;
- **мотор-генератори** (машинні перетворювачі), які живлять постійним струмом малої напруги обмотки збудження тягових електродвигунів постійного струму при рекуперативному гальмуванні;
- **ділителі напруги** — двигуни постійного струму змінного збудження, які забезпечують електроенергією мотор-компресори моторного вагона електросекції: ділителі напруги в електропоїздах постійного струму разом з генератором управління складає двомашинний агрегат.

Кожна допоміжна машина має індивідуальний електродвигун, крім генератора управління, який розміщується на валу мотор-вентилятора (в електровагонах постійного струму) або розщеплювача фаз (в електровагонах змінного струму).

Електричні двигуни допоміжних машин на електрорухомому складі постійного струму живляться безпосередньо від контактної мережі, а на електрорухомому складі змінного струму — від допоміжної обмотки тягового трансформатора. Останні можуть бути асинхронними трифазними і підключатись до обмотки трансформатора безпосередньо або постійного струму і підключатись через спеціальні випрямні пристрої.

Так в мотор-компресорі (рис. 4.15) двигун і компресор встановлюються на одному фундаменті і з'єднуються муфтою або зубчатою передачею. Компресор — це поршнева трициліндрова машина з 2-ступеневим стисненням повітря, для чого він має два циліндри низького тиску, один циліндр високого тиску і холодильник. Повітря через повітряні фільтри усмоктується в циліндри низького тиску, звідти прямує в холодильник, де охолоджується і позбувається конденсату, після чого поступає в циліндр високого тиску. На електровазі плантуються два мотор-компресори, на моторному вагоні електропоїзда — один.

Мотор-вентилятори бувають відцентрові та осеві. Найбільш поширені відцентрові. Генератори управління застосовуються переважно

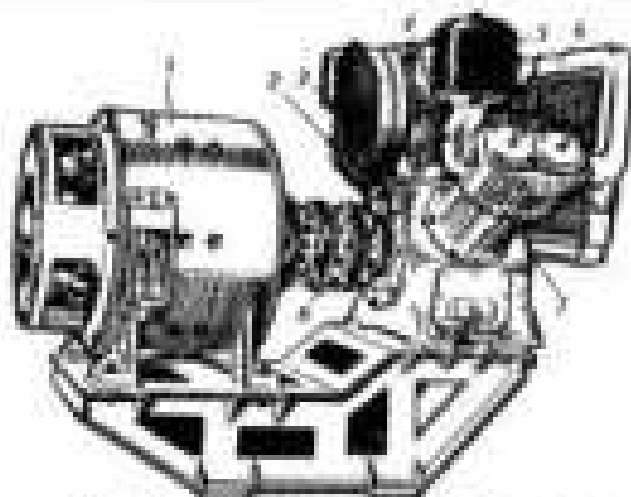


Рис. 4.15. Мотор-виконавець з схемою керування

1 — мотор-виконавець; 2, 3 — реле керування; 4, 5 — фазовий виконавець; 6 — контакт керування; 7 — шина живлення.

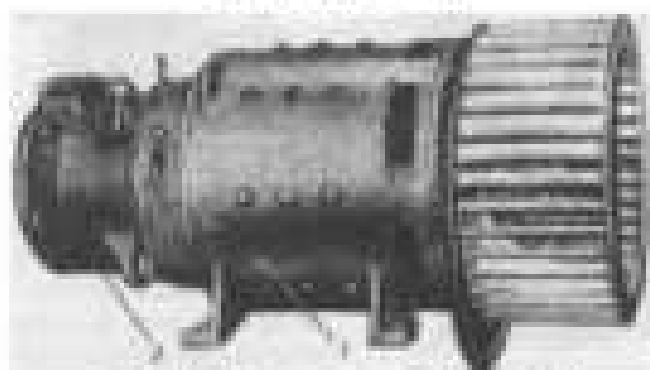


Рис. 4.16. Мотор-виконавець 12-160 М (1)

і виконавець 12-405 (2) виконавець 12-405

12-405, які виконують керування струмою напругою 500 В (рис. 4.16).

Регулювання фаз — це автоматичний апарат, який регулює частоту фазової синхронізації двигуна і профілю керування.

Мотор-генератор — це комбінований агрегат, який виконує як генератор і мотор, і виконує керування і регулювання частотою, які виконують керування частотою в частоті керування.

4.3.3. Трансформатори і випрямні пристрої

Електровози змінного струму, на яких застосовуються переважно електродвигуни постійного струму, простіші і зручніші в експлуатації, але вони потребують застосування понижуючих трансформаторів і випрямлячів.

Тягові трансформатори (4.17) устанавлиються на електричному рухомих складі змінного струму (електровозах ВЛ60, ВЛ80, ВЛ85 і електропоїздах ЕР9 усіх індексів) та на електровозах з подвійним живленням (ВЛ82). Найчастіше це однофазні трансформатори з примусовою циркуляцією масла в системі охолодження типу ОЦР-5600/25, ОЦР-5000/25, ОНЦЕ-10000/25 і ОЦР-1000/25. В чисельнику приведена типова потужність в кіловольт-амперах ($\text{kB} \times \text{A}$), в знаменнику — номінальна напруга на первинній обмотці в кіловольтах (kB).

Трансформатори потребують системного охолодження, для чого використовується трансформаторне масло і спеціальна система охолодження.

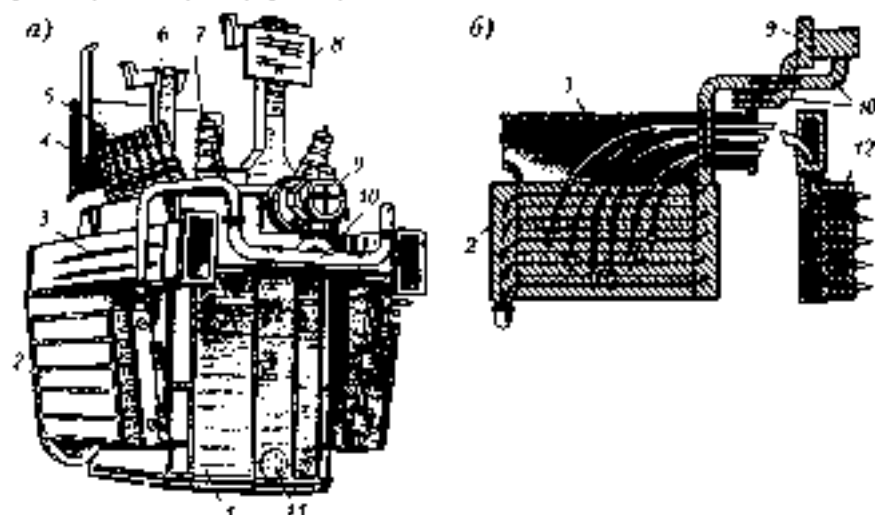


Рис. 4.17. Загальний вигляд трансформатора електровоза (а) і схема його охолодження (б):

1 — бак; 2 — маслоохолоджувач; 3 — повітропривіс; 4 — виводи вторинної обмотки; 5 — розширювач для масла; 6, 8 — кронштейни установлення контролера; 7 — вводи первинної обмотки; 9 — масляний електронасос; 10 — маслопривід; 11 — пробка; 12 — трубки охолоджувача.

Трансформатор електровоза ВЛ85 має чотири обмотки: мережеву, тягову, збудження і власних потреб. На електровозах ВЛ60¹, ВЛ80¹, ВЛ80¹ і ВЛ80¹ напруга на тягових двигунах регулюється шляхом перемикання

секції вторинної обмотки трансформатора токовим контролером за схемою з перехідним реактором. На електровозах ВЛ185 і ВЛ180* застосовується безконтактна система плавного регулювання напруги за допомогою випрямно-інверторного перетворювача (ВІІ) на тиристорах. В режимі тяги перетворювач працює як регульований випрямляч і дозволяє регулювати напругу на тягових двигунах від нуля до номінального значення. В режимі рекуперації він працює як інвертор, що перетворює постійний струм генераторів, якими стади тяготи двигуни, в змінний струм для повернення в контактну мережу.

Випрямні пристрої на електровозах змінного струму пройшли довгий шлях технічного становлення. Спочатку на електровозах змінного струму застосовувались однопольні ртутні випрямлячі, які через порушення вакууму часто руйнувались. Більш надійними стали електровози з новою кремнієвих випрямлячів (ВЛ60*, ВЛ80*). Основою такого випрямляча складають кремнієві напівпровідникові вентилі — діоди (рис. 4.18 а).

Кремнієві випрямлячі мають мостову схему, кожний міст має два «вентилі» (діоди), які пропускають струм тільки в одному напрямку. В контур моста включають 1-2 тягові двигуни постійного струму і згладжувальний реактор для вирівнювання випрямленого пульсуючого струму.

Щоля кремнієвих вентилів-тиристорів, що управляються, дає змогу плавно регулювати напругу в режимі тяги і здійснювати рекупераційне гальмування (ВЛ180*, ВЛ185) за допомогою випрямно-інверторних перетворювачів.

Випрямно-інверторний перетворювач (ВІП-4000) являє собою міст, що складається із восьми плечей, в кожному з яких четверо паралельних електричних ланцюгів тиристорів виконують чотирьох зонам

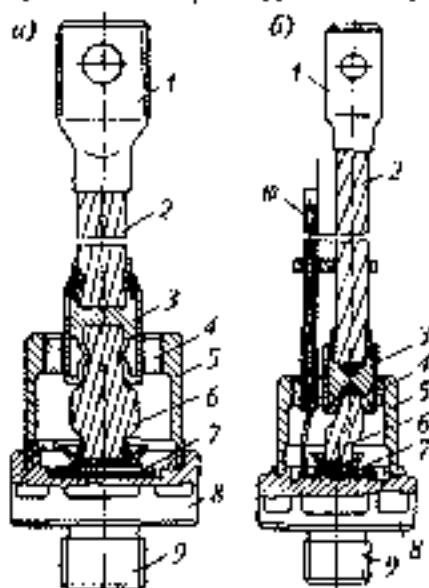


Рис. 4.18. Кремнієві вентилі:

а — діод; б — вентиль,

що управляється (тиристор).

1 — накопичувач; 2 — пучковий

зв'язаний вентиль; 3 — з'єднувальна

втулка; 4 — ізолятор; 5 — кришка

корпусу; 6 — пучковий внутрішній

вентиль; 7 — пластини мікрокристала

кремнію; 8 — корпус міліний;

9 — з'єднувальний стержень корпусу;

10 — вивід електрики, що управляється

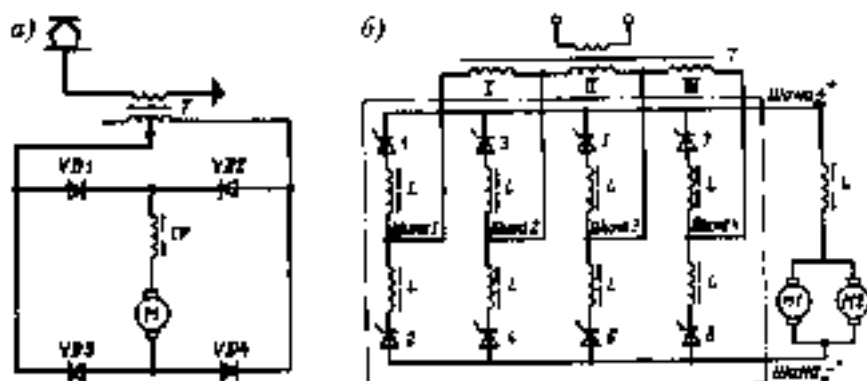


Рис. 4.19. Мостова схема випрямлення (а)
і принципальна схема випрямно-інверторного перетворювача (б)

регулювання випрямленої напруги. Вторинна обмотка тягового трансформатора поділена на три секції і зони регулювання. Таким чином, силова схема електровоза може регулюватись від 0 до 1400 В у чотирьох зонах при трьох секціях вторинної обмотки трансформатора (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2.
Зони і секції регулювання напруги ВІП-4000

Зони регулювання напруги	Секція тягового трансформатора	Плече ВІПа
Від 0 до 350В	I	3,4,5,6
Від 350 до 700В	I+II	1,2,3,4,5,6
Від 700 до 1050В	II + III	3,4,5,6,7,8
Від 1050 до 1400В	III + II + I	1,2,3,4,7,8

Конструктивно ВІП-4000 складається з силового блока і блока живлення. Порядок чергового включення плечей силового блока у випрямленому (тяговому) та інверторному (рекуперативному) режимах роботи визначається системою управління електровозом (блоком управління БУ ВІП) згідно із заданим алгоритмом. Безконтактна електронна система управління електровозом дає змогу зручно і швидко, протягом декількох секунд, змінювати режим руху.

Один прилад ВІП-4000 має окисдну потужність 4000 кВт та випрямлену напругу 1400 В і може живити два тягові двитунни. Наприклад, на електровозі ВЛ85 передбачається шість таких перетворювачів.

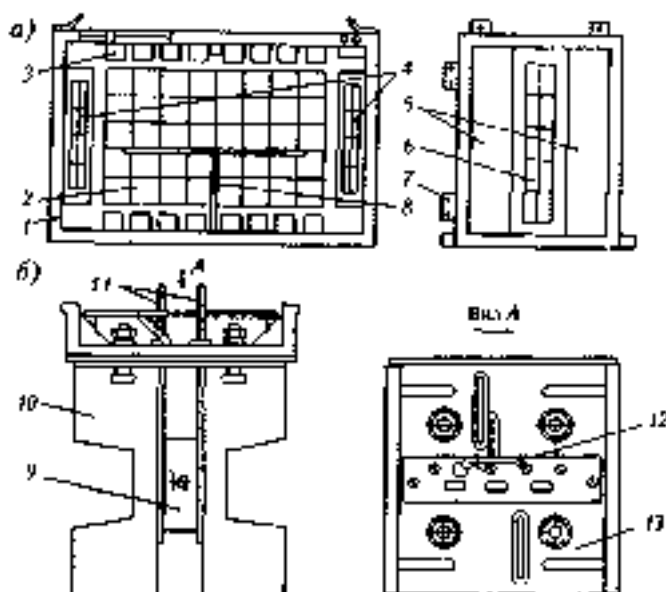


Рис. 4.20. Силовий блок ВП-4000 (а) і блок тиристорів (б).

1 — сталевий каркас; 2 — тиристорний блок; 3 — дилжники струму;
4 — силові тиристори; 5 — панелі; 6 — конденсатори; 7 — шини змінного струму; 8 — шина постійного струму; 9 — тиристор; 10 — охолоджувач;
11 — силові виводи; 12 — виводи, що управляються; 13 — панель, на якій змонтовані всі деталі.

4.3.4. Електричні апарати і прилади електровозів

В електровозах застосовуються електричні апарати і прилади різного призначення.

До них належать:

- струмовиробничі;
- індивідуальні контактори;
- групові контактори і перемикачі;
- головний контролер;
- швидкодіючі вимикачі та захисна апаратура;
- реверсор;
- резистори;
- контролер машиніста (контролер управління);
- реле і вимірювальні прилади.

Струмоприймачі (пантографи) призначені для знімання струму з проводів контактної мережі в умовах великої швидкості і значного струмового навантаження. На електровозі їх установлюють два: один працює, другий — в резерві. Іноді піднімають і два, наприклад, для зменшення іскріння під час ожеледиці. За конструкцією бувають двоважільні та чотириважільні

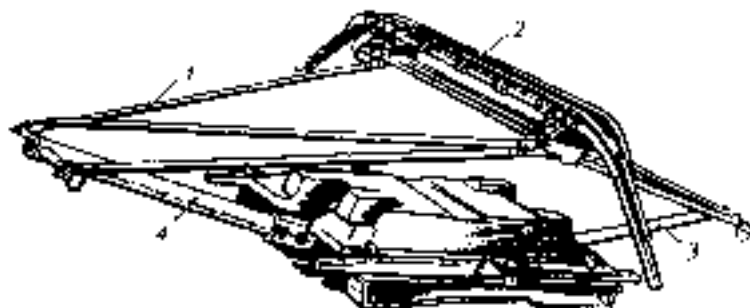


Рис. 4.21. Двоважільний струмоприймач.
1 — рама; 2 — полотно; 3, 4 — важелі.

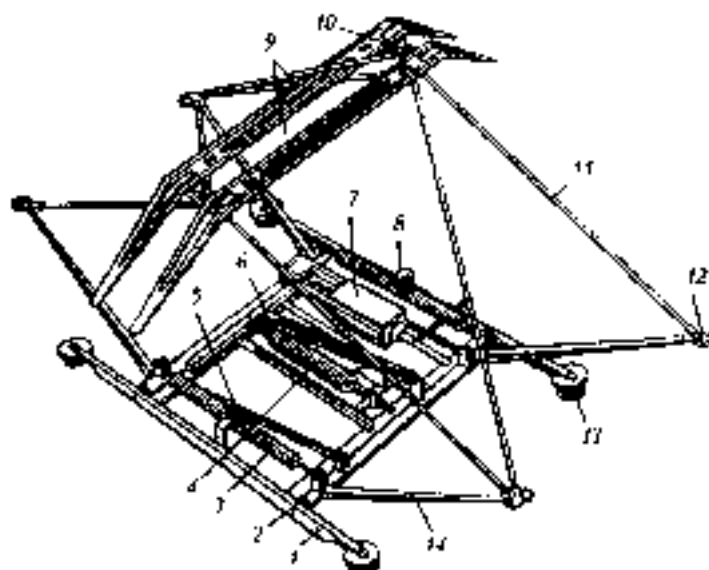


Рис. 4.22. Чотириважільний струмоприймач.

- 1 — кисть на індукторах; 2 — дуга пали нижньої рами; 3 — підйомні пружини;
4 — опускання пружини; 5 — пневматичний привід; 6 — тяга; 7 — циліндр;
8 — амортизатори; 9 — полотно; 10 — каретка; 11 — верхня трубчаста рама;
12 — з'єднувачі; 13 — ізолятори; 14 — труби нижньої рами

Двоважільні струмоприймачі з одним полозком (рис. 4.21) встановлюються на електровозах змінного струму, а чотириважільні з двома полозками (рис. 4.22) на електровозах постійного струму.

В полоз струмоприймача вставляються змінні контакти, накладки з міді, виготовлені методом порошкової металургії, вугільні вставки чи металокерамічні пластини.

Щоб ковзання полоза по контактному проводу було без іскріння, полоз повинен постійно тиснути з постійною розрахунковою силою на провід. Для цього струмоприймач має пневматичний привід і пружини.

Перемикання в силових електричних ланцюгах здійснюється за допомогою індивідуальних електропневматичних і електромагнітних контакторів, групових контакторів і контролерів із застосуванням різних видів систем дистанційного управління, перемикачів і вимикачів з дистанційним управлінням.

Основна вимога до цих приладів — це їх надзвичайно велика швидкість вмикання і вимкнення для уникнення процесу дугоутворення.

На електрорухомому складі найбільш поширені індивідуальні електропневматичні контактори типу ПК і електромагнітні контактори типу МК-63. Контактір типу ПК (рис. 4.23) має дугогасильний пристрій, пневматичний привід з електромагнітним вентилем. На якому встановлені блок-контакти. Така конструкція дозволяє миттєво замкнути і відкрити контакти, попереджувати і гасити дугу.

Електромагнітні контактори застосовують у допоміжних електроланцюгах високої напруги, можуть

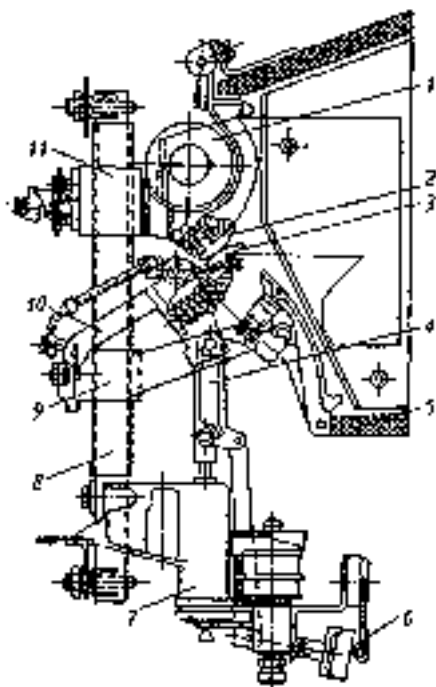


Рис. 4.23. Електропневматичний контактор ПК:

- 1 — дугогасильна котушка; 2 — рухомий контакт; 3 — рухомий контакт;
- 4 — ізолююча тапа; 5 — дугогасильна камера; 6 — блок-контакт;
- 7 — пневматичний привід з електромагнітним вентилем; 8 — ізолюючий стержень; 9 — кронштейн; 10 — бронзовий важіль; 11 — кронштейн.

бути одно- і двофазними, з дугогасінням і без нього, з електричним блокуванням і без нього.

Групові контактори (контролери) об'єднують ряд контакторів такої ж у принципі будови і дії за допомогою кулачкових приводів. Вони застосовуються для перемикання ступенів пускових резисторів, регулювання тягових двигунів, ослаблення збудження, перемикання ступенів напруги тягового трансформатора.

Перемикаються групові контактори за допомогою електропневматичних і електромагнітних приводів. На електровагонах постійного струму найчастіше встановлюються двофазні групові контактори ДКГ-6; на моторних вагонах електропоїздів, де їх необхідно розміщати під вагонами, застосовуються малогабаритні багатопозиційні контактори; на електровагонах ВЛ60 і ВЛ80 — головні контролери (групові контактори для перемикання ступенів напруги трансформатора) типу ЕКГ-8 (рис. 4.24). Головний контролер має 30 кулачкових контакторів без дугогасіння і 4 — з дугогасінням, кулачкові валки і так званий серводвигун (від англ. *serve* — обслуговувати).

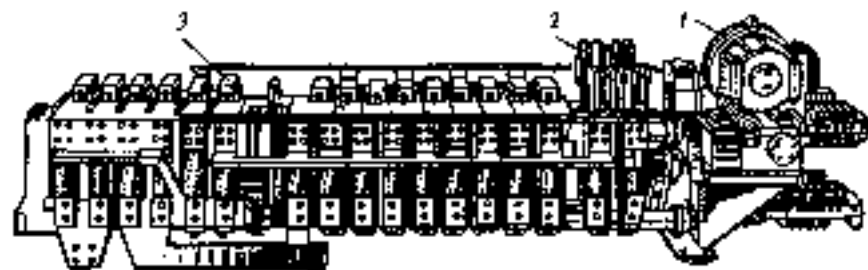


Рис. 4.24. Головний контролер ЕКГ-8Ж.

1 — електричний привод (серводвигун з редуктором); 2 — кулачковий контактор з дугогасінням; 3 — кулачковий контактор без дугогасіння.

До **захисної апаратури** на електровагоному складі належать плавкі колікчі вимикачі і контактори, високовольні лівітряні вимикачі, автоматичні вимикачі, розрядники, плавкі запобіжники, захисні реле тощо. Вони призначені для захисту від перенапруження, порушення режимів охолодження, прямою ізоляції і напівпровідникових пристроїв, короткого замикання, перевантаження тягових двигунів і допоміжних машин та інших ситуацій з виникненням аварійного режиму, небезпеки для основного обладнання і в цілому для електровагона. Всі ці пристрої діють на головний швидкодіючий вимикач, після спрацювання якого припиняється живлення електроенергією електровагона чи електропоїзда.

Швидкодіючі вимикачі різних конструкцій типу БВ11-3, БВ11-5 застосовуються для захисту силових електромагнітів постійного струму.

високовольтні головні вимикачі типу ВОВ-25-4 змінного струму. Вимикач ВОВ-25-4 (рис. 4.25) має роз'єднуючі і розривні дугогасильні контакти, які установлені в горизонтальному ізоляторі, що одночасно є дугогасильною камерою. Механізми вимкнення і вмикання розміщені в так званому едлумінієвому корпусі, який закріплений надху електровоза чи моторного вагона. При ввімкненому положенні ніж від'єдується з контактом, при відімкненому — із заземленим кронштейном. Час спрацювання вимикача при короткому замиканні не більше 0.004 с.

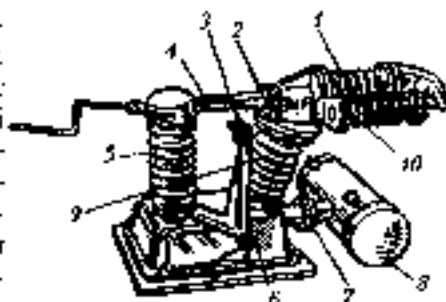


Рис. 4.25. Головний вимикач ВОВ-25-4:

1 — прикривний циліндричний ізолятор; 2 — контакт; 3 — кронштейн заземлення; 4 — ніж роз'єднувача; 5 — поворотний високовольтний ізолятор; 6 — едлумінієвий корпус; 7 — трубка для стисненого повітря; 8 — повітряний резервуар; 9 — опорний ізолятор; 10 — нелінійний резистор.

Для швидкодіючих контакторів на електровозах і електропоїздах устальюються для захисту тягових двигунів і випрямних пристроїв. Для захисту допоміжних електроланцюгів застосовують вимикачі менших розмірів з електромагнітним приводом, а електроланцюги управління — автоматичні вимикачі більш простої конструкції.

Розрядники призначені для захисту електрообладнання від перенапруження. В них використовується властивість напівпровідникових керамічних матеріалів (суміш карборунда, графіту і глини) зменшувати опір при підвищенні напруги.

Плавкі запобіжники також використовують для захисту електроланцюгів високої і низької напруги від перевантаження і коротких замикань переважно в електроланцюгах допоміжних і управління. Вставлені в патрон плавкі пластинки перегорять, дуга швидко гаситься між пластинками, одночасно перегорє дріт, на якому кріпиться патрон. Час спрацювання 0.02 с.

Реверсори призначені для реверсування змінки напрямку обертання тягових двигунів.

Реверсування може здійснюватися двома способами: зміною напрямку струму в обмотках збудження, не змінюючи його напрямку в обмотках якоря, і навпаки. На електровозах, як правило, для реверсування двигунів змінюють напрямок магнітного потоку, тобто струму в обмотках збудження, за допомогою спеціального апарату — реверсора кулачкового типу з контактними елементами, які приводяться в дію кулачковим валом таким же чином, як і в грузових перемикачах.

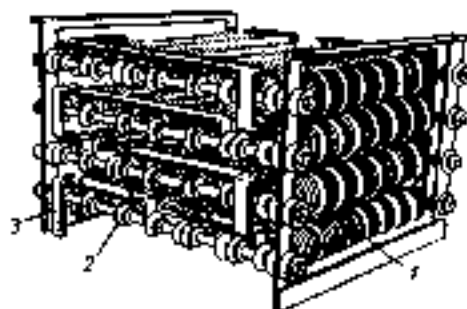


Рис. 4.26. Ящик пускових фехралевих резисторів:

1 — елемент фехралевого резистора; 2 — ізолятор; 3 — шина, яка з'єднує елементи

резисторів), навантаження при резисторному гальмуванні, а також шунтування обмоток збудження тягових двигунів при послабленні збудження (регулюванні швидкості). В допоміжних електроланцюгах вони застосовуються для обмеження пускового струму допоміжних машин, а також в конструкції різних апаратів і реле. Резистори збирають з елементів, які об'єднують в ящики (рис. 4.26) або монтуєть на панелях разом з апаратами.

Елемент резистора (рис. 4.27) складається з фехралевої стрічки, намотаної на ребро у вигляді пружини. Витки її складені в канавки керамічних ізоляторів. До кінців стрічки припаяні мідні виводи з отворами для сполучення елементів шинами. Для фехралевих резисторів допускається висока температура нагрівання 600–700 °С, проте, щоб не допустити їх загоряння, нагрівання обмежують не вище 450 °С, для чого їх вентилюють спеціальними вентиляторам.



Рис. 4.27. Конструкція елемента КФ резистора силового електрифікаційної:
а — схема будови; б — загальний вигляд;

1 — фехралева стрічка; 2 — керамічний ізолятор з канавками;
3 — металевий утримувач; 4 — мідні виводи з отворами.

Для малих навантажень на електрошбах застосовують трубчаті дюралюмінієві резистори різних типів.

До апаратів управління належать контролери машиніста, кнопочкі-выключачі для дистанційного управління силовими апаратами, а також реле для автоматичного управління.

Контролер машиніста (контролер управління) призначений для дистанційного управління роботою тягових двигунів при пуску, електричному гальмуванні і реверсуванні, та перемикання силових електроаппаратів при регулюванні швидкості електровоза.

На електровозах постійного струму, а також на електровозах змінного струму ВЛ60^Г, ВЛ80^Г (без електричного гальмування) контролер машиніста (рис. 4.28) виконують з двома валами: головним і реверсивним, суміщеним з валом ослаблення збудження. Контролер має дві рукоятки управління — головну, за допомогою якої здійснюється пуск і регулювання (має багато позицій), і реверсивну, яка має три позиції («вперед», «на місці», «назад»). Реверсивна рукоятка може аніматись (при нульовому положенні) і цим самим блокувати роботу головної рукоятки і всього контролера.

На електровозах ВЛ80^Г, ВЛ80^В, ВЛ80^В з електричним гальмуванням контролер має три валі: головний, реверсивний і гальмовий.

Так на електровозі ВЛ80^В контролер машиніста має головну рукоятку у вигляді штурвала з показником зон і положень, гальмову рукоятку з показником положень електричного гальмування. Реверсивна рукоятка істотноється у спеціальний виріз гальмового вала, а на плиті контролера встановлений показчик положень реверсора (див. далі на рис. 4.32).

Реле в електроаппаратах електровоза призначені для автоматизації процесів управління, захисту електрообладнання тощо. За характером будови і дії бувають електричні, теплові, пневматичні. До найбільш важливих реле електровозів можна віднести: реле максимального струмового захисту, реле перенавантаження тягових двигунів, диференціальні реле для виявлення замикання на землю в електричних машинах, реле прискорення та гальмування, реле буксування для сигналізації

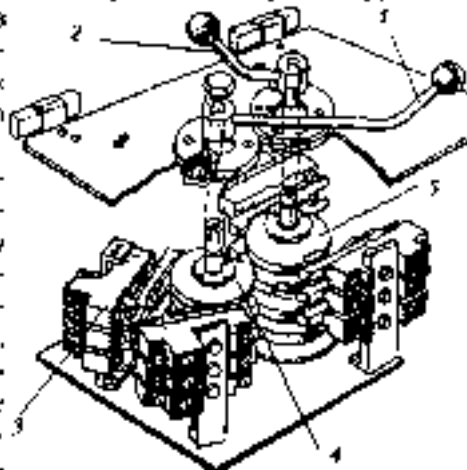


Рис. 4.28. Контролер машиніста електровоза ВЛ80^В:

- 1 — головна рукоятка; 2 — реверсивна рукоятка; 3 — контактний елемент;
4 — головний кулачковий вал;
5 — реверсивний кулачковий вал.

про буксування, реле введення резисторів для обмеження струму, реле подачі піску на рейки, інші реле і електромагнітні вентилі.

Вимірювальні прилади призначені для контролю за роботою електричного обладнання електровозів і електролокозів: амперметри, вольтметри, лічильники електроенергії. Вимірювальні контрольні прилади розміщуються на пульті в кабіні машиніста, деякі у високовольтній камері.

4.4. Управління електровозами і водіння поїздів

4.4.1. Загальні поняття про електричні схеми електровозів

Тягові двигуни, допоміжні машини, трансформатори, випрямні пристрої і апарати, що забезпечують управління електровозом і захист електрообладнання, зв'язані між собою електричними ланцюгами.

Електричні схеми поділяються на:

- **схеми силових електроланцюгів**, що забезпечують сполучення електровоза з контактною мережею, зміну напрямку руху, перемикання секцій пускових і гальмових резисторів, перехід на інше сполучення електродвигунів, регулювання збудження тягових двигунів тощо. В цих схемах застосовують швидкодіючі контактори і вимикачі з дугогасінням, тому що за звичайного виникання чи виникання в силовому електричному колі може виникнути дуга;
- **схеми електроланцюгів управління**, що забезпечують дистанційне керування апаратами силових електроланцюгів і їх правильну взаємодію (схема управління струмоприймачем, схема управління головним вимикачем та інш.). Основним апаратом, за допомогою якого машиніст управляє електровозом, є контролер машиніста, описаний вище. Контролер машиніста безпосередньо не зв'язаний з силовим електроланцюгом, тобто силовий струм не проходить через контролер. Всі перемикання в силовому ланцюгу здійснюються приладами, що мають електропневматичні чи електричні приводи, які через ланцюг управління зв'язані з контролером та пультом управління і ними управляються. Електроланцюги управління живляться постійним струмом напругою 50В від генератора управління;
- **схеми допоміжних електроланцюгів**, до яких належать ланцюги, що живлять допоміжні машини, ланцюги опалення, ланцюги освітлення і сигналізації, а також ланцюги управління допоміжними апаратами. Кожна допоміжна машина має самостійні вимикачі апаратів і самостійні апарати захисту. На електровозах постійного струму ці машини,

як правило, постійного струму з лусковими (деклферними) резисторами. На електровозах змінного струму допоміжні машини застосовуються переважно з асинхронними короткозамкнутими двигунами, які живляться трифазним струмом 380В від розчіплювачів фаз.

4.4.2. Способи регулювання швидкості

В електровозах з тяговими двигунами послідовного збудження застосовуються два способи регулювання швидкості:

- зміною напруги на затискачах тягових двигунів (швидкість змінюється прямопропорційно величині напруги);
- зміною магнітного потоку збудження (швидкість змінюється обернено пропорційно величині магнітного потоку).

В електровозах постійного струму напругу регулюють вимкненням резисторів послідовно з тяговими електродвигунами і керуванням тягових двигунів на послідовне, послідовно-паралельне або паралельне сполучення (рис. 4.29).

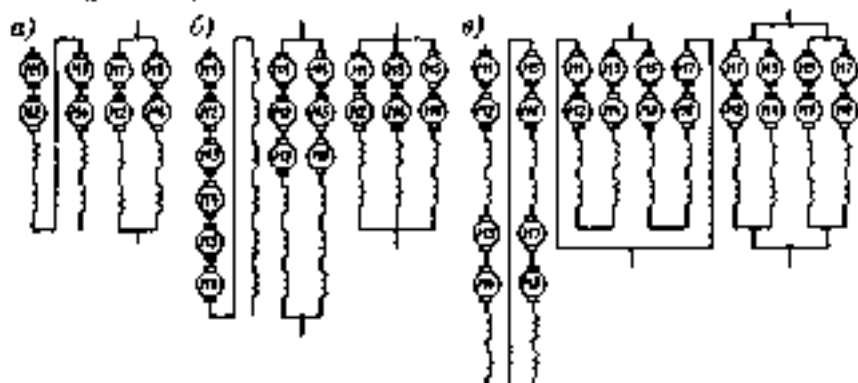


Рис. 4.29. Можливі схеми з'єднання чотирьох (а), шести (б) і восьми (в) тягових двигунів М1–М8 на електровозах постійного струму

Запуск електровоза постійного струму починається при послідовному сполученні всіх тягових двигунів і повному вимкненні всіх резисторів. Збільшення швидкості відбувається при поступовому вимкненні резисторів. Коли вони повністю будуть вимкнені, електродвигуни перемикаються з послідовного на послідовно-паралельне сполучення, при цьому в їх електричне коло миттєво знову вводяться всі резистори, які потім поступово вимикаються. Після їх повного виведення послідовно-паралельне

сполучення двигунів змінюють на паралельне і в черговий раз миттєво вводяться всі резистори, поступове виникання яких продовжує регулювання швидкості.

Подальше підвищення швидкості здійснюють послабленнями збудження в тягових двигунах шляхом виникання паралельно до обмотки збудження головних полюсів реостата (пунта).

Швидкість електровоза змінного струму регулюється зміною напруги на запускачах електродвигунів шляхом підключення їх до різних виводів вторинної обмотки трансформатора. За такого способу регулювання зникає необхідність в пускових реостатах і перемикачній двигунів на різні сполучення. На електровозах змінного струму тягові двигуни весь час сполучені поміж собою паралельно. Це поліпшує тягові властивості електровоза і спрощує його електричну схему.

4.4.3. Електричне гальмування

Двигуни постійного струму, в тому числі і тягові, мають властивість зворотної роботи, тобто можуть працювати як генератори. При цьому кінетична і потенціальна енергія поїзда перетворюється в електричну. Одержана енергія переходить в теплову в реостатах або повертається в контактну мережу. В залежності від цього відбуваються три види електричного гальмування: реостатне, рекуперативне і змішане.

За **реостатного гальмування** тягові двигуни відключають від контактної мережі і включають на гальмові резистори. Перевагою цього способу гальмування є незалежність гальмового процесу від наявності напруги в контактній мережі. Застосовуються для системи реостатного гальмування: з самозбудженням двигунів і з незалежним збудженням. У першому випадку обмотки збудження двигунів з'єднані послідовно з обмотками їх якорів. Щоб здійснити перехід з тягового режиму в гальмовий, реверсором змінюють місцями початок і кінець обмоток збудження. В двигунах виробляється електричний струм. Проте самозбудження протікає повільно і потрібний певний час для створення необхідної гальмової сили. Щоб прискорити самозбудження в обмотки подається додаткова напруга. Реостатне гальмування з незалежним збудженням дозволяє регулювати гальмування у відповідності зі зміною напруги незалежного джерела додаткової напруги.

В електровозах змінного струму реостатне гальмування здійснюється за такими ж принципами, як і на електровозах постійного струму. На електровозах ВЛ80 і ВЛ80В застосовують схему реостатного гальмування з незалежним збудженням тягових двигунів.

За рекуперативного гальмування енергія, що рекуперується електровозом, може споживатися електровозами, які працюють на одній ділянці в тяговому режимі. Якщо таких електровозів немає, або необхідна їм енергія менше тієї, що рекуперується, то збиткова енергія через спеціальні інвертори, які встановлюються на тягових підстанціях, направляється в енергосистему. Рекуперативне гальмування на електровозах змінного струму, на відміну від рекуперації на електровозах постійного струму, супроводжується процесом **інвертування**, тобто перетворення генерованого тяговими двигунами постійного струму в змінний, бо в контактній мережі, куди він має подаватися, протікає змінний струм. Інвертування – це процес зворотний випрямленню. Виходячи з цього, випрямлений пристрій на електровозах змінного струму, зібраний з тиристорів, що управляються, можна використовувати як інвертор.

Застосування рекуперації дає великий ефект. На окремих ділянках із крутими спусками може бути збережено до 20% тягової електроенергії, крім того, відпадає необхідність витратити енергію для підгальмовування поїзда на спуску.

На електровозах і електропоїздах іноді застосовується **змішане електричне гальмування**, яке поєднує реостатне і рекуперативне гальмування.

Порівняно з пневматично-механічним гальмуванням електричне сприяє зменшенню експлуатаційних витрат на заміну гальмових колодок і ремонт гальмової системи рухомого складу, автоматизації управління гальмовими процесами.

Разом з тим за електричного гальмування посилюється зосереджений скрюючий вплив локомотива і передніх вагонів поїзда на колію, що призводить до руйнування її на ділянках гальмування, а при перевищенні розрахункових гальмових сил в голові поїзда може призвести до витиснення легкових вагонів. Деякі види електричного гальмування не можуть використовуватись для екстремного гальмування. Його використовують переважно для плавного підгальмовування і регулювання швидкості руху поїзда на спусках.

4.4.4. Пульт управління і деякі особливості експлуатації електровозів

При розміщенні апаратури в кабіні машиніста основна увага звертається на зручність користування апаратами управління і виконання умов техніки особистої безпеки і безпеки руху.

Крісло машиніста встановлюється праворуч і повинно дозволити управляти поїздом стоячи або сидячи в кабіні (рис. 4.30, 4.31), близько біля

крісла машиніста мають розміщуватись ліворуч контролер машиніста, а праворуч кран машиніста і кран допоміжного гальма. Перед кріслом машиніста встановлюється панель з вимірювальними приладами і сигнальними лампочками. Поблизу також знаходиться кнопковий вимикач з кнопками для піднімання струмоприймачів вимикач швидкодійного або гальмного вимикача, пуску вентиляторів, насосів та інших машин. Праворуч від крісла машиніста встановлюється панель для подачі сигналів і піднімання піску. Зверху знаходиться швидкостемір, який показує швидкість руху. Він також має самонішлющий пристрій, який на панелі стрічки записує пробіг електропотяга, напрямок і швидкість руху, тривалість зупинок, тривалість користування автогальмами, тиск в гальмовій магістралі.

З лівого боку в кабіні розташовується крісло помічника машиніста. Поблизу нього розміщені кнопки вимикачі прожектора, буферних ліхтарів, електропечей, освітлення кабіни і ходових частин, штурвал ручного гальма, панелі з кнопками для подачі сигналів і вимірювальними приладами.

В кабіні машиніста встановлюються також автоматична локомотивна сигналізація (АЛС), яка повторює сигнали дорожніх світлофорів, і радіозв'язок.

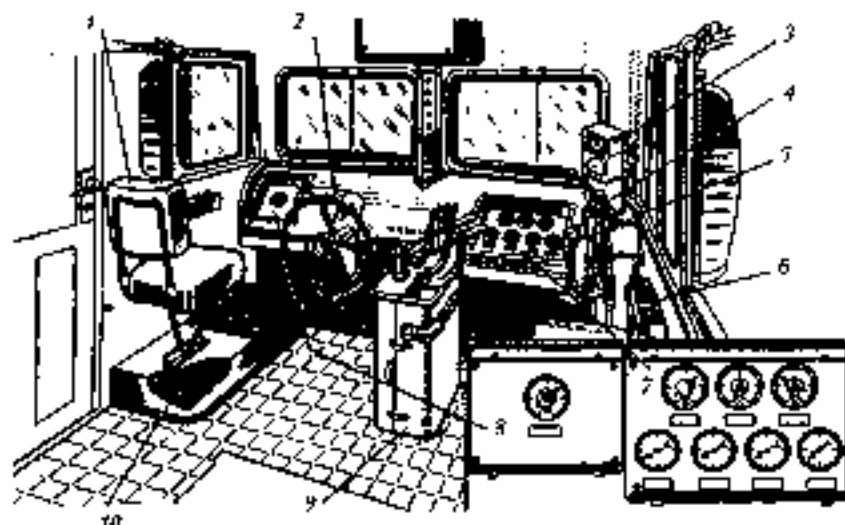


Рис. 4.30. Кабіна машиніста електропотяга постійного струму

- 1 – крісло помічника машиніста; 2 – штурвал ручного гальма;
 3 – швидкостемір; 4 – кран машиніста; 5 – панель вимірювальних приладів;
 6 – панель вимикання сигналів і лігнчигної; 7 – паніель машиніста; 8 – панель помічника машиніста; 9 – контролер машиніста; 10 – електричні печі.



Рис. 4.31. Кабіна машиніста електропотяга змінного струму:

- 1 — швидкозастежка; 2 — панель з приладами і сигнальними лампочками;
3 — кран допоміжної гальми; 4 — кран машиніста; 5 — клавішні вимикачі;
6 — контролер машиніста; 7 — кришки машиніста; 8 — штурвал ручної гальми;
9 — електричні печі; 10 — кліматичний пульт; 11 — панель з приладами.

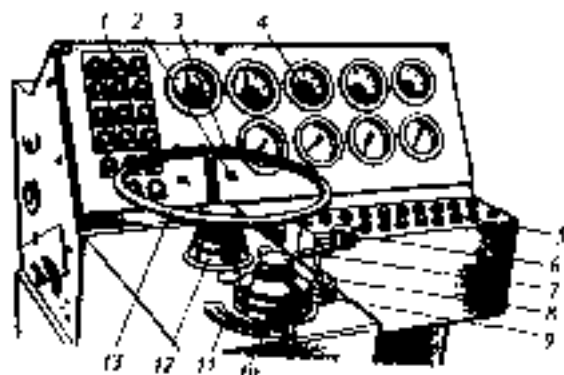


Рис. 4.32. Пульт машиніста електропотяга ВЛ20П.

- 1 — групи сигнальних ламп; 2 — тумблери дистанційного перемикання широтури управління; 3 — тумблери вимикаючої освітлення; 4 — контрольно-вимірні прилади; 5 — клавішні вимикачі управління; 6 — гальмова рукоятка; 7 — кнопка дільності; 8 — лампа підсвічування показників полюження; 9 — показник положення головної гальмової рукоятки; 10 — виріз, в який вставляється рукоятка; 11 — показник положення реверсора і ослаблення об'єднання; 12 — показник зон і положень штурвала; 13 — головний штурвал контролера машиніста.

Таке розміщення апаратури в кабінах характерно для усіх електро-возів з невеликими відмінностями в електровозах постійного струму (рис. 4.30) і змінного струму (рис. 4.31). Помітно відрізняється пулт управління електровоза ВЛ80^Р (рис. 4.32), в контролері якого головна рукоятка виконана у вигляді штурвала, а в деяких електровозах моделей ЧС — головну рукоятку замінюють кнопки.

Підготовка електровоза до роботи здійснюється в такій послідовності: спочатку вмикають акумуляторні батареї, освітлення, перевіряється положення роз'єднувачів, струмоприймача, випрямлячів і вмикачів тягових двигунів. Після цього піднімається струмоприймач, вмикаються кнопки сигналізації, електроланцюгів управління, замикаються силові і допоміжні електричні ланцюги, вмикаються вентилятори і компресори. Реверсна рукоятка устаноюлюється в положення «вперед» або «назад», а головна рукоятка контролера — на 1-шу позицію, перевіряються силові ланцюги тягових двигунів на амперметрах, а також перевіряється дія автоматичного і прямиодіючого гальм, інших приладів і систем. У зворотній послідовності виконуються замикаючі операції після закінчення роботи.

Забороняється випуск електровоза із депо навіть з одним несправним тяговим двигуном, струмоприймачем, акумуляторною батареєю, випрямлячем, допоміжними машинами, приладами і реле захисту.

Електровози можуть з'єднуватись і працювати в системі батальон одиниць, тобто управлятись з однієї кабіни одним машиністом. Подвійну тягу можуть складати електровози тільки однієї серії, з однаковими тяговими і повідкісними характеристиками.

4.5. Електросекції

4.5.1. Формування електросекції і електропоїзда

На електрифікованих лініях для приміських пасажирських перевезень використовують електропоїзди, які складаються із моторних, причіпних і головних вагонів. Потужність моторного вагона розрахована на рух разом з ним ще одного або двох причіпних вагонів. Склад із 2 чи 3 таких вагонів називається секцією. Секції об'єднуються в електропоїзди (рис. 4.33).

Крайніми в складі електропоїзда стають головні вагони, що мають кабіни управління. Як правило, головні вагони не моторні, за винятком електросекцій ЕР22, в яких головні вагони одночасно є і моторними.

На лініях, електрифікованих на постійному струмі, використовуються електропоїзди серій ЕР1, ЕР2, ЕР22, ЕР2Р, ЕД2Т, ЕД1/2Т, а на лініях

на змінному струмі — ЕР9П, ЕР9М, ЕР9Є, ЕР9Т, ЕД9М, ЕПДТ. Технічні характеристики деяких з них приведені в таблиці 4.3.

Кожний електропоїзд має свою схему формування. Склад 10-вагонного електропоїзда, наприклад, може мати формулу: Г+2М+1П+М+1П+М+1П+М+Г (рис. 4.33), 4-вагонного: Г+2М+Г. Більш спрощено ці схеми формування можуть записуватись так: 2Г5М3П (в поїзді 2 головні, 5 моторних і 3 причіпні вагони); 2Г2М (в поїзді 2 головні і 2 моторні вагони).

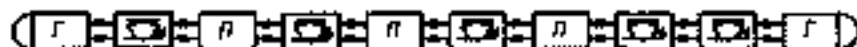


Рис. 4.33. Схема формування електропоїзда ЕР2 і ЕР9.

Г — головний вагон; М — моторний вагон; П — причіпний вагон.

4.5.2. Механічна і електрична частини електросекції

Механічна частина вагонів електросекції складається з:

- кузова;
- візків;
- автономних приладів;
- гальмового обладнання.

Кузов вагона електропоїзда має суцільнометалеву конструкцію, тобто всі частини кузова одночасно сприймають діючі на вагон навантаження. Вагони серії ЕР1, ЕР2, ЕР9 мають кузови довжиною 19,6 м, вагони серії ЕР22 — довжиною 24 м. В кузові розміщені сидіння для пасажирів, а також обладнання систем освітлення, опалення, вентиляції і частково апаратура управління тяговими електродвигунами і допоміжними машинами. Під кузовом розміщують допоміжні машини, апарати силових електродвигунів, гальмові та ударно-тягові прилади.

На моторних вагонах розміщуються чотири тягові двигуни, які мають опорно-рампе підвищування та індивідуальну систему вентиляції.

Електричне обладнання електропоїздів в цілому аналогічне обладнанню електровозів, але для збільшення площі пасажирського приміщення воно розміщується під кузовом і частково на даху вагона. Управляється електропоїзд за допомогою контролера з кабіни головного вагона. Головна рукоятка контролера машиніста має тільки чотири позиції порівняно з великою їх кількістю на електровозах. Для безлєкції руху головна рукоятка контролера виконана так, щоб машиніст під час руху постійно натискував рукоятку (рукоятка пильності). Достатньо послабити або зняти руку з головної рукоятки контролера, як негайно приводяться в дію автоматичні поїзда.

Таблиця 4.3.
Технічні характеристики електротранспорту

Освітні характеристики електротранспорту	БР2	БР2Р	БР22 дв. секції	ЕДМ2Т	БРМТ	БРМ	БРМТ
1	2	3	4	5	6	7	8
Рік створення							
Рік початку випуску	1962	1982	1964	2002	1961	1975	2002
Напряток в контактній мережі, В	3 000	3 000	3 000	3 000	25 000	25 000	25 000
Схема формування поїзда	21-5М3П	21-5М3П	2х[2М(Г)-2П]	2Г4М2П	2Г5М3П	2Г5М3П	2Г4М2П
Маса тегла вагона, т	54,6	57,8	63,5	65	59	60	67
розподілено	40,9	42,3	-	51	39	39	50
прискілого	38,3	40,4	41,1	49	37	37	47,5
Довжина кузова, м	19,6	19,6	24,5	25,25	19,6	19,6	25,25
Загальна довжина поїзда, м	201,5	201,8	200,5	202	201,8	201,8	202
Вхід з вагона	комбінований	на високую платформу	комбінований				
Задаване число місць в поїзді	1050	1039	988	1016	1050	1050	968
Тип тягового електродвигуна	УРТ-110А	12Т-0034	РТ-113А		РТ-51Д	РТ-51Д	
Потужність поїзда, кВт	4000	4500	3520	3840	3600	3640	3520
Конструктивна швидкість, км/г	150	130	130	130	130	130	130
Електричне гальмування	являє являє	рекупере- ративне	рекупере- ративне	рекупере- ративне	являє являє	рекупере- ративне	рекупере- ративне
Діаметр коліс, мм	1150	1050	1050	1050	1050	1050	1050
головного і причіпного	950	950	950	950	950	950	950

Всі візки моторних і причіпних вагонів двовісні з подвійним ресорним підвішуванням. Перший ступінь ресорного підвішування розміщений при буксовому вузлі і називається буксовим, а другий розміщений у центрі візка і називається центральним підвішуванням. У ресорному підвішуванні застосовуються тільки циліндричні пружинні ресори.

В буксовій підвісці (рис. 4.34) корпус букси забезпечує вертикальний, поздовжній і поперечний зв'язки рами з колісною парою. Поздовжні зусилля передаються через поводки, кінці яких через гумовометалеві валики з'єднані з рамою візка і корпусом букси. Для гасіння вертикальних коливань від динамічного впливу, що виникає при взаємодії коліс з рейкою, застосовується фрикційний гасник важільного типу.

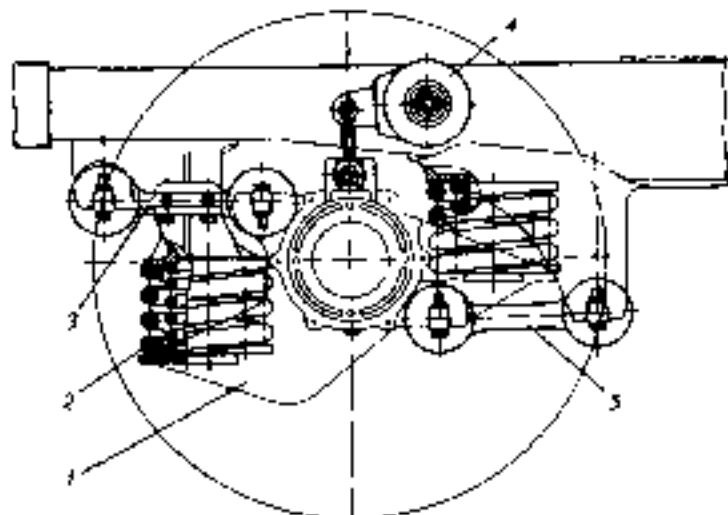


Рис. 4.34. Буксове підвішування електропотяга EP2P.

- 1 - корпус букси; 2 - циліндрична пружина; 3 - поводок;
4 - фрикційний гасник коливань важільного типу; 5 - шовдок.

Особливість електрики змінного струму полягає в тому, що на моторному вагоні за допомогою понижуючого трансформатора і випрямлячів здійснюється двонапівперіодне випрямлення однофазного струму.

Випрямляч, зібраний за мостовою схемою із чотирьох вентилів, одержує живлення від понижуючого трансформатора, первинна обмотка якого одним кінцем сполучена з тяговою мережею через струмоприймач, а другий — з рейками через пристрій заземлення, що розташований на кінцях осей колісних пар. Вторинна обмотка трансформатора через випрямлячі живить тягові електродвигуни. Для згладження пульсації

напрямленої струми в напрямку площі поверхні дотуку, а також зовнішній опір контакту (індуктивна витупка).

В контактній частині ЕРПД застосовуються контакти типу УНП з діаметром 8-го класу, а в частині ЕРПЗ – контакти типу УНПЗ з діаметром 12-го класу. Забезпечення контактування УНПЗ з контактними поверхнями і самозчищення дотуку обумовлено тривалою службою діода і мінімальною втратою на зчистку обдуровування.

4.1.3 Особливості нових вітчизняних електрозбідів

Характерною ознакою «Луганськотрансмаши» почали випуск вітчизняних електрозбідів постійного струму ЕПДЗТ і змінного струму ЕПДЗТ. Електрозбідниками на цих електрозбідах встановлені як електроприводом, так і електромеханічним приводом електрозбіди ЕРПТ виробництва луганського заводу ВУВ, а також частково – на приводах електрозбідів ЕДЗТ російського виробництва, крім і внутрішніх елементах споряди на базі українського виробництва машин ДЛ101.



Рис. 4.31. Нові вітчизняні електрозбіди: а – ЕПДЗТ, б – ЕПДЗТ

В електрозбідах застосовуються такі ж електроприводи постійного струму. До складу електрозбідів входить 8 вагонів: три вагони 1-го класу, два вагони 2-го класу, решта – 3-го класу. Машина на привідній частині має по три тягбури, що дуже важливо для прискорення поїзда і виходу на швидкість. Ця машина обладнана підвісним планувальним тягловим валом, розміри і розміщення сидінь, дверей, електрики. Вирішення і рішення частини електрики крім для привідних, зручні туалети з санітарними вузлами для обслуговування пасажирів. Слід зазначити існуючий утворюваний «шкід», для зменшення дії на струму машин

покріті алюмінієвими композитами із захисним лаковим шаром. Підлога покріта міцним та вогнестійким лінолеумом. Освітлення салонів, вагонів машиністів, службових приміщень і туалетів забезпечується люмінесцентними лампами з електролінійним запуском.

На електропоїздах спочатку застосовувалися моторні візки від електропоїзда ЕД2Т російського виробництва, які мають суттєві конструктивні

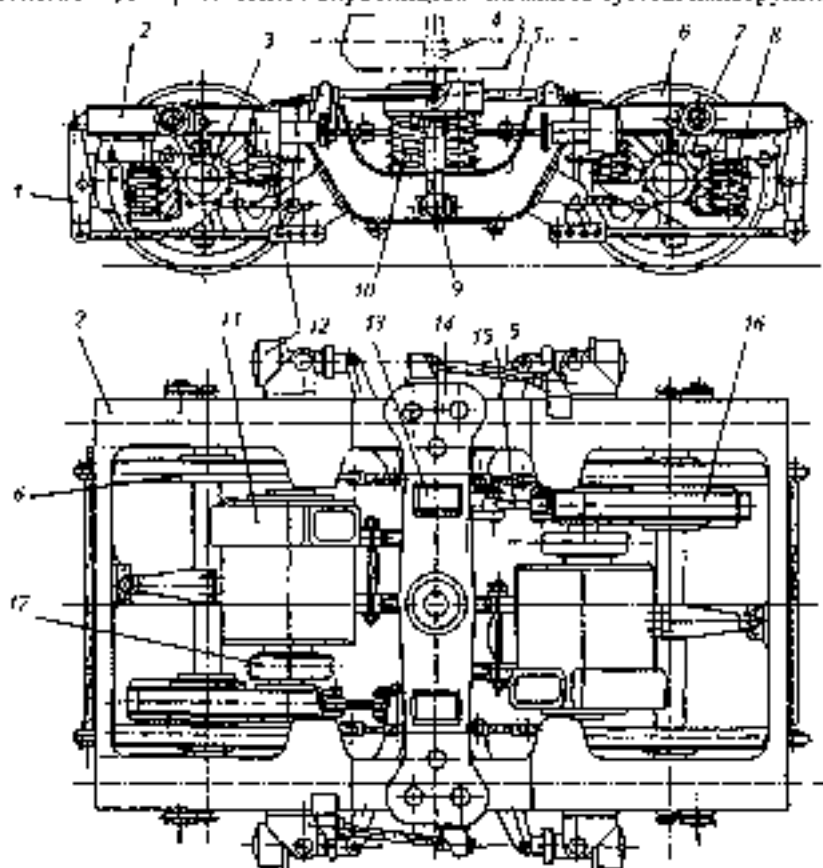


Рис. 4.36. Моторні візки для українських електропоїздів ЕД2Т і ЕД2ТГ:
 1 – гальмовий важіль; 2 – рама візка; 3 – повідкова букса; 4 – пружний шкворінь; 5 – пружні повідки; 6 – колеса шира; 7 – фрикційний демпфер;
 8 – ресорна пружина першого ступеня підвішування; 9 – пневматичний гасник коливань; 10 – ресорна пружина підвішування кузова (2-ого ступеня підвішування); 11 – тяговий електропідвішувач; 12 – гальмовий циліндр;
 13 – ослер кузова; 14 – надресорна балка; 15 – реактивна тяга редуктора;
 16 – тяговий редуктор; 17 – гумовирекорша муфта.

підвізків щодо негатиного впливу на колію, експлуатаційної надійності та витрат на обслуговування і ремонт. В даний час закінчуються дослідно-конструкторські роботи з метою запровадження власних моторних візків, які проходить випробування. Візок (рис. 4.36) складається з рами, двох колісно-моторних блоків, буксово-ресорного підвишувача, опорно-зворотного пристрою кузова і механічної важільної системи гальм. Рама візка з суцільнозварної конструкції складається з двох похиложних балок з «сідлом» у середній частині та двох кінцевих поперечних балок. До похиложних балок знизу приварені кронштейни буксових повідків і опори пружин буксового підвишувача, а зверху — кронштейни для підвишувача кузова. До середньої поперечної балки приварені кронштейни кріплення реактивних тяг редукторів, а також встановлені на ній два опорні місця для кріплення тягових електродвигунів. Треті опорні точки розміщені на кінцевих поперечних балках. Колісно-моторний блок складається з колісної пари 6 з опорно-осьовим редуктором 16 і тяговим електродвигуном 11. Перший ступінь ресорного підвишувача складається з листових пружин 8 і фрикційних демпферів 7 (одного на кожній буксі). Кузов через опори ковзання 13 і пружний поворотник 4 опирається на надресорну балку 14. Уздовж вона зв'язується з рамою візка пружними поволокми 5 для передачі тягових і гальмових зусиль. Надресорна балка разом з кузовом через пружини 10 опирається на раму візка, які сприймають не тільки вертикальні навантаження, а також і горизонтальні поперечні динамічні зусилля від кузова. Між надресорною балкою і рамою візка розміщуються спрямовічі гасники коливань 9.

Електропоїзди обладнані електричними, електропневматичними, пневматичними і ручними гальмами. Важіль 1 гальмової системи забезпечує двобічне натискування гальмових колодок на поверхню кочення коліс. Важільна передача виконана індивідуальною для кожного колеса.

Конструктивна швидкість електропоїздів складає 130 км/год.

4.6. Тепловози, принципи їх будови і роботи

4.6.1. Загальні поняття про будову тепловозів, їх класифікація

Тепловоз належить до автономних локомотивів, які мають своє джерело енергії — дизель.

Тепловоз складається з таких основних частин:

- **дизель**, який перетворює хімічну енергію палива в механічну і віддає її тяговому генератору;

- **передачі**, яка забезпечує реалізацію потужності тепловозного дизеля, передає енергію від внутрішнього джерела до колісних пар і створює силу тяги тепловоза;
- **допоміжного обладнання**, до якого належать паливна система, мастильна система, система охолодження;
- **електричного обладнання**, до якого належать акумуляторна батарея, електроланцюжки освітлення, допоміжні машини і апарати;
- **екіпажної частини**, яка складається з рами і кузова, пізків з ресорами, автозчепного і гальмового обладнання

Тепловоз за своєю будовою складає машина. В кузові його крім дизеля є велика кількість різних машин, апаратів і обладнання. Характер апаратів і обладнання залежить від виду тепловозної передачі, серії тепловоза. Про різноманітність і складність обладнання свідчить схема його розміщення на одному із тепловозів (рис. 4.37).

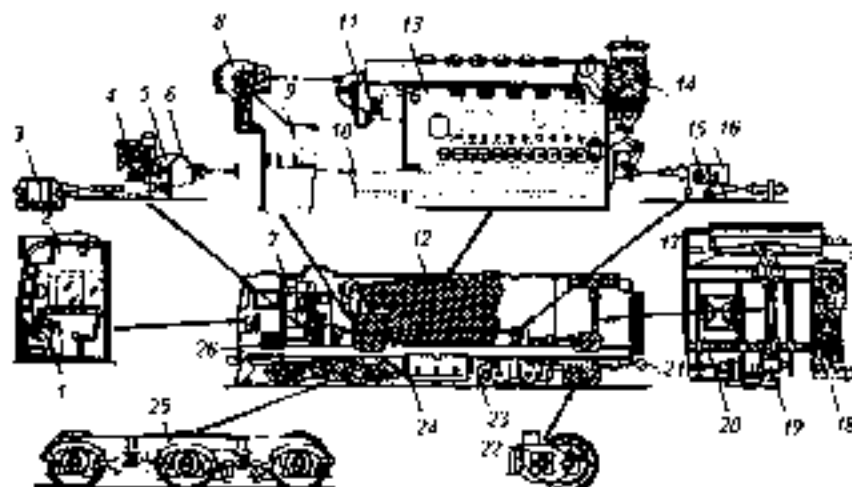


Рис. 4.37. Схема розміщення основних вузлів на секції тепловозу типу 2ТЕ10.

- 1 - пульт управління, 2 - кабіна машиніста, 3 - двомашинний агрегат, 4 - гальмовий компресор, 5 - вентилятори тисових двигунів, 6 - передній редуктор, 7 - низковольтні кабелі, 8 - вентилятор тисового генератора, 9 - тисовий генератор, 10 - піднясна рама, 11 - відцентровий нагнітач, 12 - кузов тепловоза, 13 - дизель, 14 - турбокомпресор, 15 - задній редуктор, 16 - вентилятор тисового двигуна, 17 - вентилятори хмідильника, 18 - секції радіаторів охолодження води, 19 - гідроредуктор, 20 - шахти хмідильника, 21 - автозчеп, 22 - тяговий електродвигун, 23 - колісні пари, 24 - паливний бак, 25 - привісний візок, 26 - головна рама тепловоза

За видом роботи тепловози поділяються на:

- **вантажні:** 2TE10M, 3TE10M, 2M62, 2TE116, 2TE10Y, M62Y, 2M62Y, 3M62Y, 2TE116Y11 і інші;
 - **пасажирські:** TE1160, 2TE1160, TEП70, TEП75 та інші;
 - **маневрові:** TEM2, TEM5, TEM7, ЧМЕЗ, ЧМЕЗМ, ЧМЕЗТ та інші.
- За типом передачі:
- з електричною передачею (наприклад, усі вище наведені серії);
 - з гідрод передачею (наприклад, TE106, TE13A);
 - з механічною передачею.

Більшість вантажних тепловозів складається із двох секцій, з'єднаних автозчепами, пневматичними і кабельними магістралями. Кожна секція має кабіну і може працювати як окремий самостійний локомотив.

Найменування вітчизняних тепловозів починається з літери «Т» (за винятком тепловоза М-62), що означає «тепловоз», друга літера вказує на тип передачі (Е – електрична, Г – гідравлічна), третя літера визначає вид служби (П – пасажирський, М – маневровий, у вантажних третьою літерою немає). Цифри після літер позначають номер секції. Літера після номера серії вказує на модернізований варіант (М, А, Б, Г, У), або завод виготовлення (Л і В – Луганський завод). Цифра перед літерами вказує на кількість секцій (2TE10Л – дві секції, 3TE10Л – три секції). Вузькоколійні тепловози позначаються ТУ2, ТУ4. Імпортні тепловози починаються з літери, яка визначає країну виготовлення (ЧМЕЗ – Чехословаччина, ВМЕ1 – Угорщина, нм рос. «Венгрія»), друга літера визначає вид служби, третя тип передачі.

Тип екіпажу, число і розміщення колісних пар визначають основну характеристику тепловоза, аналогічну основній характеристиці електровозів.

4.6.2. Характеристика основних видів і серій тепловозів

Вантажні тепловози 2TE10Л, 2TE10Б, 2TE10М, 2М62, 2TE116 випускались на Україні Луганським тепловозобудівним заводом. В даний час це холдингова компанія «Луганськтепловоз», яка продовжує серійно випускати як для залізниці України, так і на експорт у країни СНД і Балті вантажні тепловози 2TE10Y, M62Y, 2M62Y, 2TE116 і вантажно-пасажирський 2TE116Y11.

Пасажирські тепловози ТЕП60, ТЕП70, ТЕП75 випускались Коломенським тепловозобудівним заводом (Росія).

Маневрові тепловози ТЕ1, TEM2, TEM3 випускались Брянським машинобудівним заводом, а TEM5 і TEM7 (маневрово-потяговий) – Людино-вським тепловозобудівним заводом (Росія); ЧМЕ2, ЧМЕЗ і ЧМЕЗТ

чехословацького виробництва за наявкою і технічними умовами колишнього МПС СРСР.

На залізницях України і країн СНД в експлуатації перебувають такі магістральні вантажні тепловози:

2ТЕ10Д і 2ТЕ10В — луганські двосекційні тепловози з дизелем 10Д100 і електропередачею постійного струму, опорно-основним підвищенням тягових двигунів, забезпечували вошіння потужнв *машин* до 4630 т; **2ТЕ10М і 2ТЕ10М** — теж луганські тепловози, трисекційні і двосекційні, подібні до попередніх серій тепловозів з деякими змінами в електричних схемах, теж з дизелем 10Д100 і електропередачею постійного струму, за конструкцією двосекційний тепловоз нічим не відрізняється від трисекційного, тільки без середньої прохідної секції;

2ТЕ10У — сучасний луганський тепловоз, двосекційний, з електричною передачею постійного струму, кожна секція має два тривісних візки, дизель двотактний, вертикальний, десятициліндровий з турбонаддувом і воїним охолодженням, основна електрична апаратура управління розмішена у високовольтній камері, опори кузова — гумовометалеві, ресорне підвищення — одноступеневе, конструкція опорно повертаючих пристроїв забезпечує динамічне винесування тепловоза в криві малого радіуса, секції можуть бути використані як самостійні тягові одиниці, потужність кожної секції 2206 кВт (3000 к.с.), конструктивна швидкість 100 км/год.

2ТЕ116 — двосекційний дизельдвигунний луганський тепловоз з чотиритактним дизелем типу 5Д149 з змінно-постійною електропередачею та з тиристорним регулюванням збудження генератора, кожна частина базується на безшелепних візках з пружним приводом колісних пар; з 1982 р. випускається модернізований варіант **2ТЕ116А**, на якому установлені єдиний тяговий агрегат А-714, зменшено число асинхронних двигунів для допоміжних машин, покращена конструкція дизеля і внесено ряд інших конструктивних змін, потужність кожної секції 2250 кВт (3060 к.с.), конструктивна швидкість — 100 км/год.



Рис. 4.38. Зовнішній вигляд тепловоза 2ТЕ116

2ТЕ16УП — сучасний двоосекційний лантажко-пасажирський тепловоз з електричною передачею змінно-постійного струму, з електричними гальмуванням і електропостачанням для вагонів пасажирського поїзда; дизель-генераторна установка складається з 16-циліндрового чотиритактного дизеля 5Д49 і головного генератора змінного струму, з'єднаних пластинчастою муфтою, а також допоміжних електричних машин, установлених біля головного генератора; тяговий агрегат складається з тягового і допоміжного синхронних генераторів, змонтованих в одному корпусі; у ланках застосовані роликові букси, м'яке одноступеневе індивідуальне ресорне підвищення забезпечує плакий рух тепловоза; потужність кожної секції 2250 кВт (3060 кс.); конструктивна швидкість 120 км/год;

М62 і 2М62 — односекційний 6-вісний та двосекційний 12-вісний тепловоз з дизелем типу Д40 і електронпередачею постійного струму; односекційний має дві кабіни управління, кузов односекційного і кожна секція двосекційного опирається на дві тривісні щелепні візки з центральним опорним шворнем; кузов кожної секції також має дві кабіни, але в суміжних неробочих кабінах, з'єднаних перехідним тамбуром. пульт управління та інше обладнання знайти: тепловоз використовується для водіння вантажних поїздів на ділянках з відносно легкою верхньою будовою колії. потужність секції тепловоза М62 — 1470 кВт (2000 кс.), конструктивна швидкість — 100 км/год;

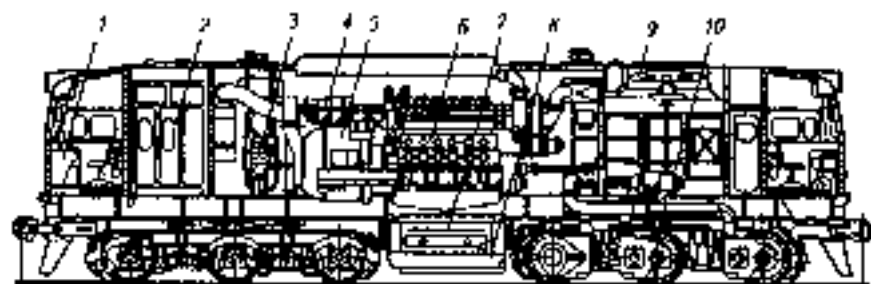


Рис. 4.39. Розташування обладнання на тепловозі М62:

- 1 — пульт управління; 2 — камера для електричних апаратів; 3 — компресор;
- 4 — двомашинний агрегат; 5 — тяговий генератор; 6 — дизель;
- 7 — акумуляторна батарея; 8 — паливний бак; 9 — вентилятор холодильника;
- 10 — гідропривод вентиляторів.

М62У — сучасний модернізований варіант тепловоза типу М62, може випускатись як для роботи на лініях колії 1520 мм, так і колії 1435 мм, в одно-, дво- і тріосекційному виконанні з відповідним позначенням М62У, 2М62У і 3М62У; використовується двотактний 12-циліндровий дизель з V-подібним розміщенням циліндрів, з електричною передачею

постійного струму, кузов установлений на безщелепних візках з індивідуальним приводом колісних пар і одноступеневим ресорним підвішуванням, конструкція шворневого вузла забезпечує як довільне, так і пружне поперечне переміщення шворня. Тепловоз 2М62У складається з двох однокабінних секцій з управлінням від будь-якої кабіни, тепловоз 3М62У



Рис. 4.40. Загальний вигляд тепловоза ТЕ136

складається з двох крайніх і однієї середньої (прохідної) секції, яка для самостійної роботи не може використовуватись. Тепловози обладнані високоефективною системою очищення повітря для охолодження машин, яке подається відцентровими вентиляторами. Кабіна машиніста має ефективну термю- і шумоізоляцію, зручне розміщення приладів управління, побутовий холодильник, радіостанцію, прилади контролю пильності і забезпечує комфортні умови роботи бригади. Потужність кожної секції — 1470 кВт (2000 к.с.), конструктивна швидкість — 100 км/год;

ТЕ136 — односекційний 8-вісний тепловоз з осьовою формулою $2_0+2_0-2_0+2_0$ (з двоосібними зчленованими візками) потужністю 4410 кВт — це найпотужніший вагтяжний тепловоз нового покоління.

Необхідність збільшення тягової сили локомотивів приводить до збільшення тепловозних секцій. В економічному плані доцільно створювати потужні односекційні тепловози замість дво- і трисекційних з меншою потужністю секцій. Це забезпечує суттєву економію капітальовкладень, коштів на утримання локомотивів і витрат палива. Разом з тим дво- і трисекційні варіанти потужних тепловозів у експлуатаційному плані дозволяють більш економію і ефективно їх використовувати при водінні різної маси поїздів.

Для водіння пасажирських поїздів використовуються такі тепловози:

ТЕП60 і 2ТЕП60 — одно- і двосекційний (відповідно 6- і 12-вісний) тепловоз з двигелем типу Д45 потужністю 2200 кВт і електропередачею постійного струму, на тепловози застосовується рамне підвішування тягових двигунів, безщелепні букси, двохступеневе ресорне підвішування.



Рис. 4.41. Загальний вигляд тепловоза ТЕР70

ТЕР70 — односекційний 6-віс-

ний тепловоз з двигелем типу 5Д49



Рис. 4.42. Зовнішній вигляд тепловозу ТЕН75

ниць, на розрахунковому підйомі 15% може водити поїзди масою 850 т (14 вагонів), або на підйомі 9% — 1370 т (22 вагони) зі швидкістю 48 км/год, конструктивна швидкість — 160 км/год.

ТЕН75 — односекційний 6-вісний тепловоз з дизелем типу Д49 потужністю 4400 кВт і електропередачею змінно-постійного струму — це найпотужніший пасажирський тепловоз нового покоління, може водити поїзди на розрахунковому підйомі 15% масою 850 т (14 вагонів) та на підйомі 9% — 1370 т (22 вагони) зі швидкістю 70 км/год, конструктивна швидкість — 160 км/год.

Для виконання маневрової роботи на станціях, а також на передачі та вивозі вагонів у залізничних вузлах застосовуються маневрові тепловози:

ЧМЕЗ — 6-вісний тепловоз чехословацького виробництва з дизелем K6S3101D потужністю 593 кВт з електропередачею постійного струму: найбільш поширений маневровий тепловоз на залізницях України, можливі модернізовані варіанти ЧМЕЗМ і ЧМЕЗТ. Тепловоз ЧМЕЗТ, наприклад, додатково обладнаний електродинамічним (реостатним) гальмом і пристроєм для підігрівання дизелів після тривалої стоянки; на підзінних коліях ще можна зустріти тепловоз серії ЧМЕ2.

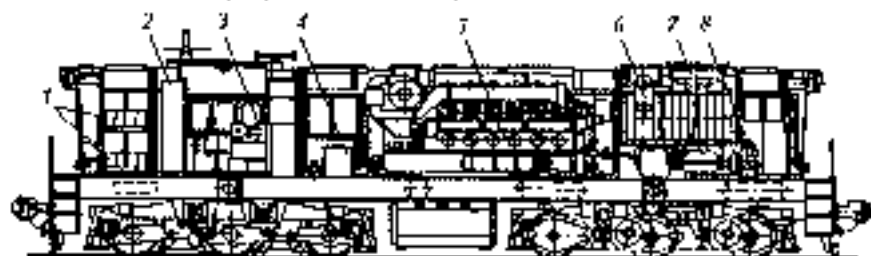


Рис. 4.43. Розміщення обладнання на тепловозі ЧМЕЗ:

1 — аккумуляторна батарея; 2 — камера для електричних апаратів; 3 — пульт управління; 4 — дентилятор охолодження тягових електродвигунів; 5 — дизель; 6 — мотор-вентилятор холодильника; 7 — колесо вентилятора; 8 — компресор.



Рис. 4.44. Залізничний тепловоз: а – ТЕМ2, б – ТЕМ7

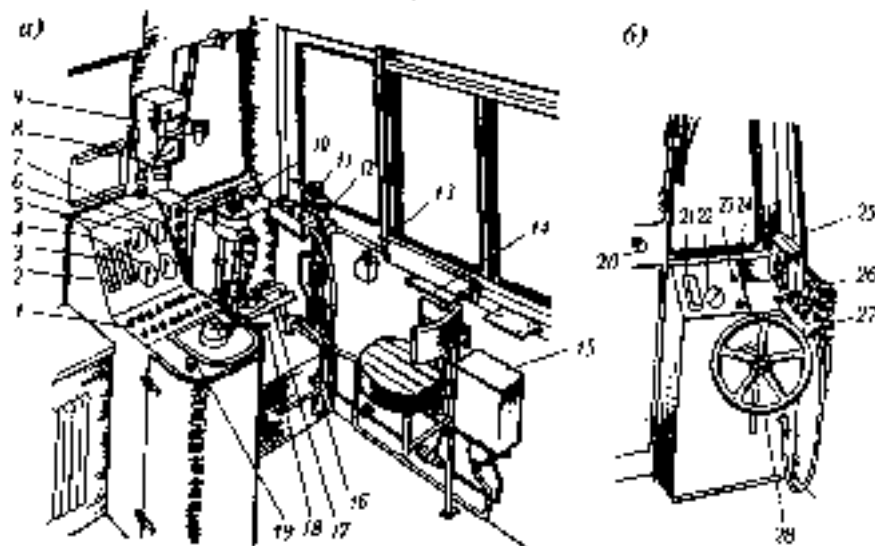


Рис. 4.45. Газовий (а) і дизельний (б) пульти управління тепловозом ЧМБЗ;
1 – панель паливних і перемикачів; 2 – кілоамперметр струму навантаження тягової генератора; 3 – пазометр; 4 – манометр тиску повітря в зрівнювальному резервуарі; 5 – манометр тиску повітря в головних резервуарах; 6 – манометр тиску повітря в гальмових циліндрах; 7 – манометр тиску повітря в палильній магістралі; 8 – дошка для розкладу; 9 – швидкохідомір; 10 – кран маніпуліста №394; 11 – кран допоміжного гальма №254; 12 – перемикач пульта; 13 – рукоятка пильності; 14 – важіль для управління свистком; 15 – електропневматичний клапан автостопа №ЕПК-150Е; 16 – педаль для управління тифоном; 17 – гальмна рукоятка контролера; 18 – реверсна рукоятка контролера; 19 – кнопка П (права) показника місцезнаходження машиніста; 20 – кнопка Л (ліва) показника місцезнаходження машиніста; 21 – кілоамперметр струму навантаження тягової генератора; 22 – манометр тиску повітря в гальмових циліндрах; 23, 24 – кнопки управління заднім і переднім автозчепами; 25 – блок переговорного пристрою радіозв'язку; 26 – кран допоміжного гальма локомотива №254; 27 – перемикач пульта; 28 – штурвал рукоятки гальма.

Таблиця 4.4.
Технічні характеристики основних серій тракторів

Основні характеристики	Серії									
	ЗТЕ10М	Л62	ЗТЕ116	ЗТЕ160	ЗТЕ160	ЗТЕ170	ТЕМ	ТМС	ТМТ	ЧМБЗ
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Рід служби	постійний									
Рік початку випуску	1973	1972	1972	1960	1973	1976	1978	1964		
Основа характеристики	2(30-30) 3(30-30)	30-30 2(30-30)	2(30-30)	2(30-30)	30-30	30-30	20+20- 20+20	30-30		30-30
Зміни маси, т	2 х 128 3 х 138	119 2 х 119	2 х 138,5	129 2 х 129	129	126	180	121		
Навантаження від колісної пари, Кв	230	193	226	215	215 225	210	225	202		
Тип дизеля	10Д100	1Д40	5Д49	11Д45	5Д49 1Д49	6Д49	2Д49	К65- 10Д		
Число циліндрів у секції	1	1	1	1	1	1	1	1		
Число циліндрів у агрегаті	10	12	16	16	16 20	16	12	6		
Вид розміщення дизельних циліндрів	вертикальне	В.	В.	В.	В.	В.	В.	вертикальне		
Потужність агрегату, кВт	2 х 2200 3 х 2200	1470 2 х 1470	2 х 2200	2200 х 2200	2940 4400	182	1470	993		
Тип електрогенератора	постійного струму	постійного струму	змінного постійного струму	постійного струму	змінного постійного струму	постійного струму	змінного постійного струму	постійного струму		

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип тягового генератора	ГП-311Б	ГП-312	ГС-501А А-714	ГП-311В	ГС-501А	ГП-319Б	ГС-515	ТД-802
Тип тягового двигуна	БД-107	БД-107	БД-119Д	БД-107	БД-121А	БД-318А	БД-107А	ТЕМ06
Експлуатаційні затраси в секції, кз	6300	3400	7000	5000	6000	5440	6000	5250
	1500	950	1250	1500	1480	1050	1050	1100
	1500	800	1000	1060	1430	430	430	400
Конструктивна швидкість, км/год	100	600	600	600	600	2000	2000	2000
	100	100	100	160	160	100	100	90

ТЕМ2, ТЕМ5 і ТЕМ7 — маневрові тепловози Брянського і Людинозького заводів Росії з дизелями типу Д49 потужності від 800 до 1470 кВт з електропередачею постійного і змінно-постійного струму.

Маневрові тепловози мають розвивати велику силу тяги, особливо при зрушенні з місця. На маневровій роботі вигідніше використовувати тепловози, ніж електровози і паровози, тому що вони споживають мало палива (7–10 діб можуть працювати без екіпірування), оперативніші і дешевші в експлуатації.

Маневрові тепловози часто змінюють напрямку руху, тому кабіна в них конструктивно влаштована вище, має бокові і торцеві вікна, з частини кузова, де знаходиться машиніст відділення, звужена, що забезпечує достатній огляд машиністу.

Як правило, маневрові тепловози для роботи без помічника машиніста додатково обладнані пристроями, що устанавлиються з лівого боку кабіни і дозволяють машиністу, за необхідності, звідти управляти тепловозом. Зовні кабіни на лівому і правому боці встановлено по дві лампочки, які вмикає машиніст, вказуючи складачу поїздів своє місцезнаходження. Застосовується також переносний пульт управління, що дозволяє машиністу управляти тепловозом з будь-якого місця в кабіні (рис. 4.45).

Технічні характеристики основних серій тепловозів представлені в таблиці 4.4.

4.6.3. Екіпажна частина тепловоза

Екіпаж тепловоза включає: сидільну раму, кузов і ходову частину, до якої належать візки з колісними парами, буксами, ресорами, а також амортизатори і гальмове обладнання.

Головна рама тепловоза — це зварна конструкція, на якій розташовані кузов. Рама передає тягові і гальмівні зусилля на поїзд. Основними елементами рами на прикладі тепловоза ТЕ10М є двотаврові хребтові балки, з'єднані між собою поперечинами з листа товщиною 10–12 мм, а на кінцях — литими стяжними ящиками, в яких укрупнені автікочени. Хребтові балки посилюються знизу зверху накладними поясами. Хребтові балки, поперечини, накладні пояси, накладні штаби листи загнуті з обох сторін жорстку коробчасту конструкцію, яка має достатній запас міцності в поздовжньому і поперечному напрямках як в горизонтальній, так і у вертикальній площинах. За допомогою поперечних скріплень до хребтових балок кріпиться опороздавальний швелер, який збоку кабіни вигинається дугою для надання тепловозу обтічної форми. Рама опирається на візки чотирма сферичними опорами.

Кузов тепловоза може бути двох видів: капотного або вагонного типу, а за ступенем навантаження — несучої і ненесучої конструкції. Всі маневрові тепловози мають кузови капотного типу, магістральні — вагонного. Кузов ненесучої конструкції мають вантажні тепловози ЗТЕ10В, ЗТЕ10М, ЗТЕ11Б та інші. В них зварний каркас із швелерів обшивається зовні стальними листами товщиною 3 мм. З внутрішнього боку до швелерів кріпляться дерев'яні бруски, на які нашивається внутрішня обшивка. Кузов несучої конструкції мають тепловози ТЕП21, ТЕП60, ТЕП70 та інші. В них дах, бокові стіни, каркас кабіни і апаратної камери зварені в єдину суцільну конструкцію. При цьому для зменшення маси застосовують профілі із низьколегованих сталей і алюмінієвих сплавів.

Візки, на які спирається головна рама тепловоза, бувають за кількістю осей дво- і тривісні. Тепловози з електричною передачею в більшості мають тривісні візки, а гідропередачею — двовісні.

Тривісний безцелепкий візок (рис. 4.46) має жорстку конструкцію рами, зварену з двох боковин і двох поперечних коробчастих балок. До поперечних балок приварена поздовжня шпирпета балка. На кінцях боковини скріплюються кінцевими балками. До боковин рами приварені литі кронштейни з трапецієподібними пазами для кріплення буксових повідків і установа опору кружильних комплектів. Передбачаються також кронштейни для встановлення двигунів. Повідки мають гумовометалеві амортизатори, якими вони з'єднуються з буксами і рамою.

Навантаження на кожну колісну пару передається через чотири пружні комплекти, установлені на опорних кронштейнах букс. Для уникнення резонансних явищ у візках між буксами і рамою візка установлені фрикційні гасники коливань (демпфери).

Навантаження від кузова і толової рами передається на візок через чотири гумові опори. Шарнірний зв'язок з кузовом забезпечується рухо-чим шворцевим пристроєм з горизонтальними пружиничи і гумоворол-ковими опорами

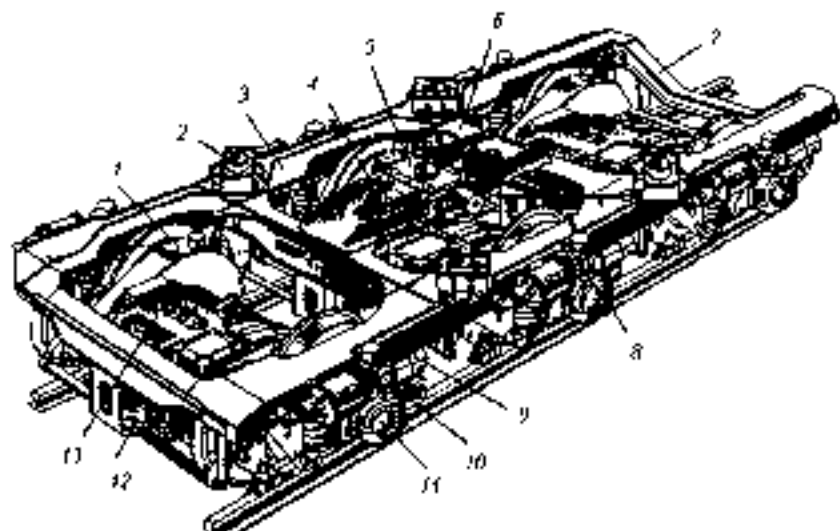


Рис. 4.16. Загальний вигляд безщелепного візка тепловоза:

- 1 — кожух тилової передачі; 2 — опора головної рами кузова тепловоза;
- 3 — бокова рама; 4 — шворнева балка; 5 — поворотний пристрій;
- 6 — міжрамні кріплення; 7 — міжцева балка; 8 — гвинтові пружинні ресори;
- 9 — кронштейни для кріплення вершніх повідків букс; 10 — фрикційний гасник коливань; 11 — букс; 12 — кронштейни для підвішування електропідвігуса; 13 — тяговий електропідвігус

На пасажирських тепловозах ТЕП60 і ТЕП70 застосовуються маятникові підвішування кузова (рис. 4.47). Кузов цих тепловозів опирається на кожний візок через дві центральні маятникові опори 2 і чотири бокові опори 1. Бокова опора ліккання у вигляді стояка 6 з двома сферичними наконечниками. Стояк опирається знизу на циліндричну частину, зверху на нього опирається кузов тепловоза 4 через стикан 5. За допомогою зворотних апаратів 3 центральна опора зв'язується з рамою кузова. Така конструкція опори забезпечує можливість поперечного переміщення кузова відносно візків.

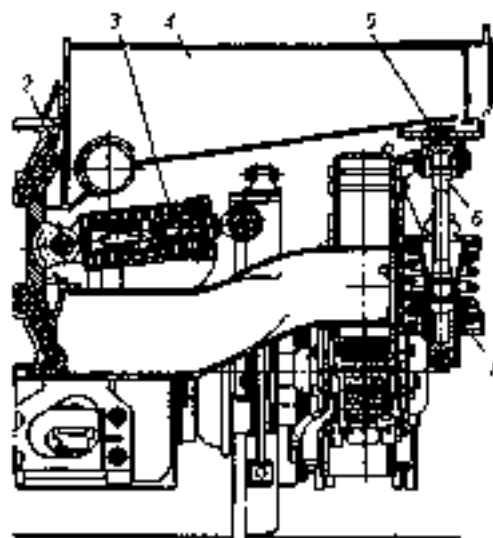


Рис. 4.47. Механічне підсилювальне крузне тепловозі:
1 — бажина опора; 2 — центральна шпир; 3 — зворотні апарати;
4 — крузне тепловозі; 5 — станик; 6 — станик боковий шпир.

4.6.4. Принципи будови тепловозної передачі

Тепловозна передача — це комплекс спеціальних машин і пристроїв для передачі потужності від дизеля до тягових коліс тепловоза. Найголовніше призначення її полягає в тому, щоб зберегти незмінним режим роботи дизеля: **робота дизеля має залишатись постійною в той час, коли на тягових колесах тепловоза сила тяги змінюється згідно з тяговою характеристикою.**

Передачі бувають: **електрична, гідравлічна і механічна.**

Електрична передача, найбільш поширена, вдосконалена і потужна, складається із електричного тягового генератора, зв'язаного з колінчастим валом дизеля, електричних схвистових двигунів, зв'язаних з колісними парами, і необхідної апаратури в електричному колі, що з'єднує ці електричні машини. На тепловозах застосовують електричні передачі трьох видів:

- **постійного струму** (рис. 4.48), в якій тяговий генератор і тягові двигуни постійного струму; схема дуже проста, без проміжних ланок і має гарні регулювальні властивості, але із зростанням секційної потужності не забезпечує нормальної комутації в генераторах.

- **змінно-постійного струму** (рис. 4.49), в якій застосовується тяговий синхронний генератор змінного струму і тягові двигуни постійного струму, між якими розташовані випрямлячі ВП;
- **змінного струму** (рис. 4.50), в якій тяговий генератор і тягові двигуни змінного струму в перспективі із запровадженням асинхронних електродвигунів може стати пріоритетною для збільшення потужності тепловозів. В електричне коло, що з'єднує тяговий генератор і тягові двигуни змінного струму, викакаються перетворювачі частоти ПЧ.



Рис. 4.48. Принципова схема теплової передачі постійного струму:
Г – тяговий генератор; М – тягові електродвигуни



Рис. 4.49. Принципова схема теплової передачі змінно-постійного струму:
Г – тяговий генератор; М – тягові електродвигуни; ПЧ – випрямний пристрій.

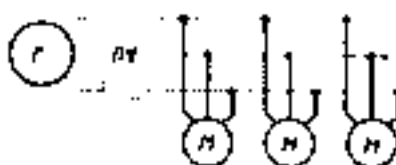


Рис. 4.50. Принципова схема теплової передачі змінного струму:
Г – тяговий генератор; М – тягові електродвигуни; ПЧ – перетворювачі частоти

Гідралічна передача (рис. 4.51), менш поширена, застосовується на тепловозах невеликої потужності, зате дешевіша і простіша, ніж електрична. Основні елементи гідропередачі: гідронасос і гідротурбіна, які складаються з гідротрансформатори і гідромуфти. Гідротрансформатори передають енергію з одного вала на другий і здійснюють перетворення обертового моменту, а гідромуфти передають енергію без зміни обертового моменту. Принцип роботи цих агрегатів ґрунтується на використанні кінетичної енергії рідини (рідкого масла).

В гідротрансформаторах і гідромуфтах насос і турбіна, як правило, розташовуються в одному корпусі; на відміну від гідромуфти, в гідротрансформаторі між насосом і муфтою поміщається направляючий апарат – нерухомий рід лопаток, завдяки яким турбінне колесо має можливість обертатися з меншою швидкістю, переборюючи великий момент опору, а дизель працювати з постійним навантаженням. Коефіцієнт корисної лі

гідромуфти складає 95–96%, гідротрансформатора — 85–87%. В гідропередачах застосовуються, як правило, і гідротрансформатор і гідромуфта, в роботу вони включаються послідовно, в залежності від швидкості руху тепловоза. В деяких гідропередачах застосовуються комплексні гідротрансформатори, в яких направляючі апарати закріплюються за допомогою муфт вільного руху (автозопи). Такі гідротрансформатори за необхідності можуть працювати як гідромуфти.

Обертальний момент від паротурбіни передається через реверсний механізм і осеві редуктори на колісні пари тепловоза.

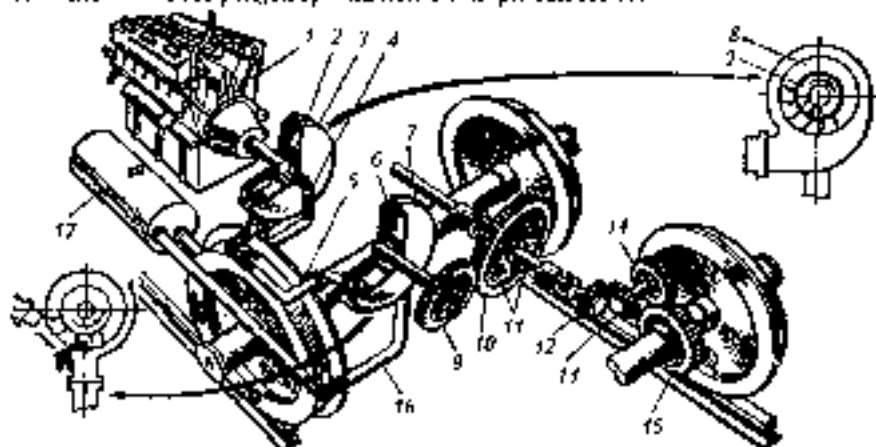


Рис. 4.51. Схема гідромеханічної передачі тепловоза:

- 1 — дизель; 2 — робоче колесо насоса; 3 — відцентровий насос;
4, 5 — трубопроводів; 6 — колесо турбіни; 7 — гідротурбіна; 8 — направляючий апарат насоса; 9, 10 — передні шестерні; 11 — квадратні валі;
12, 13, 14, 15 — шестерні осевого редуктора; 16 — живильна труба;
17 — резервуар для робочої рідини (масла).

Гідропередача може бути чисто гідравлічною, або гідромеханічною. В чисто гідравлічній передачі вал дизеля не має жорсткого зв'язку з осями тепловоза, а тільки через гідропарати. В гідромеханічній передачі обертальний момент передається колісним парам через гідротрансформатори і гідромуфти тільки за певного діапазону швидкостей, в інших режимах — через коробку передач.

Застосування гідропередач в тепловозах обмежується маневровими локомотивами промислового галу (ТГМ-3 різних модифікацій) і дизель-поїздами (ДР1А).

Механічна передача. подібна до автомобільної, складається із коробки швидкостей, реверсивного пристрою і муфти зчеплення. Коробка швидко-

стей — це набір різного діаметра шестерень, переключення яких дозволяє здійснювати три-чотири ступінні швидкості. Включення і відключення дизеля від коробки швидкостей і переключення ступенів швидкості в коробці передач виконується за допомогою фрикційних або магнітних муфт зчеплення. Ця передача проста і має високий коефіцієнт корисної дії. Разом з тим передача не спроможна передавати великі обертальні моменти від дизеля безпосередньо до колісних пар. При перемиканні швидкостей різко падає і тут же різко зростає сила тяги, що викликає сильні поштовхи в складі поїзда. Крім того потужність передачі обмежує недостатня міцність і надійність зубчатих коліс. З цих причин передача застосовується лише в моторвозах, аутомоторсах і дизельних поїздах невеликої потужності.

4.7. Тепловозний дизель і допоміжне обладнання

4.7.1. Загальні відомості про двигуни внутрішнього згоряння

Двигун внутрішнього згоряння — це двигун, в якому при згорянні палива теплова енергія перетворюється в механічну. Паливо згорає в замкненому середовищі (циліндрі), внаслідок згоряння утворюється газів і висока температура. Розширення газів в невеликому просторі створює високий тиск, який діє на поршень і переміщує його вниз або вверх. Зворотнопрямолінійний рух поршня через шатун з кривошипом перетворюється в обертальний рух вала.

Дизель (за прізвищем німецького інженера-винахідника Р.Дизеля) — це двигун внутрішнього згоряння, в якому паливо впорскується і самозапалюється при максимальному стисненні суміші повітря з паливом в циліндрі.

Залежно від робочого циклу, дизелі бувають чотиритактні і двотактні. Від розміщення циліндрів — з однорядним чи дворядним вертикальним і з V-подібним розміщенням циліндрів.

Робочий цикл — це сукупність процесів, що проходять в циліндрах в певній послідовності і періодично повторюються. Періодичність робочих циклів характеризується кількістю ходів поршня (тактів).

Такт — частина робочого циклу, що виконується при переміщенні поршня між його крайніми положеннями в циліндрі. Крайні положення називають мертвими точками. В крайніх положеннях поршня вісь шатуна співпадає з віссю кривошипа. У випадку зупинки шатуно-кривошипного механізму в такому положенні може виникнути своєрідне заклинення. Для уникнення подібного явища такт в усіх циліндрах не повинні співпадати, а зміщуватись на якусь його частину.

4.7.2. Робочий цикл чотиритактного дизеля

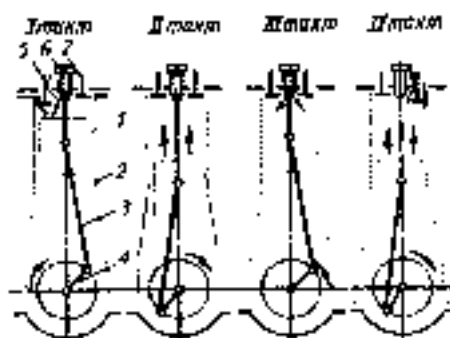


Рис. 4.52. Схема роботи чотиритактного дизеля.

- 1 — поршень, 2 — циліндр; 3 — шатун;
4 — кривошип (кулачок) колінчастого вала; 5 — впускний клапан;
6 — форсунка; 7 — випускний клапан.

Робочий цикл чотиритактного дизеля складається із таких тактів:

- такт I — наповнення;
такт II — стиснення;
такт III — робочий хід;
такт IV — вихлоп (впуск) газів.

Роботу чотиритактного дизеля можна простежити на рис. 4.52.

Коли поршень рухається вниз (такт I), повітря подається в циліндр через відкритий впускний клапан. Коли поршень рухається вгору (такт II), клапани в циліндрі закриваються і наступає стиснення. В кінці цього такту в циліндр уприскується дизельне паливо, яке самозапалюється, різко зростає тиск і температура. Гази тиснуть на поршень і, рухаючи його вниз, здійснюють корисну роботу (такт III). Наступний хід поршня вгору (такт IV) випускає з циліндра відпрацьовані гази.

Клапани відкриваються і закриваються за допомогою газорозподільного механізму, який приводиться в дію колінчастим валом дизеля.

4.7.3. Робочий цикл двотактного дизеля

Робочий цикл двотактного дизеля здійснюється за два ходи поршня і один оберт колінчастого вала. При цьому основні такти (стиснення і робочий хід) лишаються, а допоміжні (наповнення і вихлоп) скорочуються і стають часткою основних, тобто такт стиснення починається з деяким запізненням, поступаючи на початку процесу наповнення, а такт робочого ходу закінчується заздалегідь, щоб дати можливість відбутись процесу випуску газів. Таким чином, проходять два такти:

- такт I — наповнення і стиснення;
такт II — робочий хід і випуск.

Роботу двотактного дизеля можна простежити на рис. 4.54.

Коли поршень рухається вгору (такт I) закривається впускне вікно, за ним продуви, після чого відбувається стиснення повітря. В кінці такту уприскується дизпаливо, яке самозапалюється. Гази тиснуть на пор-

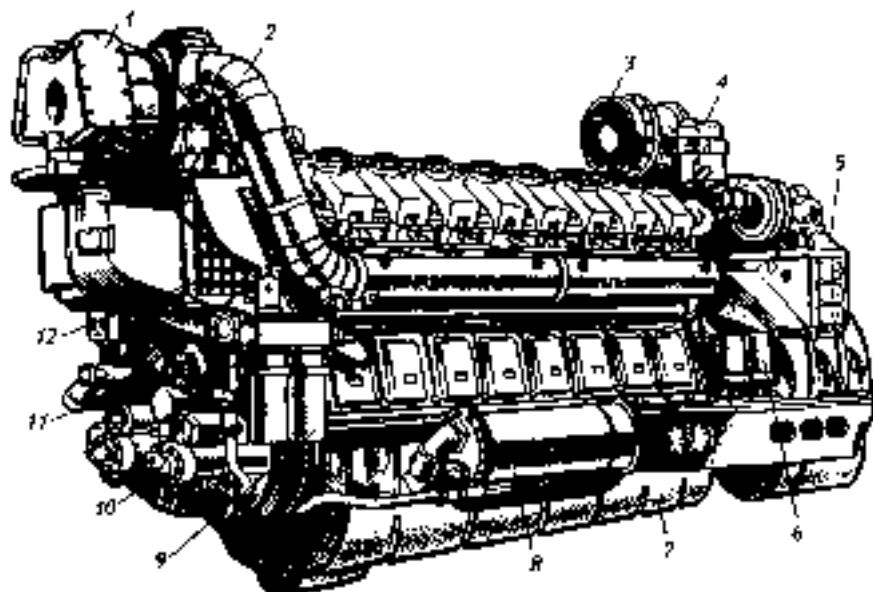


Рис. 4.53. Зовнішній вигляд чотиритактового дизеля типу Д49 з V-подібним розміщенням циліндрів.

- 1 — турбокомпресор; 2 — випускні труби; 3 — вентилятор охолодження тягового генератора; 4 — регулятор; 5 — тяговий генератор;
6 — відцентровий фільтр масла; 7 — рама; 8 — волюмельний теплосмінник;
9 — фільтр грубого очищення масла; 10 — масляний засос;
11 — водяний насос; 12 — охолоджувач наддувального повітря

і, рухаючи його вниз, виконують роботу (такт II). В кінці такту відкриваються спочатку випускні вікна, а за ними — продувні, через які потрапляє стиснене повітря для продування і наповнення циліндра кінцем. Тиск повітря 1,4–2,4 атмосфер.

Щоб краще спорожнити циліндри від відпрацьованих газів і збільшити потужність та коефіцієнт корисної дії, в дизелях здійснюється наддув.

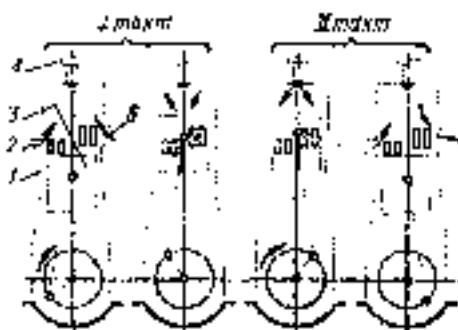


Рис. 4.54. Схема роботи двотактного дизеля.

- 1 — циліндр; 2 — продувні вікна; 3 — поршень; 4 — фіксунка; 5 — напускні вікна.

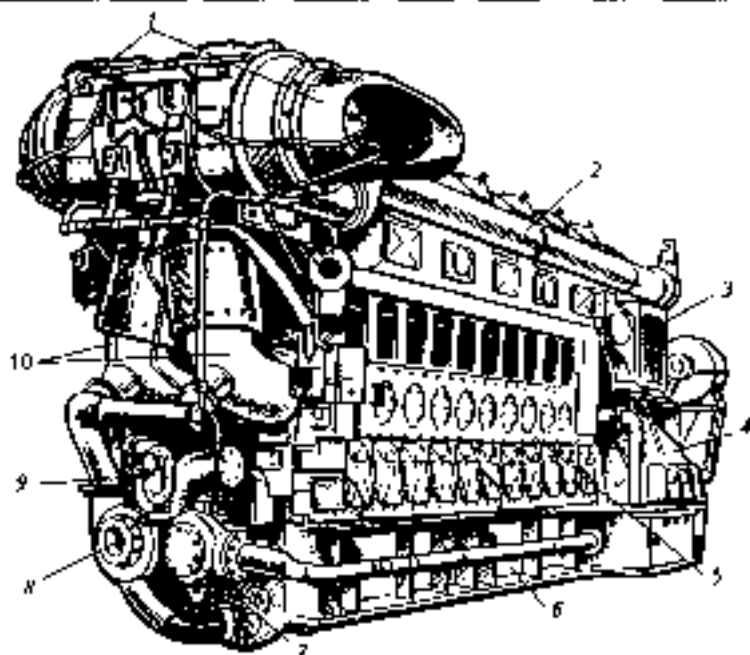


Рис. 4.55. Зовнішній вигляд двотактного дизеля типу 10Д100

з вертикальним дворядним розміщенням циліндрів і газотурбінним наддувом: 1 – турбокомпресор; 2 – повітряний трубопровід; 3 – повітряохолоджувач; 4 – тяговий генератор; 5 – випускний колектор; 6 – рама; 7 – водяний насос охолодження масла і наддувального повітря; 8 – водяний насос системи охолодження дизеля; 9 – масляний насос; 10 – випускні патрубки.

Взагалі наддувом умовно позначають подачу в циліндри дизеля поперечно стисненого повітря, тиск якого перевищує тиск в циліндрі. Для наддуву використовуються повітродувки з механічним і газовим приводом. Наприклад, в дизелях 2Д100 застосовується лямбаторна трилопастна повітродувка, яка приводиться в дію від верхнього колінчастого шала за допомогою зубчатих коліс (механічний привод), а в дизелях 10Д100 застосовують турбокомпресори ТК-34С, які використовують енергію відпрацьованих вихлопних газів (газовий привод).

На сучасних теплових дизелях (11Д45 і 10Д100) застосовується двоступеневий наддув з проміжним охолодженням повітря: на першому етапі нагнітають повітря турбокомпресори. На другому — нагнітачі з механічним приводом.

Велике значення наддуву можна оцінити на такому прикладі. Дизель 10Д100 має стільки циліндрів таких же розмірів, як і дизель 2Д100. Проте

потужність його в 1,5 рази більша — 2210 кВт (3000 к.с.) замість 1470 кВт (2000 к.с.). Це досягнуто завдяки застосуванню в дизелі 10Д100 газотурбінного наддуву, підвищенню тиску продувального повітря з 0,127 до 0,215 МПа і охолодження його перед подачею в циліндри.

Частина такту, коли відкриті впускні і випускні вікна, називається **продувкою**.

Процес, коли випускні вікна циліндрів зачинені, а через випускні продовжує поступати свіже повітря, називається **власне наддувом**.

4.7.4. Механізми і деталі тепловозного дизеля

Дизель конструктивно складається з таких основних частин:

- **остова**, до якого належать картер (фундаментна рама), блок циліндрів з циліндровими втулками (гільзами) і циліндрові кришки (головки); остова нерухомий, але повинен бути достатньо міцним, тому що сприймає великі зусилля від тиску газів і поршнів на стінки циліндрів та від сили інерції рухомих деталей шатунно-кривошипного механізму;
- **шатунно-кривошипного механізму**, який складається з шатунів, шальвів, шатунів і колінчастого вала, призначений для перетворення поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала;
- **газорозподільного механізму**, з'язаного з колінчастим валом і який складається з кулачкового розподільного вала, штовхунків, штанг і важелів, клапанів впускних і випускних вікон; цей механізм управляє впуском свіжого повітря в циліндри і випуском відпрацьованих газів;
- **пальної і регулювальної апаратури**, до якої належать форсуни, насоси високого тиску, регулятори та інше; ця апаратура відповідає за дозвіну подачу палива в циліндри під необхідним тиском;

Остови дизелів бувають двох видів: суцільності (блоки і картер виготовлені у вигляді єдиної деталі) і збірні (рама-картер і блоки виготовлені окремими деталями). Блоки циліндрів або виготовляють з чавуна чи алюмінію, або зварюють із сталевих листів. В сучасних дизелях застосовують акімені циліндрові втулки, які вставляють в гнізда блоків. На них надівають так звані «сорочки», які утворюють за допомогою ущільнювальних кілець водянну камеру для охолодження циліндрів. Втулки двотактних і чотиритактних дизелів конструктивно відрізняються між собою, що видно із рисунка 4.56. Циліндровий блок разом з тягловим генератором закріплюється на піддизельній рамі, до якої приварюється піддон — маслябінник, в який стікає масло з усіх деталей дизеля.

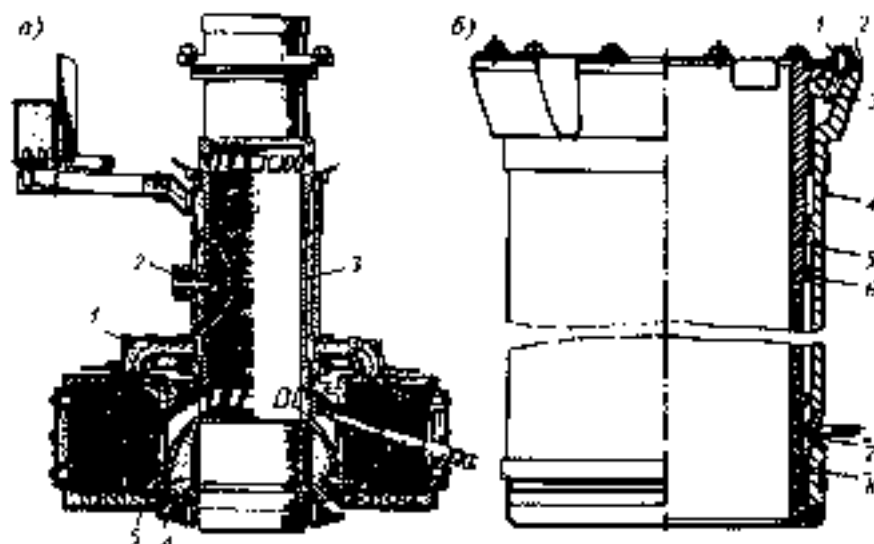


Рис. 4.56. Циліндрово-водяний металовиток дизеля:

а — лівотактного дизеля типу Д100 (разом із системою охолодження): 1 — перехідний патрубок; 2 — адантер форсунок; 3 — водяна камера; 4 — випускна коробка; 5 — впускний колектор; 6 — чотиритактного дизеля типу Д49: 1 — жиклер; 2 — ущільнювальні кільця; 3, 6, 7 — водопрохідні канали; 4 — чавунна сорочка; 5 — втулка; 8 — сигнальний отвір для виявлення течі крізь гумове ущільнення.

Поршні дизеля працюють у важких умовах під тиском газів (до 120×10^6 Па) і впливом високих температур ($1700 - 1900^\circ\text{C}$), тому вони виготовляються з металевими оболонками висок. Поршні шатунами зв'язані з колінчастим валом (рис. 4.57), який сприймає та підсумовує всі робочі зусилля, які створюються в циліндрах, і передає через відбірні фланці споживачам.

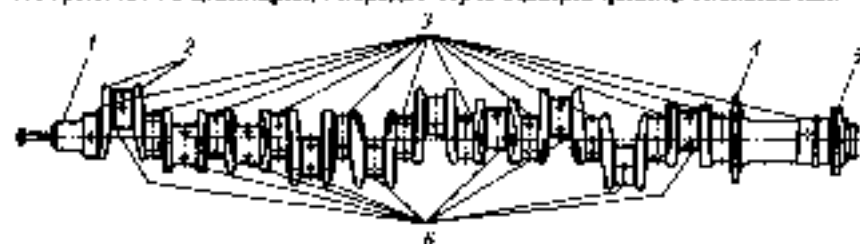


Рис. 4.57. Колінчастий вал дизелів 10Д100, 2Д100:

1 — хвостовик для усталовлення вентивібратра; 2 — шок; 3 — корінні шийки; 4 — фланець кріплення шестерні вертикальної передачі; 5 — фланець приводу тягового генератора; 6 — шатунні шийки.

Принципова схема будови газорозподільного механізму приведена на рис. 4.58. Від кулічастого вала дизеля за допомогою шестерень приводиться в дію кулачковий вал, кулачки якого через ролик піднімають штовхач. Штовхач приводить у дію штангу з важелем, який відкриває або закриває впускні чи впускні клапани. Щільність прилягання клапанів у вікнах забезпечують спеціальні сталеві пружини.

Форсунки (рис. 4.59) призначені для подачі палива в циліндри дизеля. Паливо через нагнітальну трубку від піднятого насоса подається під великим тиском у внутрішню порожнину форсунки, яка відділяється від камери згоряння циліндра розпилювальним отвором, заповненим голкою. Зверху голка притискується пружиною. Щоб вприскнути паливо в циліндр, необхідно підняти голку і стиснути пружину. Цю функцію виконує запалювач голки за певного тиску палива (до 300×10^5 Па), який



Рис. 4.58. Принципова схема газорозподільного механізму дизеля.

- 1 — кулачковий розподільний вал;
2 — кулачок; 3 — ролик;
4 — штовхач;
5 — штанга; 6 — важіль;
7 — сталеві пружини;
8 — клапан в циліндрі.

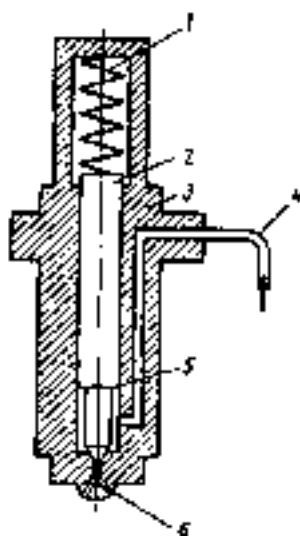


Рис. 4.59. Паливна форсунка тепловозного дизеля.

- 1 — пружина; 2 — голка;
3 — корпус ухвилювача;
4 — нагнітальна трубка високого тиску;
5 — кільцевий запалювач голки;
6 — розпилювальний отвір.

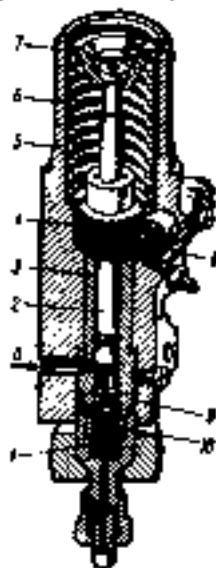


Рис. 4.60. Паливний насос плунжерного типу.

- 1 — пружина нагнітального клапана; 2 — плунжер;
3 — гільза; 4 — поворотні шестерні; 5 — корпус;
6 — велика пружина;
7 — тарілка; 8 — регулювальна рейка; 9 — сідло нагнітального клапана;
10 — нагнітальний шланг.

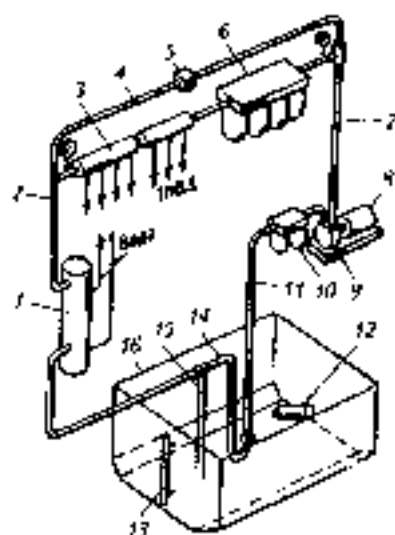
створює паливний насос. Відкриття і закриття розподільчого отвору тільки відбувається різко і миттєво.

Паливний насос високого тиску (рис. 4.60) відмірює строгу дозу палива на кожний цикл і забезпечує подачу його до форсунки під необхідним тиском. Дозу він може змінювати в залежності від зовнішнього навантаження двигла. Ця доза залежить від положення лантної кромки плунжера в пльві насоса, яке регулюється поворотною шестернею за допомогою регулювальної рейки. При переміщенні плунжера уверх під дією великої пружини на тарілку в підплунжерний простір через канал *a* в корпусі виступає паливо від нагнітального насоса. При русі плунжера вниз паливо спускається і коли його тиск перевищить силу пружини нагнітального клапана, клапан відкривається і паливо через трубку високого тиску поступає до форсунки. Нагнітання палива буде тривати до тих пір, поки лантова кромка не відкриє канал гльви. Тоді тиск раптово падає і нагнітальний клапан миттєво під дією пружини закривається.

4.7.5. Допоміжне обладнання тепловозів

До допоміжного обладнання тепловоза належать системи: паливна, масляна, повітропостачання і водяна. Вони призначені для забезпечення двигла паливом, повітрям, водою і маслом.

До паливної системи (рис. 4.61) належать паливні баки, паливо-



нагнітальні насоси, фільтри і трубопроводи. Вся система повинна бути герметичною, щоб до неї не змогли потрапити пил, вода і повітря, а температура палива була не нижче 30 °С, інакше зростає його в'язкість, а за мінусової — осад парафіну може забивати фільтри і трубопроводи.

Рис. 4.61. Схема паливної системи дизеля:

- 1 — корпус теплообмінника;
- 2 — трубопровід; 3 — паливний колектор;
- 4 — трубопровід; 5 — перепусковий клапан;
- 6 — фільтр тонкого очищення;
- 7 — нагнітальна труба; 8 — електрозв'язник;
- 9 — насос; 10 — фільтр грубого очищення;
- 11 — набірня труба; 12 — запобіжна сітка;
- 13 — паливмірне скло; 14 — трубопровід;
- 15 — трубопровід; 16 — паливний бак.

Масляна система (рис. 4.62) призначена для безперервної подачі масла до всіх місць тертя деталей дизеля і охолодження окремих вузлів. До неї входять: масляні насоси, фільтри, трубопроводи, клапани, контрольні прилади. Резервуаром для зберігання масла є картер дизеля. Зв'язки шпоно усмоктується, очищується, охолоджується і нагнітається в масляні канали дизеля. Після виконання своїх функцій масло зливається в картер.

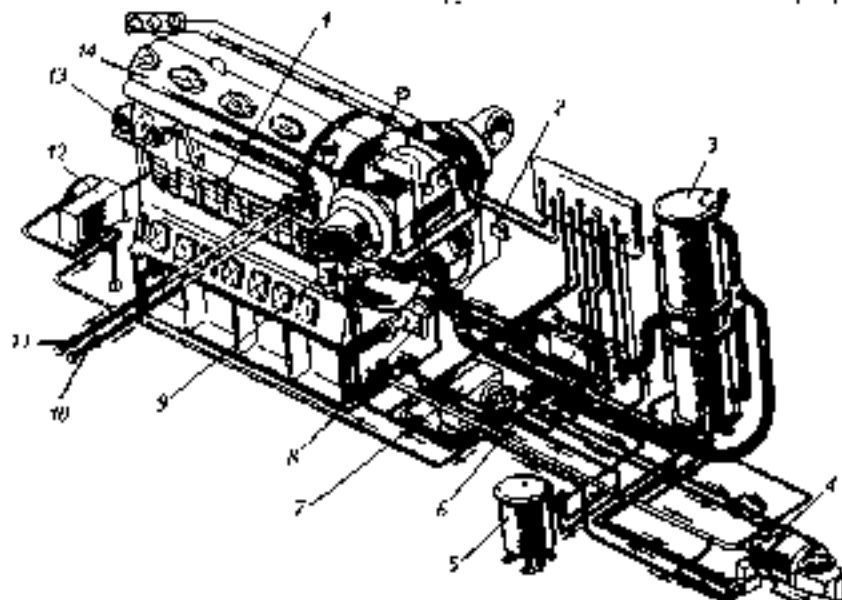


Рис. 4.62. Схема масляної системи двигача

1 — невідворотний клапан; 2 — термореле; 3 — масляний теплообмінник; 4 — підпривід вентилятора; 5 — фільтр тонкого очищення; 6 — фільтр грубого очищення; 7 — задній розподільний редуктор; 8 — шестеренний насос; 9 — підсилюючий фільтр; 10 — заправна труба; 11 — зливна труба; 12 — поперечний розподільний редуктор; 13 — маслянагнітальний насос; 14 — дизель

Система повітропостачання дизеля призначена для усмоктування повітря з атмосфери, очищення і подачі його в дизель в кількості та під тиском, достатнім для повного згоряння палива в циліндрах і їх продувки. Цю роботу виконують насоси, повітроочисники, повітроохолоджувачі, агрегати наддува і продувки.

Водяна система призначена для охолодження вузлів дизеля, які найбільше нагріваються (циліндрові стінки, половини циліндрів тощо) за допомогою води, що циркулює замкнутим колом, до якого входять водяні баки, холодильники, відцентрові насоси, система труб.

4.8. Електричні машини і апарати тепловозів

4.8.1. Тяговий генератор

Тяговий генератор перетворює механічну енергію дизеля на електричну для живлення тягових електродвигунів.

В тепловозах застосовуються генератори:

- **постійного струму**, які виробляють постійний тяговий струм;
- **змінного струму**, які виробляють змінний тяговий струм.

Тяговий генератор постійного струму (рис. 4.63) складається з магнітної системи (станина, головні та додаткові полюси), якоря з якорною обмоткою і колектором, щіткотримачів з щітками для струмознімання і підшипникових щитів з підшипниками. Тягові генератори бувають із

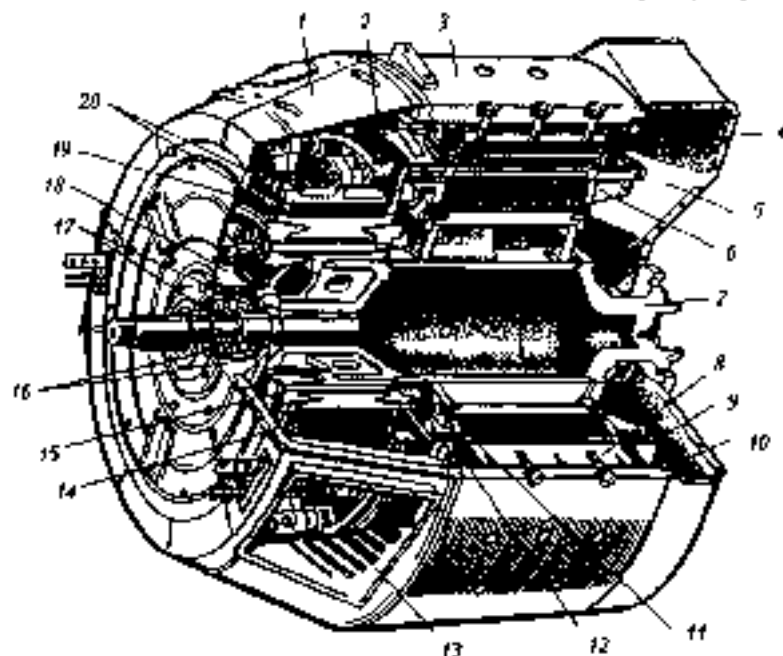


Рис. 4.63. Тяговий генератор постійного струму:

- 1 — кришка; 2 — триперс; 3 — станина; 4 — головний полюс;
 5 — випітрювідний патрубок; 6 — обмоткотримач; 7 — корпус якоря;
 8 — додатковий полюс; 9 — обмотка якоря; 10 — діафрагма; 11 — обмоткотримач;
 12 — зрівнювальне з'єднання; 13 — випускний патрубок; 14 — колектор;
 15 — підшипниковий щит; 16 — кришка підшипника; 17 — ущільнювальні
 кільця; 18 — капсула; 19 — щіткотримачі; 20 — струмозбірні шини.

самовентиляцією (на палу явора з протилежного боку від колектора влаштовується відцентровий вентилятор, який усмоктує повітря і вентиляє генератор) або з окремим відцентровим вентилятором, який через повітроувідний натрубок кашітас повітря в генератор для його охолодження. Після циркуляції шитря виводиться через вилускний натрубок. Такі тавові генератори застосовуються в тепловозах з електричною передачею постійного струму ЗТЕ10Л, ЗТЕ10В, ЗТЕ10М, 2М62, ТЕП60 та інших. Тяговий генератор постійного струму крім своєї основної функції ще використовується як стартер для пуску дизеля. Живлячесь від акумуляторної батареї. він в режимі двигуна розкручує колінчастий вал до такої швидкості обертання, за якої настає самозапалення палкв в циліндрах.

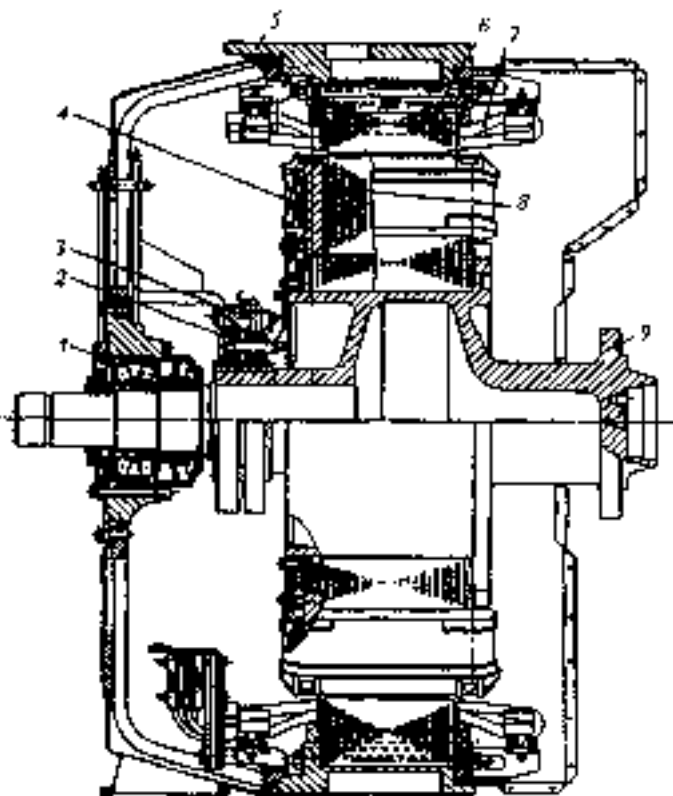


Рис. 4.14. Синхронний генератор трифазного струму (мозображний розріз):
 1 — підшипник; 2 — контактні кільця; 3 — щітковий апарат,
 4 — обмотка ротора; 5 — статор; 6 — палуди статора; 7 — трифазні обмотки,
 сполучені «зіркою»; 8 — полки ротора; 9 — роторний корпус.

В змінно-постійній електричній передачі на тепловозах 2ТЕ116, ТЕП70, ТЕП75 та інших застосовується тяговий генератор змінного струму, як правило, синхронний (рис. 4.64). Станика генератора зварної конструкції має осердя, в пази якого укладається двошарова хвилеподібна мідна обмотка. Обмотка статора з'єднана у спосіб двох незалежних зірочок, тому має шість виводів фаз і два нульові виводи. Корпус ротора також зварної конструкції, виконаний подібно до якоря теплового генератора постійного струму. Котушки на осердях полюсів ротора з'єднані послідовно. Початок і кінець обмотки збудження виведені на контактні кільця, що контактують з електрографітовими щітками, через які поступає струм від збудника. Своєю коротким валом ротор опирається на сферичний роликовий підшипник, установлений у підшипниковому щиті. Протилежний кінець ротора за допомогою фланця і муфти з'єднується з колінчастим валом дизеля.

Застосування синхронних тягових генераторів дає можливість збільшити потужність генератора за однокласного зменшення його маси, габаритів, а також позбутися складного і малонадійного щіткового апарату.

4.8.2. Тягові електродвигуни тепловозів

Тягові електродвигуни перетворюють електричну енергію на механічну тягову. Кожна колісна пара має індивідуальний привід від одного тягового двигуна.

За конструкцією тепловозні тягові електродвигуни постійного струму (рис. 4.65) принципово не відрізняються від електродвигунів електровоза. Це, як правило, чотириполюсові електромашини постійного струму послідовного збудження з незалежною вентиляцією.

Суттєві відмінності в конструкції і в експлуатації має асинхронний електродвигун ЕД900 (рис. 4.66), що запроваджується на деяких нових серіях тепловозів з електричною передачею змінного струму. Він значно простіший, ніж асинхронний на електровозах. Електродвигун складається із статора, ротора і торцевих щитів з підшипниками.

Статор складається з корпусу, осердя двошарової петлеподібної обмотки, закріпленої в пазах конусними кільцями, а ротор — з вала, остця у вигляді труби, осердя, короткозамкнутої обмотки, виконаної у вигляді «білічної злітки». Електродвигун має опорно-рамну підвіску.

Принцип роботи електродвигуна полягає у створенні обмоткою статора обертового магнітного поля, яке наводить струм у короткозамкненій обмотці ротора і під дією електромагнітних сил приводить в рух ротор.

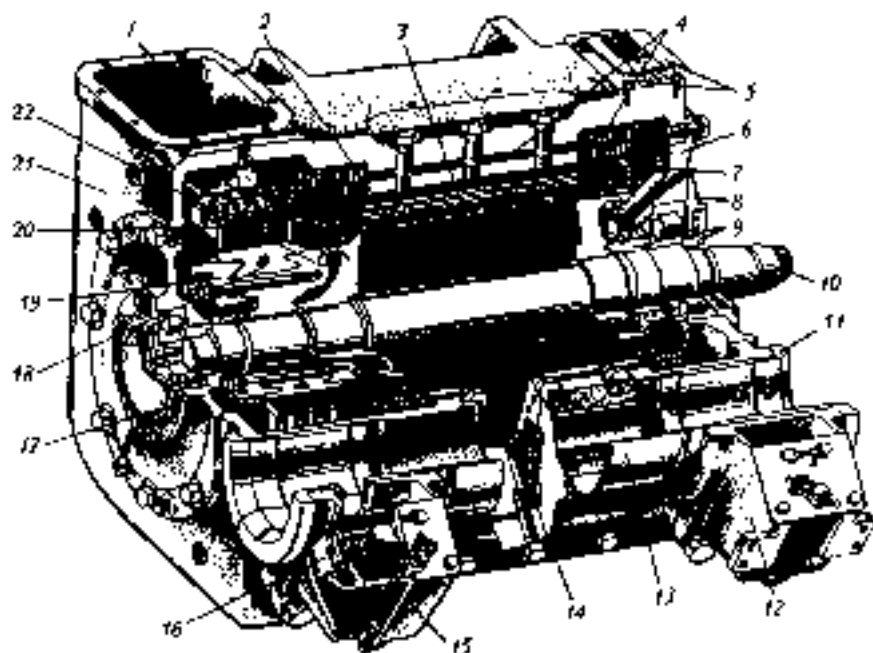


Рис. 4.65. Тяговий електродвигун тепловоза

з електропередачею постійного і змінно-постійного струму:

- 1 - натискуюча шайба; 2 - обмотка якоря; 3 - осереддя якоря; 4 - осереддя і котушка головного полюса; 5 - захисний кожухок і сітка; 6 - підшипниковий шпнт; 7 - бандаж; 8 - кришка підшипника; 9 - ущільнювальні хілля; 10 - вал; 11 - вкладини підшипника; 12 - кришка моторно-осьового підшипника; 13 - шпнт; 14 - додатковий полюс; 15 - маслопокажчик; 16 - полістер; 17 - болт колектора; 18 - колекторна пластина; 19 - натискуючий конус; 20 - шіткотримач; 21 - осьов; 22 - втулка колектора.

В експлуатації електродвигун дуже простий, потребує тільки догляду за ізоляцією, підшипниками ротора і контактами обмотки.

4.8.3. Допоміжні електричні машини на тепловозі

До допоміжних електричних машин належать:

- збудник-генератор невеликої потужності, призначений для живлення постійним струмом обмоток тягового генератора і збудження його магнітної системи. Може бути джерелом постійного струму і подавати струм в обмотки генератора безпосередньо, а також змінного струму і подавати струм через випрямний пристрій.

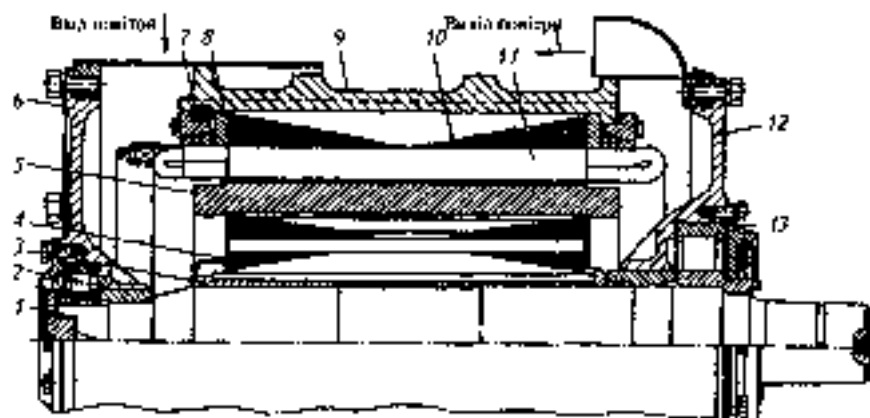


Рис. 4.66. Термоелектричний генератор потужності 1/1900:

1 – вал ротора; 2 – комутатор підшипників; 3 – корпус ротора; 4 – осердя ротора; 5 – короткозамкнена обмотка ротора; 6 – підшипниковий штифт; 7 – корпусні шайби; 8 – підшипникові шайби; 9 – корпус статора; 10 – осердя статора; 11 – обмотка статора; 12 – підшипниковий штифт; 13 – різьбові підшипники.

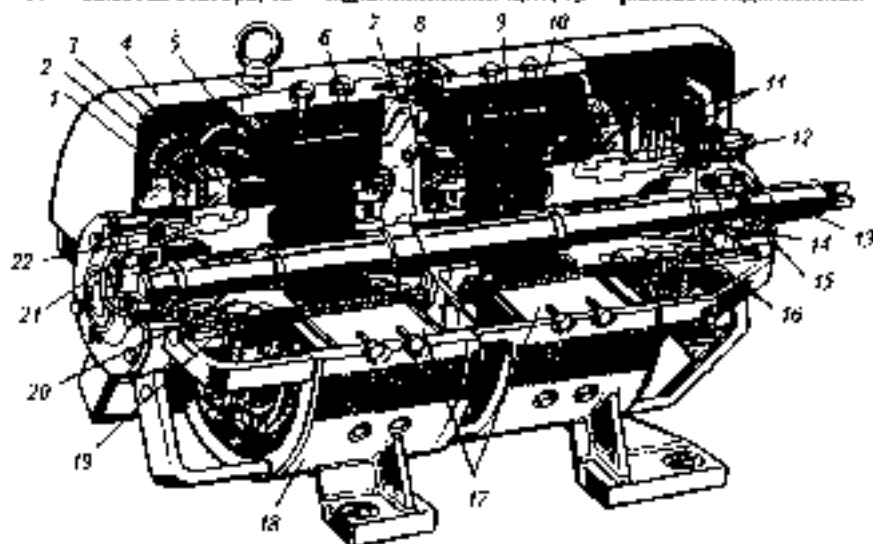


Рис. 4.67. Двомашинний агрегат на термоелектрі:

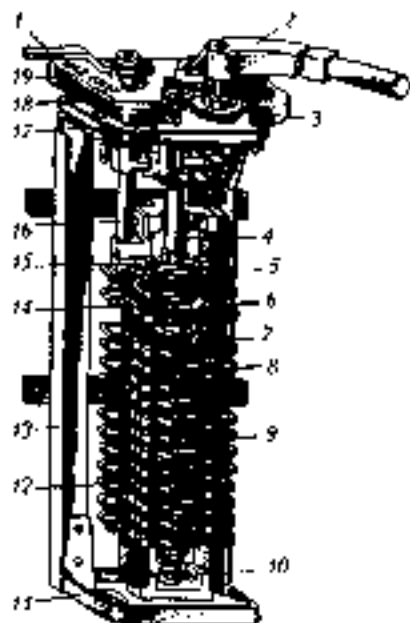
1 – траверса; 2 – шина; 3 – щітка; 4 – кожух; 5 – осердя якоря; 6 – обмотка якоря; 7 – вентилятор; 8 – обмотка якоря; 9 – осердя якоря; 10 – головний полюс; 11 – щіткоприймач; 12 – колекторна пластинка; 13 – вал; 14 – лабіринтне кільце; 15 – кришка підшипника; 16 – контактні кільця; 17 – додаткові полюси; 18 – станина; 19 – колекторні пластини; 20 – колекторна штулка; 21 – пластинчаста штулка; 22 – капсула підшипника.

- **допоміжний генератор**, призначений для забезпечення власних потреб на тепловозі (зарядження акумуляторної батареї, живлення електроланцюгів управління і освітлення, електродвигунів насосів і вентиляторів, а також для живлення обмоток збудника).

На багатьох тепловозах збудник і допоміжний генератор об'єднують одним цілом у **двомашинний агрегат** (рис. 4.67), що обертається від дизеля через редуктор;

- **синхронний підбудник**, призначений для живлення електричним струмом обмотки збудження збудника, одночасно виконує функцію датника частоти обертання колінчастого вала дизеля, тобто тахогенератора,
- **стартер-генератор**, що використовується в деяких тепловозах (з електричною передачею змінно-постійного і змінного струму) як двигун для пуску дизеля, а потім — як допоміжний генератор для живлення різних агрегатів тепловоза постійним струмом; в режимі двигуна стартер живиться від акумуляторної батареї;

- **електродвигуни малої потужності**, які використовуються для роботи масляних і паливних насосів.



4.6.4. Електричні апарати тепловоза, їх призначення

До електричних апаратів тепловоза належать:

- **грушовий контактор**, призначений для підключення резисторів послаблення збудження тягових електродвигунів;
- **контактори**, призначені для замикання силових електроланцюгів, за принципом дії бувають електропневматичні, електромагнітні;
- **реверсор**, призначений для зміни

Рис. 4.68. Тепловозний контролер машиніста:

- 1 — реверсивна рукоятка; 2 — головна рукоятка; 3 — зубчатий сектор;
4 — валовий вал; 5 — тяга; 6 — дошка кріплення рухомих пальців;
7 — кулічкові шайби; 8 — рухомий контакт; 9 — гнучкий шнур;
10 — установлювальні відміли; 11 — нижня плита; 12 — нерухомий контакт;
13 — каркас; 14 — реверсивний барабан; 15 — повзирок; 16 — реверсивний вал;
17 — верхня плита; 18 — зубчате колесо; 19 — кришка.

струму в обмотці збудження тягових електродвигунів з метою зміни напрямку руху тепловоза; він не має дугогасильних пристроїв, тому перемикається може тільки за відсутності струму в електричних колах тягових двигунів;

- **контролер машиніста** (рис. 4.68), який установлюється в кабіні тепловоза, призначений для управління реверсормом і дистанційного управління електричною передачею; конструктивно виконаний подібно до електровозного контролера, для ручного управління має реверсону та головну рукоятку;
- **реле** управління, переходу, зворотності струму, заземлення, буксування, тиску масла, тиску повітря тощо;
- **резистори** для шунтування обмоток збудження тягових двигунів, а також для використання в інших машинах;

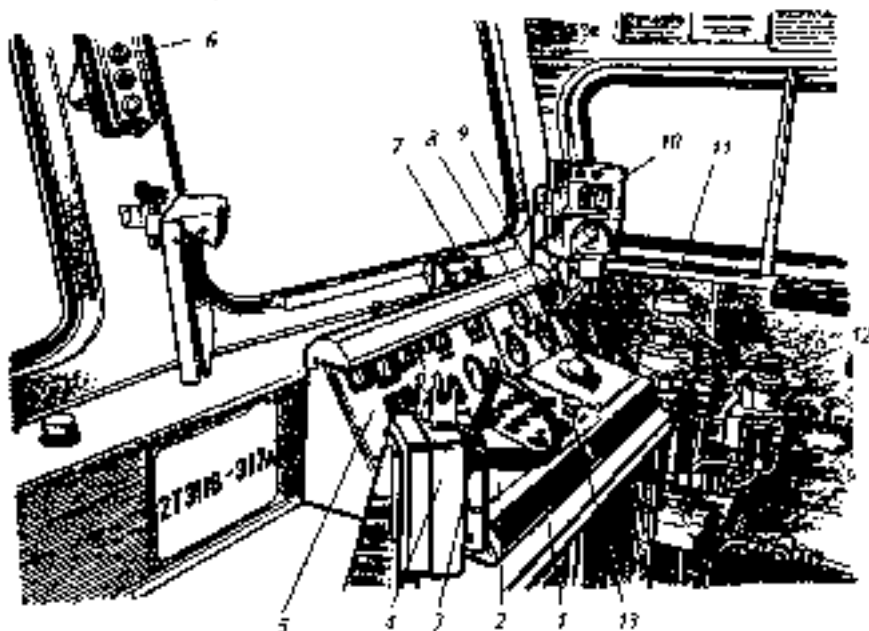


Рис. 4.69. Розміщення обладнання в кабіні машиніста тепловоза типу ТЕ116:

- 1 — панель тумблерів; 2 — контролер машиніста; 3 — штурвал контролера;
- 4 — пульта радіостанції; 5 — панель електричних мікромажорних пристроїв;
- 6 — світлофор локомотивної сигналізації; 7 — привод склиникового;
- 8 — панель повітряних і масляних манометрів; 9 — кнопки реверсора;
- 10 — швидкостемір; 11 — край машиніста; 12 — край допоміжного гальма;
- 13 — панель управління тепловозом

- **акумуляторна батарея**, яка необхідна для живлення лампочок управління, освітлення, коли не працює дизель, а також тягового генератора або стартера в період пуску дизеля;
- **пульт управління**, що розміщений у кабіні машиніста (рис. 4.69).

4.9. Паровози, газотурбовози, дизель-поїзди, електровози, дрезини, мотовази

4.9.1. Паровоз, принцип їх будови і роботи

Паровоз — це найбільш простий і надійний локомотив, який використовує дешеве паливо (вугілля, дрова, маут), разом з тим найменш ефективний, має коефіцієнт корисної дії 7–8%, а також обмеження потужності котла.

Паровоз складається з трьох основних частин:

- парового котла, в якому вода перетворюється в пару високого тиску;
- парової машини, в якій тиск пари перетворюється в механічну енергію;
- екіпажу, що об'єднує окремі частини паровоза і створює силу тяги.

До паровоза приєднюються тендер, який перевозить певний запас води, палива, піску і мастил.

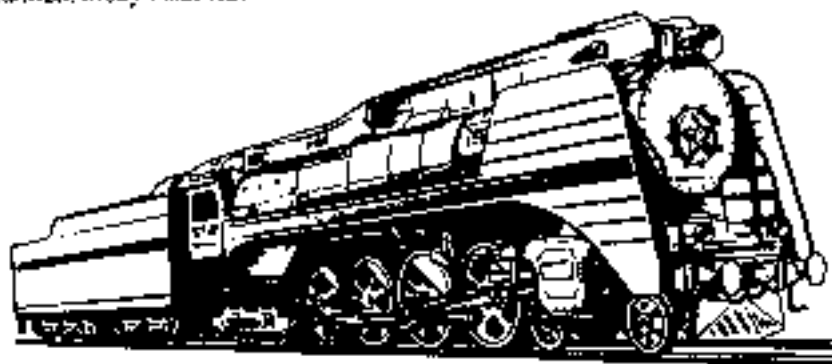


Рис. 4.70 Паровоз П36

Паровий котел (рис. 4.71) — найбільш об'ємна частина паровоза, складається з таких трьох частин:

- **топки** — задньої частини, що прилягає до кабіни машиніста, в ній згорає паливо і тепло передається від води; топка має дві стінки:
 - а) внутрішню, що утворює так звану вогняну коробку;
 - б) зовнішню, що утворює кожух, ізолюючи теплові процеси від зовнішнього середовища.

- **циліндричної частини** – середньої частини, де продовжується передача тепла від розігрітих газів воді, що нагріває цю частину; циліндричну частину утворюють металеві листи, згорнуті в барабани, передня трубна решітка і задня стінка, сполучені між собою димогарянки і жаровні трубки, якими проходять гарячі гази і віддають тепло воді; у верхній частині над одним із барабанів розміщений сухопарник (паровий коник), де збирається суха пара і через пароперегрівачі подається в парову машину.
- **димової коробки** – передньої частини, яка виводить з топки гази, дим і скидає їх через димову трубу в атмосферу.

Гази у вогневій коробці нагріваються до температури $1000-1400^{\circ}\text{C}$, в димовій коробці після віддачі тепла воді вони мають температуру $300-400^{\circ}\text{C}$, пара в циліндричній частині має температуру біля 200°C , а після підігрівання в сухопарнику – $350-400^{\circ}\text{C}$.

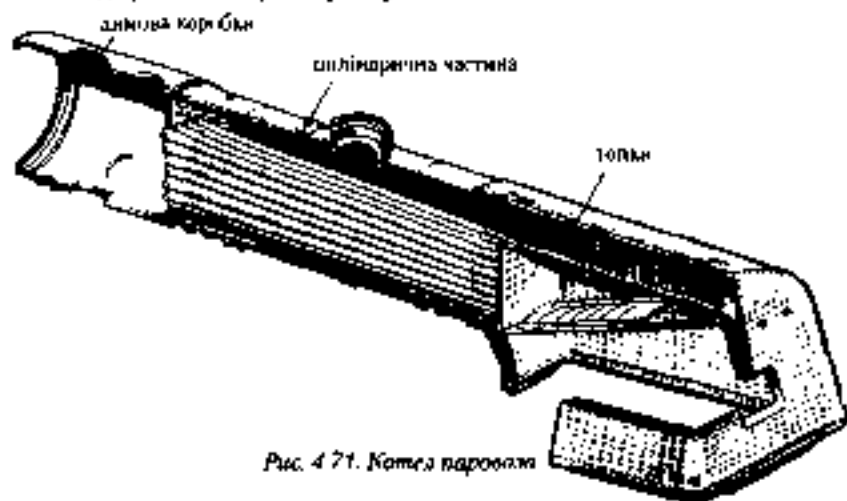


Рис. 4.71. Котел паровий

Парова машина (рис. 4.72) складається з циліндрів, в середині яких розміщені поршні, що поділяють циліндр на дві робочі порожнини – задню і передню. Пара з котла впускається поперемінно в ці порожнини і рухає поршень із одного крайнього положення в інше. Ці рухи поршня перетворюються штоком на повзун. Прямолінійно-зворотні рухи повзуна за допомогою шатунно-криволінійного механізму перетворюються в обертальний рух колеса паровоза.

Шатунно-криволінійний механізм складається із шатуна або поршневого двипла, який шарірно з'єднується з повзуном, і кривошипа, відлитого разом з центром колеса.

Парова машина має паророзподільний механізм для впускання і випускання пари, регулювання наповнення циліндрів паровою, зміни напрямку руху паровоза.

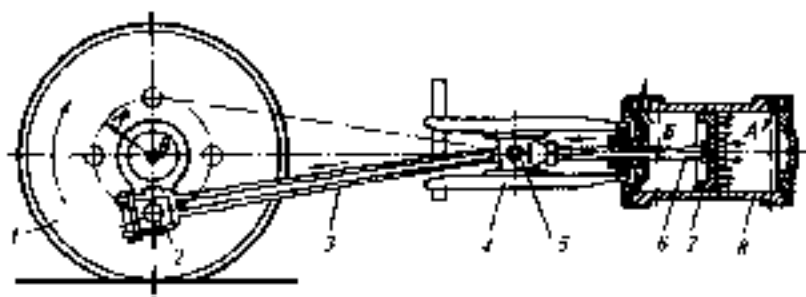


Рис. 4.72. Схема парової машини:

1 - колісний шест; 2 - кривошип; 3 - шатун; 4 - кардан; 5 - повзун, 6 - шток, 7 - поршень, 8 - циліндр, А - передня порожнина циліндра, Б - задня порожнина циліндра; В - довжина кривошипа.

Екіпажна частина паровоза складається з таких вузлів:

- **рами**, що є основою для котла і парової машини;
- **візків**, або коліс;
- **букси** і **ресор**.

Бігунки (спереду) і підтримуючі (ззаду) колісні пари сприймають на себе частину ваги паровоза. Букси передають навантаження на колісні пари.

Ресорне підвищення передає навантаження від рами на букси і пом'якшує поштовхи, що виникають між колесами і рейками. Між бігунковими і підтримуючими колесами розташовані рушійні (тягові) колісні пари, зв'язані з паровою машиною. Найбільша сила тяги паровоза викликається силою зчеплення з рейками тягових коліс. Чим більше цих коліс і чим більша маса локомотива, тим більша сила тяги.

В тендері розміщуються запаси палива, води, піску і мастил, установлюється механізм, що подає в топку вугілля або мазут. Запас має забезпечувати рух паровоза між екіпіруваннями паливом 250-300 км, водою 60-100 км.

Принцип роботи паровоза можна прослідити користуючись загальною конструктивною схемою цього локомотива на рис. 4.73. В топку 1 парового котла за допомогою механічного вуглесподавальника або вручну подається вугілля. Рідке паливо (мазут) подається через спеціальні форсунки. Через клапани золотника 2 в топку поступає повітря. Згорання палива відбувається на колючиковій решітці 3, а рідке паливо у вигляді пилкоподібної суміші згоряє у вогневій коробці. Згорання супроводжується

циліндрів газів і тепла, частинка якого тут же нагріває воду через стінку вогневої коробки 4. Далі гази прямують через задню решітку котла 5 в жарові 6 (великого діаметра) і димогарні 7 (меншого діаметра) труби. Віддавши тепло через стінку труб на вигаровування води в котлі, а також на нагрівання перегрітій парі в елементах пароперегрівача 8, що розміщені в жарових трубах, газі виступають в димову коробку 15 котла і через димову трубу 14 виходять в атмосферу.

В циліндричній частині котла пара збирається у верхній її частині і поступає в спеціальний ковпак 9 (сухопарник) із запобіжником, який спрацьовує під тиском пари вище $(12-15)10^6$ Па, щоб котел не розірвався. Насичена пара при відкритому регуляторі 10 поступає в пароперегрівач 12, в якому пройшовши трубками елементів 8, що розташовані в жарових трубах, підсушується і підігрівається до температури $350-420^{\circ}\text{C}$ і через камеру перегрітої пари 13 і труби 18 підводиться до циліндрів 20 парової машини. В циліндри пара поступає через золотникову камеру 19 за допомогою паророзподільного механізму, яким регулюється впуск свіжої перегрітої пари в циліндр і вивіск відпрацьованої пари в атмосферу. Свіжа

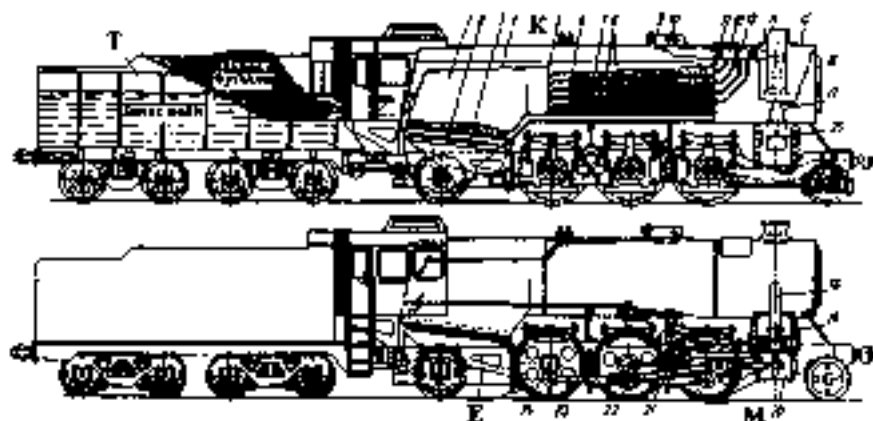


Рис. 4.73. Конструктивна схема паровоза

- 1 — топка; 2 — димник; 3 — колосникові решітка; 4 — вогнева коробка;
 5 — задня решітка котла; 6 — жарові труби (великого діаметра); 7 — димогарні труби (малого діаметра); 8 — елементи пароперегрівача; 9 — сухопарник;
 10 — регулятор перегрітої пари; 11 — передня решітка котла;
 12 — пароперегрівач; 13 — камера перегрітої пари; 14 — димова труба;
 15 — димова коробка; 16 — іскрогасильний пристрій; 17 — конус;
 18 — підвідні труби; 19 — золотникова камера; 20 — циліндр; 21 — шатунно-кривошійний механізм; 22 — вісь ведучої колісної пари; 23 — димало;
 24 — вісь зчепної колісної пари; 25 — канали надтискової пари;
 К — котел; М — парова машина; Е — екранна частина; Т — тендер.

пара в циліндрі 20 тисне на поршень дерев'яний то з одного боку, то з другого, приводить у дію поршень і зв'язаний з ним шатуном кривошипний механізм 21. Останній обертає ведучу вісь 22 і спарені з нею шашками 23 зчепні осі 24 інших тлгових колісних пар.

Відпрацьована в циліндрах пара каналами 25 підводиться до конуса 17, що розташований в димовій коробці котла на одній вертикальній осі з димовою трубою 14. Виходячи з конуса в димову трубу, пара розріджує димову коробку, створює тягу в котлі, завдяки чому посилюється рух повітря через залізничку у топці котла, згорання палива і, відповідно, пароутворення.

4.8.2. Принцип дії газової турбіни і поняття про будову і роботу газотурбовоза

Газова турбіна (рис. 4.74) — це тепловий лопатний двигун, який складається з двох основних частин:

- соплового апарата із спрямовуючими лопатками;
- ротора — робочого колеса з робочими лопатками.

На рис. 4.75 приведена схема найпростішого газотурбінного двигуна.

Стиснене в компресорі 1 повітря поступає в камеру згорання 4, до якої через форсунку 2 також поступає рідке паливо, яке світлом 3 запалюється і згорає.

Продукти згорання за температури до 730°C через спрямовуючі лопатки залізнички 5 і обертають її.

Передачі газотурбіни над дизелями та іншими двигунами внутрішнього згорання.

- велика агрегатна потужність при невеликих габаритах і масі;
- відсутність зворотно-поступальних рухів;
- повна урівноваженість;
- відсутність системи водяного охолодження;
- невелика кількість підшипників;
- використання дешевих сорту рідкого палива (мазута тощо).

Суттєвим і вирішальним недоліком газової турбіни є невисокий коефіцієнт корисної дії (17–20%).

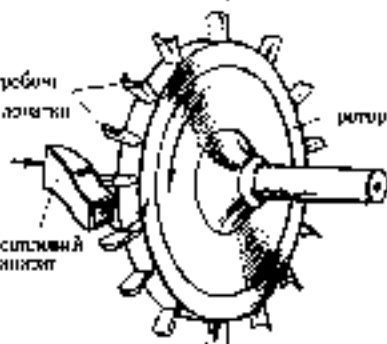


Рис. 4.74. Принципова схема роботи газової турбіни

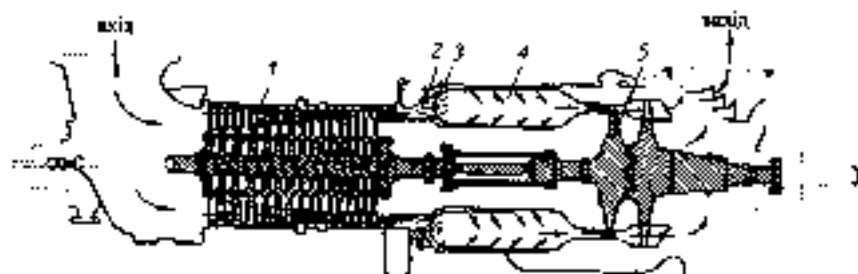


Рис. 4.75. Схемат. двигуна з найпростішою газовою турбіною.
1 — компресор; 2 — паливна форсунка; 3 — свічка запалення палива;
4 — камера згоряння; 5 — турбіна.

Застосування відьнопоршневого генератора газу в газотурбінних двигунах дозволило легко підвищити коефіцієнт корисної дії, але за розмірами і масою цей двигун поступається перед дизелями. Роботи над вдосконаленням газотурбінних двигунів продовжуються. Кращі їх зразки, розроблені у Франції (TURMO), США, Канаді та інших країнах, за показниками теплової економічності значно наблизились до двигунів внутрішнього згоряння і останнім часом стали ширше заправляжуватись на залізничному транспорті.

В газотурбовозах, які проектувались і випускались у різних країнах, застосовувались газотурбінні машини двох видів:

- двигун з найпростішою газовою турбіною (рис. 4.75);
- відьнопоршневий генератор газу (ВПГГ).

Коломенським тепломашинобудівним заводом (Росія) було випущено декілька експериментальних зразків газотурбовозів з найпростішою газовою турбіною: вантажного серії Г-І (рис. 4.76), і пасажирського ГП-І, а також — з відьнопоршневим генератором газу ГТ-І, в якого коефіцієнт корисної дії трохи вищий, ніж з простою турбіною.

Газотурбовоз з електричною передачею складається з таких основних частин:

- осьового компресора;
- камери згоряння;
- газової турбіни;
- редуктора;
- тягового генератора;
- тягових електродвигунів.

Досвід експлуатації цих газотурбовозів, пошуки і спроби створення газотурбовозів на Лутанському тепломашинобудівному заводі можуть бути використані в майбутніх розробках більш вдосконалених і економічних

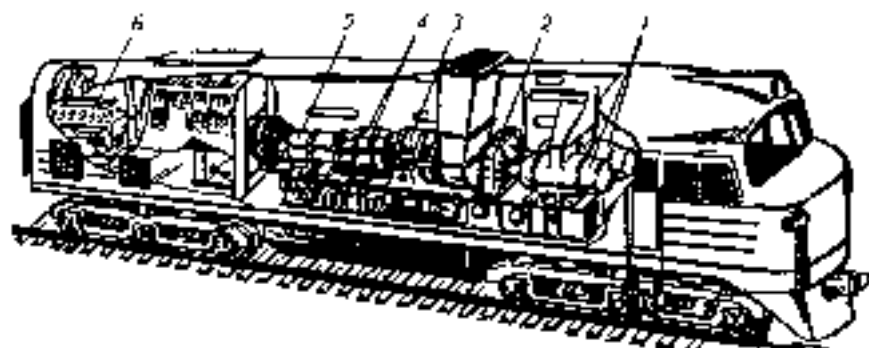


Рис. 4.76. Газотурболокомотив ГТ:

- 1 — генератор постійного струму; 2 — випрямник; 3 — турбіна;
4 — камера згоряння; 5 — компресор; 6 — дизель-генераторна установка.

газотурбінних локомотивів і турболокомотивів в Україні, якщо цього будуть вимагати нові пріоритети газотурбобудування.

Зарубіжний досвід вказує на ефективність запровадження цього виду тяги в приміських і місцевих сполученнях в умовах швидкісного і високошвидкісного руху поїздів. Особливо цікавим у цьому плані є французький високошвидкісний турболокомотив TGV (рис. 4.77), створений фірмами Alsthom, MTE, TURBOMECA і ABC-SEMCA. Системи установки п'ятиватного

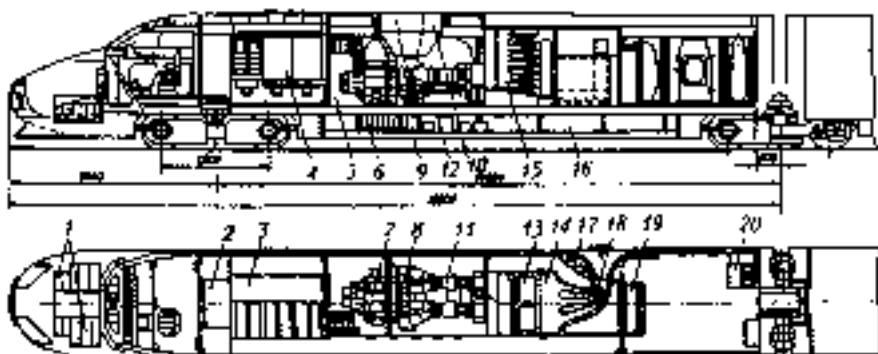


Рис. 4.77 Розміщення обладнання в моторному вагоні турболокомотива TGV.

- 1 — акумуляторна камера; 2, 3 — електрообладнання; 4 — реостатне гальмо;
5 — випрямник; 6 — допоміжна апаратура газотурбінного двигуна;
7 — генератор змінного струму; 8 — редуктор; 9 — пневмаапаратура;
10 — впускний патрубок; 11 — газотурбінний двигун; 12 — трансформатор;
13 — повітряні фільтри; 14 — вентиляційна камера; 15 — масляний насос;
16 — паливний бак; 17 — насос; 18 — розподільник; 19 — електронне
обладнання; 20 — радіатор.

турбомашина складається з чотирьох конструктивних двигунів моделі ТУРМО і конструктивної версії машин-генераторів струму. В даній крайній машині встановлено устаткування для двигуна і машини трансформаторної частоти потужністю 2250 кВт, а також привід генератора для допоміжних машин потужністю 265 кВт. Основний генератор через автотрансформатор живить шість силових трансформаторів потужності електроприводу машини струму. Додатково обладнаний спеціальними системами управління крім призначеної функції діючої машини. Машина має чотири підвішування і чотири системи гальм: ручного, шестиступінчастого, електричного і електромагнітного. Основні гальма – ручні та електричні/електромагнітні використовуються тільки на швидкості до 120 км/год. Пасажирський вагон є середнім вагоном довгої комфортності, має спеціальний дизайн. Максимальна швидкість турбомашини становить 218 км/год.

4.5.3. Поняття про будову і роботу дизель-локомотива

Дизель-локомотив – це постійно сформований рухомий склад з тяги, тягарю або шесті вагонів, який із своєю моторою (маєть шість і п'ять вагонів тягарю), всі шесті – тягарі. Дизель-локомотив використовується для обслуговування прив'язаних залізничних перевезень на електрофікованих залізничних лініях.

Розробка дизельних локомотивів дизель-локомотивів серії ДР, ДР-1, ДР-1А та інші.

Дизель-локомотив серії ДР-1 (дов. 1780 мм) призначений для роботи. Крім тяги і тягарю шесті вагонів судиловається. Перший вагон мотор-

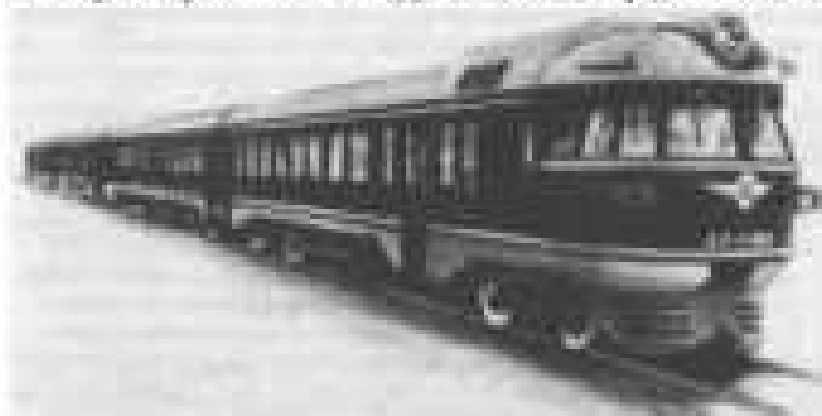


Рис. 4.76. Дизельний локомотив (дизель-локомотив) ДР-1

ного вагона має облічну форму, в ній розміщується кабіна машиніста з пультом управління. З кабіни є вихід у машинне відділення, де розміщений головний дизель, дизель-електростанція, гідропередача, від якої приводиться в рух зарядний генератор і компресор. У другій половині моторного вагона і в усіх причіпних вагонах розміщуються пасажирські приміщення.

В ролі силового двигуна застосовується чотиритактний V-подібний дизель, на одній рамі з яким розміщується гідромеханічна передача. Вона складається з механічного редуктора, двох гідротрансформаторів і реверсивного механізму. Від вала реверса обертальний момент передається через карданні вали на осьові редуктори колісних пар ведучого візка.

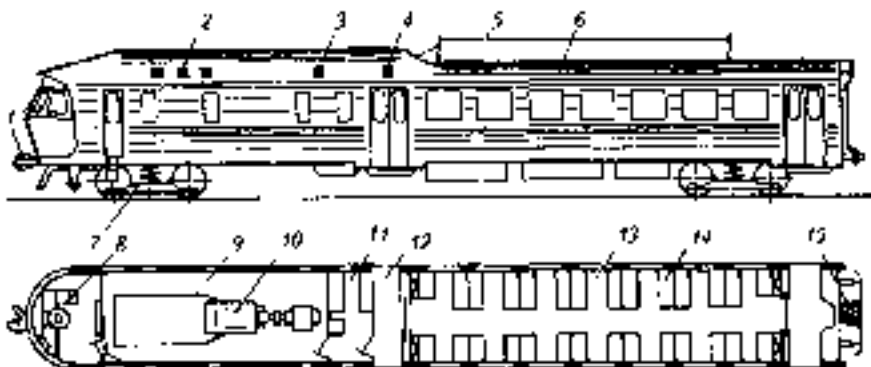


Рис. 4.79. Моторний вагон дизель-поїзд:

1 — автоочел; 2 — радіатори теплообмінники; 3, 4 — жалюзі в системі вентиляції; 5 — радіоантена; 6 — дах; 7 — моторний візок; 8 — кабіна; 9 — машинне відділення; 10 — дизель; 11 — службове відділення; 12 — тамбур; 13 — салони для пасажирів; 14 — диван; 15 — перехідна площадка.

Дизель-поїзд серії ДР-1А має гідравлічну передачу, в решті відмінностей від попередньої серії не має. Дискові гальма дозволяють дизель-поїзду реалізувати на швидкості 120 км/год від початку гальмування до зупинки гальмівну путь 900 м.

У 1997 р. державною холдинговою компанією «Луганськтепловоз» за участю ВУ «Завод ім. Малишова» та інших співпідприємців розроблені вітчизняні дизель-поїзди ДЕЛ 01 і ДЕЛ 02 з електропередачею змінного струму. Дизель-поїзд ДЕЛ 01 з агрегатом на базі танкового двигуна 6ДН складається з двох моторних вагонів з осьовою формулою 2_0-2 і двох причіпних між ними (М + 2П + М). Потужність силової установки 2×388 кВт. Дизель-поїзд ДЕЛ 02 (рис. 4.80) має силові установки потужністю 2×505 кВт, формується за схемою М + П + М і оснащується мікропроцесорною технікою управління та контролю. Конструктивна

4.9.4. Автоматрисы, дрезини і мотовози

Автоматрисы (франц. *automotrice* — самохідна) можна поділити на дві групи: службові та пасажирські. Широко розповсюджена службова автоматриса АС1А (рис. 4.82) — двоосісна з автомобільним бензиновим двигуном потужністю 50 кВт. Салон моториси розрахований на 24 сидячих місць. Передача — механічна, через карданний вал на задню вісь. Конструктивна швидкість 80 км/год. До моториси можна чіпляти рухо́мий склад масою не більше 10 т.



Рис. 4.82. Автоматриса АС1А

В 1969 р. Ризьким вагонобудівним заводом були збудовані пасажирські автоматрисы АР1 з двома дизелями по 175 кВт. В салоні 90 місць для сидіння. На моторисі застосована гідравлічно-механічна передача і електрична схема управління, яка допускає керування за системою багатьох одиниць. Конструктивна швидкість 100 км/год.

В експлуатації можна іноді зустріти чехословацькі автоматрисы АЧ0 з дизелем потужністю 550 кВт і місткістю салону 64 місця та 4-вісні автоматрисы АЧ2 з дизелем потужністю 750 кВт, місткістю салону 67 сидячих місць і конструктивною швидкістю 120 км/год. До автоматрисы можна чіпляти один або два причіпних вагони по 123 сидячих місць. Дві автоматрисы можуть сформувати шестивагонний поїзд.

Дрезини (за прізвищем німецького винахідника першої половини ХІХ століття К.Ф. Дреза) — самохідний транспортний засіб на залізничному ході. Перші дрезини взагалі були з ручним приводом у вигляді важільно-шестерного механізму. На початку ХХ століття на дрезинах стали установлювати бензиновий або мотоциклетний, а пізніше автомобільний двигуни.

Мотодрезини — дрезини з мотоциклетним бензиновим двигуном, мають невеликі розміри і масу (до 300 кг), можуть групувати людей зніматись з колії, призначені для інспекційних перевезень (інспекційна мотодрезина ІД1) та для використання при поточному ремонті колії (транспортна дрезина ТД5). Транспортні мотодрезини можуть переміщуватись з одним або двома невеликими причепами. Вантажопідйомність мотодрезини з одним причепом 0,5 т, швидкість до 50 км/год.

Автодрезини — дрезини з автомобільним бензиновим або дизельним двигуном, можна теж поділити на дві групи: вантажні і пасажирські.

Вантажні автодрезини випускаються на базі платформ з карбюраторним двигуном і механічною передачею (рис. 4.83). На автодрезині установлюється поциповоротний підйомний кран вантажністю 1–5 т. Швидкість — до 85 км/год. Автодрезина з дизельним двигуном може переміщати платформу з вантажем до 60 т (при роботі на перегоні) і до 300 т (при маневрових роботах). Такі автодрезини використовуються переважно на колійних роботах.

Автодрезини можуть також обладнуватись монтажними вишками і використовуватись для поточного утримання і аварійно-відбудовних робіт на контактній мережі електрифікованих залізниць (рис. 4.84).



Рис. 4.83. Вантажна автодрезина



Рис. 4.84. Монтажна автодрезина

Пасажи́рські автодрези́ни (рис. 4.85) – самохідні вагони з пасажирським салоном на 24 сидіння місць. Можуть розвивати швидкість до 80 км/год.

Мотовоз – це тяговий транспортний засіб з двигуном внутрішнього згорання потужністю до 220 кВт, використовується для маневрової роботи на під'їзних коліях промислового транспорту, а також для підвезення матеріалів на колійних ремонтних та інших підсобних роботах.

На мотовозах перших випусків застосовувалися двигуни автомобільного типу з механічною передачею, а на мотовозах недавніх випусків – дизелі з механічною і гідромеханічною передачею (ТТК1, ТТК2). Так мотовоз ТТК2 має дизель потужністю 160 кВт з гідромеханічною передачею, автоматичне перемикання ступенів швидкості для режими роботи (маневровий і поїзний). Мотовоз-електростакція (МЕС) – дизельний мотовоз потужністю 220 кВт з електричною передачею, має електростанцію, яка використовується для живлення приводів колійних машин.



Рис. 4.85. Пасажи́рська автодрезина

4.10. Локомотивне господарство

4.10.1. Основні завдання і структура управління локомотивним господарством

Локомотивне господарство має забезпечувати процес перевезень справними тяговими засобами, утримувати ці засоби відповідно до вимог ПТЕ у справності, удосколювати їх і забезпечувати безпеку руху поїздів.

Управління локомотивним господарством будується на загальних засадах, властивих для залізничного транспорту. Вони включають територіальний і виробничо-функціональний принципи управління, зображені на рис. 4.86.

Головне управління локомотивного господарства забезпечує запровадження на залізницях нових видів тяги, обладнання і пристроїв для ремонту і обслуговування локомотивів, розробляє і здійснює заходи щодо розвитку і утримання локомотивного парку залізниці.

Служба локомотивного господарства має такі ж завдання і функції, тільки в межах залізниці.

Головною виробничою одиницею у локомотивному господарстві є локомотивне діло, яке безпосередньо обслуговує локомотивний парк. За характером роботи діло бувають основні та об'їзні.

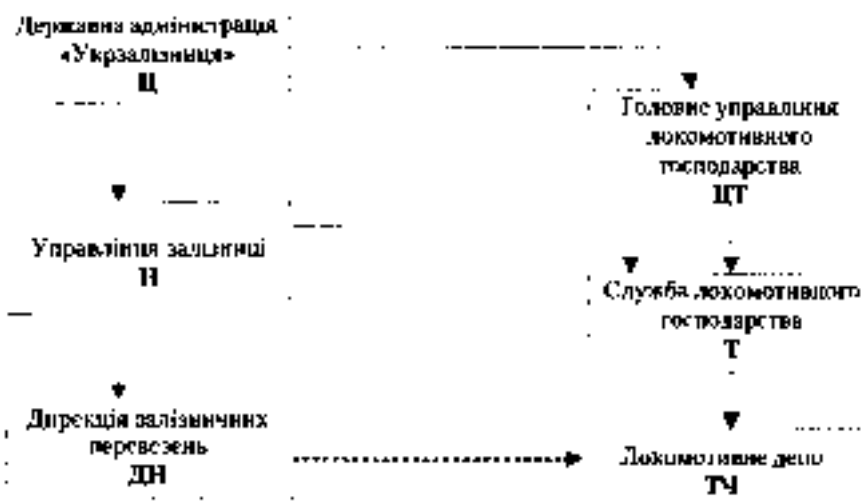


Рис. 4.86. Структурна схема управління локомотивним господарством

Основне локомотивне депо — це лінійне виробниче підприємство, до якого приписана певна кількість локомотивів або одиниць моторвагонного рухомого складу, які воно має часом видавати в рейс, постійно здійснювати їх технічне обслуговування і ремонт. Основне депо працює на самостійному господарському розрахунку.

Основні депо бувають вантажні, пасажирські і змішані (вантажно-пасажирські), а в залежності від виду тяги — електровозні, тепловозні та моторвагонні.

Депо мають цехи і дільниці для певних видів робіт, обладнані необхідною устаткуванням і підйомно-транспортними машинами та механізмами, також оглядові ями і місця підстою локомотивів, екіпірувальні пристрої, виробничі, службові і побутові споруди та будівлі.



Рис. 4.87. Схема розміщення будівель локомотивного депо:

- а — прямокутна форма; б — віялова форма без поворотного круга;
в — ступенчата форма; з — віялова з поворотним кругом

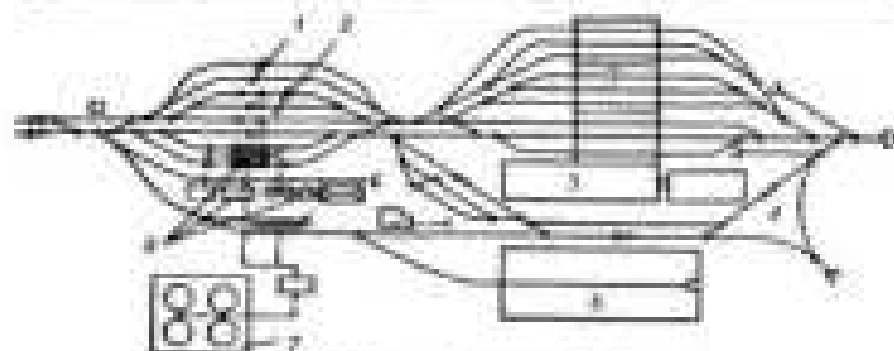


Рис. 4.88. Схема вирощування картоплі і процесів на вирощуванні картоплі

1 – матеріальні засоби і вирощування картоплі 2 – матеріальні засоби і вирощування картоплі 3 – вирощування картоплі 4 – вирощування картоплі 5 – вирощування картоплі 6 – вирощування картоплі 7 – вирощування картоплі 8 – вирощування картоплі

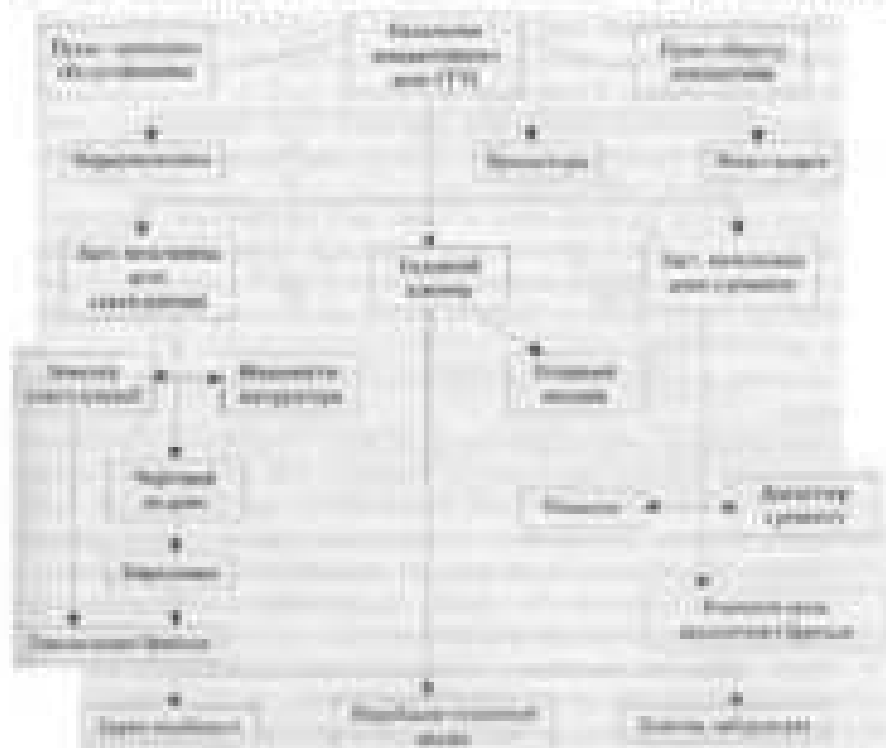


Рис. 4.89. Схема вирощування картоплі і процесів на вирощуванні картоплі

На рис. 4.87 і 4.88 показані традиційні схеми розміщення будівель і пристроїв локомотивного депо, а на рис. 4.89 — структура управління депо.

Оборотне депо або депо пункту обороту — це депо, що розташовується в кінці тягового плеча, і до якого локомотиви не приписані. Оборотноє депо виконує обліди, деякі види поточних ремонтів, організовує підпочинки локомотивних бригад. В оборотних депо розміщуються пункти технічного обслуговування і експлуатації локомотивів, екіпірувальні пристрої і кімнати відпочинку бригад.

4.10.2. Локомотивний парк і організація його роботи

Інвентарний локомотивний парк поділяється на експлуатаційний і неексплуатаційний.

Експлуатаційний парк складають всі локомотиви, що перебувають в рейсі або в очікуванні рейсу.

Неексплуатаційний парк складають всі несправні локомотиви, що перебувають в усіх видах ремонту, або в очікуванні його, а також у запасі Укрзалізницці і резерві Управління залізниц.

Після переведення залізнички на нові види тяги — електричну і теплову — замість прикріплення бригад до локомотивів і плечової їзди стала практикуватись змінна їзда.

Суть змінної їзди полягає в тому, що локомотивні бригади не закріплюються за локомотивами, а на станціях дільниці обертання змінюються відповідно до установлення норм безперервної тривалості їх роботи. Бригади закріплюються тільки за маневровими, маневровими і господарчими локомотивами.

Дільниця, в межах яких обертаються локомотиви, називають тяговими плечами.

При запровадженні класифікації дільниць обертання і способів обслуговування локомотивами поїзди, прийняті такі довгеття про пункти обороту, зміни локомотивів і зміни локомотивних бригад (див. рис. 4.90).

- **пункт обороту локомотивів** — залізнична станція в кінці дільниці обертання локомотивів, на якій усі локомотиви, що перебувають з поїздами чи резервом (без поїзда), відправляються з поїздами чи резервом тільки у зворотному напрямку;
- **пункт зміни локомотивів** — залізнична станція, розташована в середині дільниці обертання, на якій локомотиви, що відчіпляються від поїздів чи перебувають резервом, відправляються з поїздами чи резервом як у зустрічному, так і попутному напрямках.

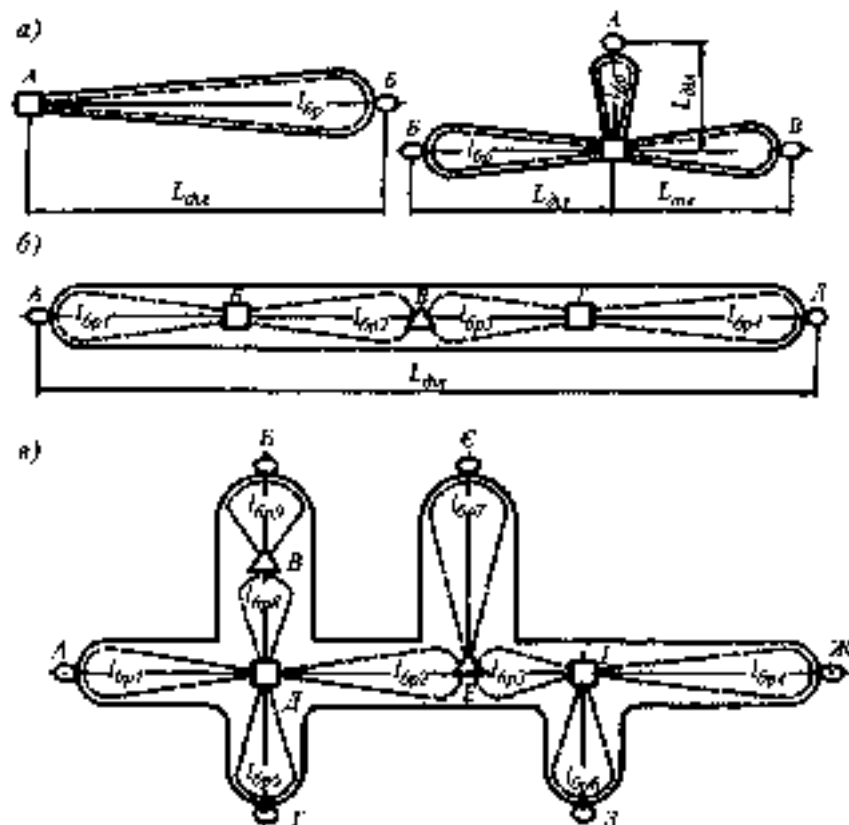


Рис. 4.90. Основні схеми дільниць обертання локомотивів:

а) короткі; б) подовжені; в) розгалужені;

умовні позначення: — депо приписки локомотивів;

пункти обороту локомотивів; $\triangle$ — станції зміни локомотивних бригад;

— дільниці обертання локомотивів; $L_{об}$ — довжина дільниці обертання локомотивів; $l_{об}$ — довжина відрізка роботи локомотивних бригад

- **пункт зміни локомотивних бригад** — залізнична станція, розташована в межах дільниці обертання локомотивів, на якій відбувається зміна локомотивних бригад

Дільниці обертання локомотивів бувають **короткі**, **подовжені** та **розгалужені** (рис. 4.90).

На розгалуженні дільниць обертання можливий ряд варіантів маршрутів прямування між пунктами обороту: $L_{об1}$, $L_{об2}$ і т.д. Локомотиви, приписані до депо Д, наприклад, можуть працювати на маршрутах:

$L_{\text{кр}1}^{\text{I}} = L_{\text{дв}} = L_{\text{кр}1} + L_{\text{кр}2} + L_{\text{кр}3}$; $L_{\text{кр}2}^{\text{I}} = L_{\text{дв}} = L_{\text{кр}1} + L_{\text{кр}2} + L_{\text{кр}3} + L_{\text{кр}4}$; $L_{\text{кр}3}^{\text{I}} = L_{\text{дв}} = L_{\text{кр}1} + L_{\text{кр}2} + L_{\text{кр}3} + L_{\text{кр}4} + L_{\text{кр}5}$ і т.д., локомотиви, приписані до депо І. — на маршрутах: $L_{\text{кр}1}^{\text{I}} = L_{\text{ж}1} = L_{\text{кр}1} + L_{\text{кр}2} + L_{\text{кр}3}$ і т.д.

4.10.3. Види ремонтів локомотивів та моторвагонного рухомого складу

Система технічного обслуговування тягового рухомого складу і планово-попереджувальних ремонтів включає:

- **технічне обслуговування ТО-1, ТО-2, ТО-3, поточний ремонт ПР-1** — це огляди і роботи з метою попередження появи несправностей в експлуатації, підтримання рухомого складу в працездатному і належному санітарно-гігієнічному стані, забезпечення пожежної безпеки та безаварійної роботи;
- **технічне обслуговування ТО-4** — для обточування бандажів колісних пар (без викочування їх з-під рухомого складу) з метою підтримання оптимальної величини прискоту та товщини гребенів;
- **технічне обслуговування ТО-5** — підготування тягового рухомого складу з консервацією для довготривалого зберігання при вилізненні в запас Укрзалізничі або резерв Управління залізничі, підготування до експлуатації після перебування в запасі Укрзалізничі або резерв Управління залізничі, перед відправленням в капітальний і поточний ремонт, на іншій залізничі, або після прибуття в непрацездатному стані після виготовлення, ремонту чи передислокації;
- **поточні ремонти ПР-2 та ПР-3** — для забезпечення справності тягового рухомого складу, відновлення експлуатаційних характеристик та забезпечення їх стабільності в міжремонтний період, виконання ревізії, ремонту, заміни груп деталей, вузлів та агрегатів, а також часткової модернізації;
- **капітальний ремонт КР-1, поточний ремонт підсилений ПР-3П** — для відновлення паспортних характеристик, часткового відновлення ресурсу, заміни і ремонту зношених, несправних агрегатів, вузлів, деталей та їх модернізації;
- **капітальний ремонт КР-2** — для відновлення справності та повного ресурсу тягового рухомого складу, його паспортних характеристик, модернізації агрегатів, вузлів та деталей, повної заміни кабелів та обладнання, що відпрацювало свій ресурс, на нове;
- **капітальний ремонт з подовженням ресурсу КРП** — для відновлення експлуатаційних характеристик, справності та повного ресурсу на

період подовження строку служби понад встановленого після побудови, а також модернізації усіх агрегатів, вузлів і деталей, повної заміни на нові кабелів та обладнання з виробленим моторесурсом.

Технічне обслуговування ТО-1 виконується локомотивними бригадами (огляд, прибирання, регулювання, очищення і змащення окремих вузлів і деталей тощо) за переліком робіт на підставі чинних положень та інструкцій.

Технічне обслуговування ТО-2 різних локомотивів та моторного рухомого складу проводиться в спеціальних ПТО, укомплектованих висококваліфікованими слюсарами, оснащених необхідним обладнанням, забезпечених технологічним запасом деталей та матеріалів; ТО-2 маневрових, вквізних та інших локомотивів при закріпленій їзді проводиться також у ПТО слюсарями за участю закріплених локомотивних бригад; якщо ці локомотиви працюють на станціях, віддалених від депо і ПТО — силами локомотивних бригад і ремонтним персоналом пересувних майстерень. Періодичність ТО-2 встановлюється начальником залізниці в межах 24–60 годин, незалежно від пробігу. Тривалість ТО-2 для різних локомотивів встановлюється в межах 1–2 годин.

Технічне обслуговування ТО-3, ТО-4, ТО-5, поточний ремонт ПР-1 виконуються в депі приписки тягового рухомого складу комплексними спеціалізованими бригадами. Поточний ремонт ПР-2 і ПР-3 виконуються в спеціалізованих депо залізниці, які мають необхідну ремонтну базу.

Технічне обслуговування ТО-4 дозволяється об'єднувати з виконанням ТО-3, ПР-1 і ПР-2.

Капітальний ремонт, модернізації тягового рухомого складу виконуються на спеціалізованих заводах, за погодженням Укрзалізниці; за підпорядкованості ремонтної бази також можуть виконуватися у локомотивних депо.

Нормативні міжремонтні періоди для технічного обслуговування ТО-3, усіх поточних і капітальних ремонтів встановлюються Укрзалізницею для кожного виду і серії тягового рухомого складу в залежності від їх пробігу.

4.10.4. Організація екіпірування локомотивів

Екіпірування локомотивів — це забезпечення їх піском, мастилом, обтиральним матеріалом, а тепловозів — також паливом і водою.

Екіпірувальні пристрої розміщуються на території основних і оборотних депо, в пунктах обороту та іноді на приймально — відправних коліях станцій.

Екіпірування, як правило, поєднують з ТО-2 в основних і оборотних депо та ПТО, де ці операції виконують в закритих спорудах; іноді суміщують також зі зміною локомотивних бригад під локомотивом — в цих випадках вона може виконуватись і на прийзально-відправних коліях станцій.

Розміщення в депо і на пунктах екіпірувальних пристроїв (визачі пилу, настилі, обгиральних матеріалів, заправлення паливом і водою) має забезпечувати послідовність і швидку підготовку локомотивів до роботи.

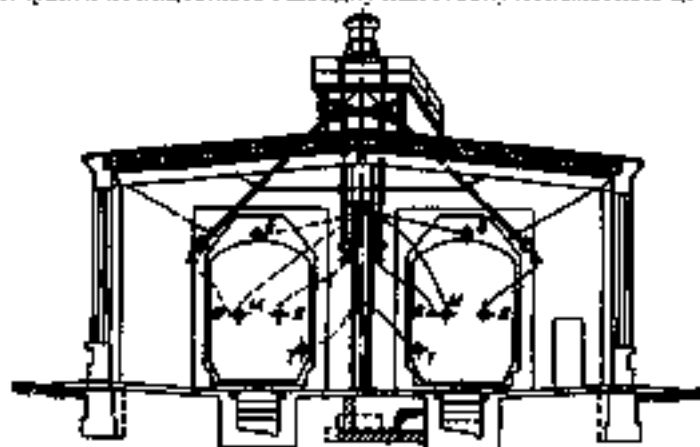


Рис. 3.91. Схема розміщення екіпірувальних пристроїв для тепловозів у закритих утеплених бетонних приміщеннях:

Т, П, М, В — ступіньк штанги для підняття відповідно палива, пилу, мастила і води.

4.11. Основні тяги поїздів. Поняття про тягові розрахунки

4.11.1. Сили, що діють на поїзд

На поїзд, що рухається, діють різні внутрішні та зовнішні сили.

Внутрішні сили (обертальні моменти в електродвигунах, зубчатих передачах, на осях колісних пар) урівноважуються всередині поїзда і не впливають на його рух.

Зовнішні сили, які впливають на характер руху поїзда:

- **сила тяги F_K локомотива** — сила, яку створюють тягові двигуни;
- **сили опору руху W** — всі некерівані зовнішні сили, що перешкоджають руху (сили тертя між окремими частинами рухомого складу і колії, сили опору повітряного середовища, а також опір на підйомах, в кривих і інш.);

- гальмові сили B , що виникають у локомотиві та вагонах при змиканні гальм.

На відміну від сил W , які в основному діють постійно і незалежно, сили F_k і B є керуєваними (їх регулює машиніст) і, як правило, не можуть діяти одночасно.

Сили F_p , W і B можна замінити однією силою — рівнодійною, яку ще називають **використовувальною силою**, а за від'ємного значення прискорення — **уповільнювальною**.

$$F_p = F_k - W - B; \text{ Н.} \quad (4.1)$$

Залежно від того, які сили одночасно діють на поїзд, розглядають такі режими руху:

- режим тяги $F_p = F_k - W; \text{ Н.} \quad (4.2)$

- режим вибігу $F_p = -W; \text{ Н.} \quad (4.3)$

- режим гальмування $F_p = -W - B; \text{ Н.} \quad (4.4)$

В розрахунках зручніше використовувати не самі сили, а їх питомі величини — сили, віднесені до 1 кН сумарного навантаження від колісних пар на рейки, тобто до ваги поїзда

Питома сила тяги: $f_k = \frac{F_k}{m \times g}; \text{ Н/кН,} \quad (4.5)$

питома сила опору рухові: $w = \frac{W}{m \times g}; \text{ Н/кН,} \quad (4.6)$

питома гальмова сила: $b = \frac{B}{m \times g}; \text{ Н/кН,} \quad (4.7)$

питома рівнодійна сила: $f_p = \frac{F_p}{m \times g}; \text{ Н/кН,} \quad (4.8)$

де $m \times g$ — вага поїзда, кН;

m — маса поїзда, т;

g — прискорення вільного падіння, $g = 9.8 \text{ м/с}^2$.

Всі розглянуті сили стосуються обох кіл і прикладаються в точках дотику коліс до рейок.

4.11.2. Створення сили тяги. Основні характеристики

Розглянемо сили, що виникають на ободі колеса (рис.4.92). Прикладений до колеса обертальний момент M_k , що діє за годинниковою стрілкою,

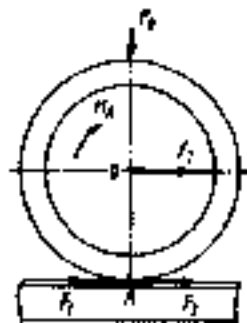


Рис. 4.92. Схема ілюструє сили тяги

покажемо як пару прикладених сил: одну F_1 в точці A дошки колеса до рейки і другу F_2 — в центрі колеса O. Якщо колесо не буде торкатись рейки, обертання колісної пари не приведе до руху локомотива. Якщо колесо притиснути до рейки з силою P_0 , то в точці A під дією сили зчеплення колеса з рейкою виникне горизонтальна реакція рейки F_3 , рівна силі F_1 і протилежної їй за направленням. Ця рівнодійна сила і називається дотичною силою тяги F_k .

Завдяки зчепленню колеса з рейкою створюється необхідний упор, підштовхуючись від якого колесо починає рухатись. При цьому сили F_1 і F_2 зрівноважуються, а під дією сили F_3 , якщо вона більша сил опору рухомі, колесо починає поєднуватись навколо точки A — миттєвого центра обертання. Якщо цей центр переміщується на поверхні рейки, то і центр колеса і весь поїзд рухаються поступально в тому ж напрямку.

Таким чином рух колеса локомотива можливий за умови:

$$F_1 < F_{k, \text{м}}; \text{Н}, \quad (4.9)$$

де $F_{k, \text{м}}$ — сила зчеплення локомотива з рейками;

Якщо ця умова не виконується, виникає буксування.

$$F_{k, \text{м}} = 1(\text{кН}) m_{\text{л}} \times g \times \psi_{\text{с}}; \text{Н}, \quad (4.10)$$

де $m_{\text{л}} \times g$ — зчепна вага локомотива, кН;

$m_{\text{л}}$ — маса локомотива, що припадає на тягові колісні пари;

$\psi_{\text{с}}$ — розрахунковий коефіцієнт зчеплення.

Коефіцієнт зчеплення залежить від чистоти поверхні ободів і рейок, атмосферних умов (вологості, температури повітря, опадів), швидкості руху, схеми змикання тягових електродвигунів (при паралельному він являється, при послідовному — низький), форми поверхні кочення на ободі тощо.

Слід відмітити, що $\psi_{\text{с}}$ для різних локомотивів різний і визначається за спеціальними емпіричними формулами.

При русі поїзда в режимі тяги змінюються сила тяги електровоза, швидкість руху поїзда і струм, що надходить від тягової мережі.

Для оцінки взаємозалежності цих величин необхідно мати електромеханічні характеристики тягового двигуна на ободах тягової колісної пари, які будуть у вигляді графіків або таблиць. Ці характеристики показують: залежність сили тяги $F_{\text{д}}$ від зворотного струму $I_{\text{д}}$ у вигляді графіка $F_{\text{д}}(I_{\text{д}})$ —

це електротягова характеристика; швидкості руху вища V від I_d у вигляді графіка $V(I_d)$ – швидкісна характеристика; магнітного потоку Φ від I_d у вигляді графіка $C\Phi(I_d)$ – це магнітна характеристика; коефіцієнта корисної дії від I_d у вигляді графіка $\eta(I_d)$ – характеристика коефіцієнта корисної дії.

Підведена до тягового електродвигуна напруга U_d урівноважується електрорушійною силою E і падінням напруги в обмотках $I_d \times r$:

$$U_d = E + I_d \times r; \text{ В.} \quad (4.11)$$

де r – опір обмоток двигуна, Ом;

E – електрорушійна сила, В;

I_d – сила струму, А,

$I_d \times r$ – падіння напруги в обмотках, В.

$$E = C \times \Phi \times V; \text{ В,} \quad (4.12)$$

де C – постійна електрорушійного складу, яка залежить від передаточного відношення зубчастої передачі, діаметра тягових коліс, конст-рукції самого двигуна;

Φ – магнітний потік, Вб,

V – швидкості руху, км/год.

Із цих виразів можна скласти формули:

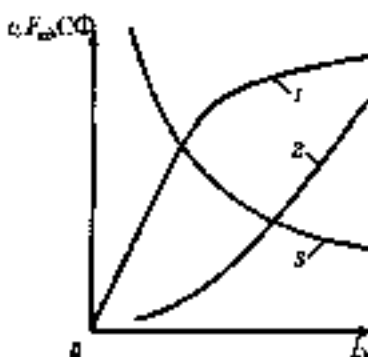
$$V = \frac{U_d - I_d \times r}{C \times \Phi}, \text{ км/год,} \quad (4.13)$$

$$F_{\text{т}} = 3,6 \frac{U_d \times I_d}{V} \times \eta_0 \times \eta_n \text{ Н,} \quad (4.14)$$

де η_0 – коефіцієнт корисної дії на валу електродвигуна;

η_n – коефіцієнт корисної дії передачі.

Всі ці характеристики можна зобразити графічно (рис. 4.93).



На підставі швидкісних і електротяго-вих характеристик будують тягові харак-теристики локомотивів.

Криві, які показують залежність сили тяги локомотива $F_{\text{т}}$ від швидкості руху V , називають тяговими характеристиками. Для різних величин швидкості, виходячи

Рис. 4.93. Модельний (лінія 1), електротяговий (лінія 2) і швидкісний (лінія 3) характеристики тягового електродвигуна пасажирського збудження

із шинажистіх характеристик, визначають одержані тяговими електродвигунами струми I_{ϕ} і відповідно до них — сили тяги F_{ϕ} на ободах кожної рушійної колісної пари.

Сила тяги локомотива буде складатись:

$$F_k = n_{\phi} \times F_{\phi}; \text{ Н.} \quad (4.15)$$

де n_{ϕ} — кількість тягових електродвигунів локомотива.

Одержані сили тяги $F_{k1}, F_{k2}, \dots$ за швидкості $V_1, V_2, \dots$ підкладають на графіку (рис. 4.94) і з'єднують плавною кривою $F_k(V)$ — це лінія сили тяги.

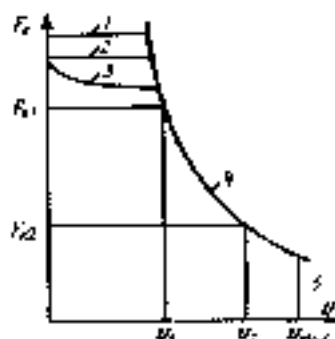


Рис. 4.94. Тягові характеристики локомотивів

- 1 — лінія обмеження пусковим струмом;
- 2 — лінія обмеження комутацією тягових електродвигунів;
- 3 — лінія обмеження силою зчеплення коліс з рейками;
- 4 — лінія сили тяги; 5 — лінія обмеження найбільшою допустимою швидкістю

Робоча зона характеристик обмежується в зоні малих сил тяги найбільшою допустимою швидкістю (лінія 5), на яку розрахований локомотив, в зоні великих сил тяги — силою зчеплення коліс з рейками (лінія 3), яку визначають за формулою 4.10: $F_{k\phi} = 1000 m_z \times g \times \psi$, або комутацією тягових електродвигунів (лінія 2), за яким настає іскріння штоків і луга.

На тепловозах найбільша сила тяги може обмежуватись пусковим струмом внаслідок нагрівання тягових двигунів чи генераторів у період пуску і розгону (лінія 1).

Після побудови графіка вибирають ті обмеження, за яких сила тяги менша.

Для побудови графіка питомих сил тяги $f_k(V)$ взяті з тягових характеристик абсолютні величини сил тяги (з урахуванням обмежувальних ліній) ділять на вагу поїзда $m \times g$ (маса поїзда $m = m_d + \Sigma m_r$, де m_d — маса локомотива, Σm_r — маса всіх вагонів).

Для зручності користування графіком при тягових розрахунках питомі тяготи

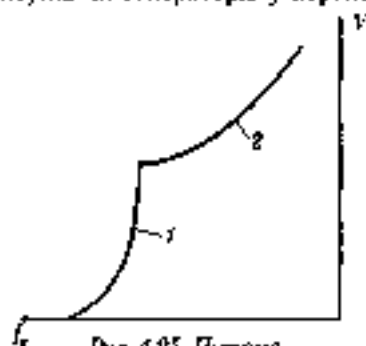


Рис. 4.95. Питомі тягові характеристики

характеристики будують у другому квадранті, де швидкість підкладають на осі ординат, а питомі сили тяги — на осі абсцис ліній (рис. 4.95).

Лінія 2 на такому графіку одержується шляхом перерахунку тягової характеристики, а лінія 1 відповідає обмеженню зчепленням.

4.11.3. Сили опору рухові поїзда

Сили опору рухові поїзда поділяються на основний опір, який постійно діє на поїзд протягом усього руху, і додатковий опір, що може діяти тимчасово або тільки на окремих відрізках шляху.

Основні сили опору складають сили тертя між окремими частинами рухомого складу, сили взаємодії рухомого складу і колії, сили опору повітряного середовища (без урахування вітру).

Головною складовою частиною сил тертя рухомого складу є сили тертя в підшипниках, передусім, в буксових.

Опір рухові під час взаємодії рухомого складу і колії виникає внаслідок:

- тертя кочення між колісними парами і рейками;
- тертя ковзання колісних пар внаслідок їх кінцевості, бокових зазорів між гребенями колісних пар і рейками, а також різниці в діаметрах коліс однієї колісної пари;
- проходження колесом нерівностей колії і насамперед стиків та внаслідок коливань рухомого складу.

Ці сили вищі на ланковій колії з легким типом верхньої будови, менші на безстижових коліях з важкими тисками рейок і гребеневим баластом.

Опір повітряного середовища пояснюється появою підвищеного тиску повітря перед лобовими стінками поїзда, зниженням тиску за хвостовим вагою, наявністю тертя повітря і рухомого складу та появою завихрення повітря. За малих швидкостей руху цей опір незначний, але при збільшенні швидкості він зростає інтенсивно, особливо за $V > 100$ км/год. Для зменшення опору повітря локомотивам і головним мотор-вагонам надається обтічна форма та зменшується кількість деталей, що виступають.

Локомотиви мають різний опір при роботі під струмом і на холостому ходу. При холостому ході (без струму) до сил основного опору додаються сили тертя в елементах зубчастої передачі, в моторно-якірних і моторко-якірних підшипниках тягових електродвигунів.

У зв'язку з великою кількістю впливових факторів питомі сили основного опору рухові в Н/кН визначають за допомогою спеціальних емпіричних формул, виведених при випробуваннях і побудованих за принципом:

$$w_0 = k_1 + k_2 \times V + k_3 \times V^2; \text{ Н/кН.} \quad (4.16)$$

де k_1, k_2, k_3 — емпіричні коефіцієнти;

V — швидкість руху рухомого складу.

Для різних локомотивів і вагонів w_0 різні. Наприклад, при русі на ланкових коліях електровозів і тепловозів пд струмом питомий основний опір складатиме:

$$w'_0 = 1,9 + 0,01 \times V + 0,0003 \times V^2; \text{ Н/кН.} \quad (4.17)$$

холостим ходом:

$$w_1 = 2,4 + 0,011 \times V + 0,00035 \times V^2; \text{ Н/кН.} \quad (4.18)$$

для навантажених 4-вісних вагонів на роликових підшипниках:

$$w''_0 = 4,7 + \frac{3 + 0,1 \times V + 0,0025 \times V^2}{m_w}; \text{ Н/кН,} \quad (4.19)$$

де m_w — маса, що припадає на одну вісь ($> 6 \text{ т}$);

для порожніх чотирьовісних вагонів на роликових підшипниках:

$$w''_0 = 1,0 + 0,044 \times V + 0,00024 \times V^2; \text{ Н/кН.} \quad (4.20)$$

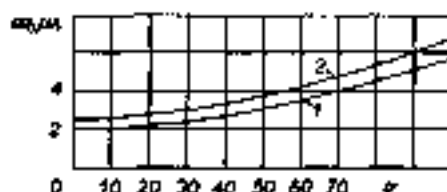


Рис. 4.96. Графік питомого питомого опору локомотивів при русі на ланці з роликовими будівельними коліями:

1 — під струмом, 2 — холостим ходом.

для локомотивів під струмом:

$$W'_0 = w'_0 \times m_r \times g; \text{ Н,} \quad (4.21)$$

де m_r — маса локомотива, т;

для локомотивів на холостому ході:

$$W_1 = w_1 \times m_r \times g; \text{ Н.} \quad (4.22)$$

для вагонів:

$$W''_0 = w''_0 \times m_v \times g; \text{ Н,} \quad (4.23)$$

де m_v — маса вагона, т.

На безстикових коліях значення питомих основних опорів, звичайно, менші.

Питомі основні опори рухові наносять на графіки (рис. 4.96), які використовують у тягових розрахунках.

Абсолютна величина основного опору рухові, за розрахованими питомими силами, буде складати:

Загальний основний опір рухові всіх вагонів поїзда W_0'' , в якому перебувають різного типу вагони, складається з основних опорів кожного вагона:

$$W_0'' = w_0''_1 \times m_{01} \times g + w_0''_2 \times m_{02} \times g + \dots + w_0''_n \times m_{0n} \times g = w_0'' \times m_c \times g; \text{ Н} \quad (4.24)$$

Питомий основний опір рухові вагонів складу поїзда визначається:

$$w_0'' = \frac{W_0''}{m_c \times g}; \text{ Н/кН}, \quad (4.25)$$

де m_c – загальна маса вагонів у поїзді, т;

Основний абсолютний опір рухові всього поїзда W_0 в режимі роботи локомотива під струмом буде складати:

$$W_0 = w_0' \times m_c \times g + w_0'' \times m_c \times g; \text{ Н}, \quad (4.26)$$

де m_c – маса локомотива, т,

при русі локомотива холостим ходом (на вибігу):

$$W_{00} = w_0' \times m_c \times g + w_0'' \times m_c \times g; \text{ Н}. \quad (4.27)$$

Основний питомий опір рухові поїзда w_0 при роботі локомотива під струмом:

$$w_0 = \frac{w_0' \times m_c + w_0'' \times m_c}{m_c + m_c}; \text{ Н/кН}, \quad (4.28)$$

холостим ходом (на вибігу):

$$w_{00} = \frac{w_0' \times m_c + w_0'' \times m_c}{m_c + m_c}; \text{ Н/кН}. \quad (4.29)$$

Для питомих опорів будуються графіки (рис. 4.97), які використовуються в тягових розрахунках. Загальний питомий опір рухові поїзда w_k складається з основного $w_0(w_{00})$ і додаткового w_d :

$$w_k = w_0 + w_d \text{ або } w_k = w_{00} + w_d; \text{ Н/кН}. \quad (4.30)$$

Загальний опір рухові поїзда W_k буде складати:

$$W_k = w_k \times m \times g; \text{ Н}. \quad (4.31)$$

Додатковий опір рухові складають сили, що виникають при русі поїзда на підйомі, в кривих, за низьких температур, вітрі та при роботі підвагонних генераторів пасажирських вагонів.

При русі на горизонтальній колії сила ваги поїзда направлена вертикально вниз і не створює горизонтальних сил. Якщо поїзд рухається на

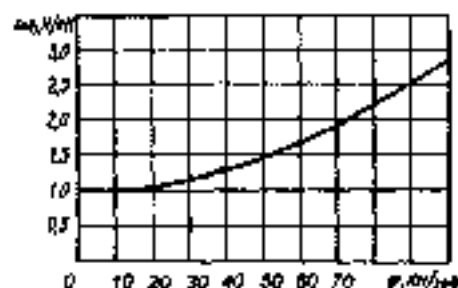


Рис. 4.97. Графік обчисленого питомого опору при русовій поїзді зал. лінії з напрямком (спіткоюм) будівництва колії

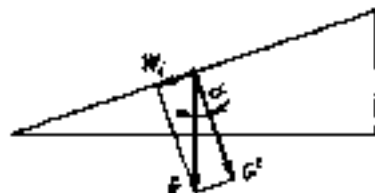


Рис. 4.98. Складові сили додаткового опору на відйїмї

підйїмї (рис. 4.98), то сила ваги G розкладається на дві складові: G' — дїюча перпендикулярно рейкам і W — направлена проти руху, яка називається додатковим опором руховї від підйїму.

Питомий додатковий опір руховї від підйїму i буде дорівнювати:

$$w_i = i \cdot N / \text{кН}, \quad (4.32)$$

де i — ухил у тисячних (‰) для підйїму має знак «+», для спуску — знак «-».

Додатковий опір від кривих з'являється внаслідок притискання колїс поїзда силами інерції до зовнішньої рейки і торця гребнїв колїс до бокової поверхні зовнішньої рейки, а також інших факторів, які виникають при вписуванні рухомого складу в криву.

Питомий додатковий опір від кривих визначається за емпїричною формулою:

$$w_r = \frac{700}{R} \cdot N / \text{кН}, \quad (4.33)$$

де R — радіус кривої, м.

Якщо крива задана не радіусом, а центральним кутом α° і довжиною кривої $L_{\text{кр}}$, то:

$$w_r = 12,2 \frac{\alpha^n}{L_{\text{кр}}} \cdot N / \text{кН}. \quad (4.34)$$

Якщо крива менше довжини поїзда L_n , то:

$$w_r = 12,2 \frac{\alpha^n}{L_n} \cdot N / \text{кН}. \quad (4.35)$$

Додатковий опір, що виникає внаслідок збільшення в'язкості мастил у вузлах тертя і підвищення щільності повітря при зниженні температури, а також від зустрічного чи бокового вітру вказується за спеціальними таблицями, приведеними в Правилах тягових розрахунків (ПТР).

4.11.4. Гальмові сили

Гальмовими силами називаються сили, направлені проти руху поїзда, які приводяться в дію машинистом для зменшення швидкості або підтримки швидкості на певному рівні під час руху на затяжному спуску.

Гальмування буває механічне і електричне.

При вмиканні механічних гальм кожна колодка притискується до колеса, що обертається, з силою K_1 (рис. 4.99) і в місцях контактів виникає сила тертя B_1 :

$$B_1 = K_1 \times \phi_k; \quad \text{Н.} \quad (4.36)$$

де ϕ_k — коефіцієнт тертя колодки з колесом

Замінивши момент сили B_1 , який дорівнює $B_1 R_k$ (де R_k — радіус колеса), на рівнозначний момент $B_2 R_k$, одержимо $B_1 = B_2$. Ці сили є внутрішніми і не можуть впливати на рух поїзда. Тільки за наявності зчеплення колеса з рейкою сила B_2 викликає рівну їй і протилежно направлену реакцію рейки — силу B , яка є зовнішньою і називається гальмовою.

Величина гальмової сили кожної колісної пари обмежена зчепленням колеса з рейкою. У випадку, коли сила B_2 перевищує силу зчеплення колеса, починається пробуксовування колеса відносно рейки, тобто виникає «юз».

Таким чином, для кожної колісної пари можна скласти вираз:

$$n_k \times K_1 \times \phi_k = q_0 \times \psi; \quad \text{або} \quad K \times \phi_k = q_0 \times \psi, \quad (4.37)$$

де n_k — кількість колодок в одній колісній парі;

K — сила натискування колодок на колісну пару, кН;

ψ — коефіцієнт зчеплення колісної пари з рейками;

q_0 — навантаження від колісної пари вагона чи локомотива на рейки, кН.

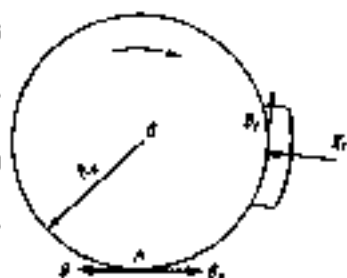


Рис. 4.99. Схеми спотворення калемитий сил

Сума гальмівних сил усіх колісних пар поїзда, обладнаних гальмами, називається гальмовою силою поїзда B :

$$B = 1000 \times \Sigma(K \times \varphi_k); \text{ Н.} \quad (4.38)$$

Сила натискування K залежить від сили тиску стисненого повітря на поршень у гальмовому циліндрі та передаточного відношення важільної передачі. Коефіцієнт тертя φ_k залежить від матеріалу колодок (колодки бувають чавунні, чавунні з підвищеним вмістом фосфору, композиційні), швидкості руху і сили натискування (з ростом їх φ_k зменшується). Стандартні чавунні колодки мають найменший коефіцієнт φ_k , який різко зменшується при зростанні швидкості, чавунні з підвищеним вмістом фосфору мають приблизно такий же φ_k , але менше зношуються. Композиційні колодки мають більший φ_k , який при зростанні швидкості майже не змінюється.

Для спрощення застосовують розрахункові величини K_p і φ_{kp} , тобто:

$$K \times \varphi_k = K_p \times \varphi_{kp}; \quad (4.39)$$

в яких φ_{kp} не залежить від K_p . Тоді:

$$B = 1000 \times \Sigma(K_p \times \varphi_{kp}); \text{ Н.} \quad (4.40)$$

Коефіцієнт тертя φ_{kp} розраховують за спеціальними емпіричними формулами і для нього будують графіки (рис. 4.100).

Розрахункові коефіцієнти тертя колодок φ_{kp} не залежать від сили натискування K . Щоб одержати гальмову силу, значення φ_{kp} потрібно помножити на величину K_p , яка визначається з формули 4.39:

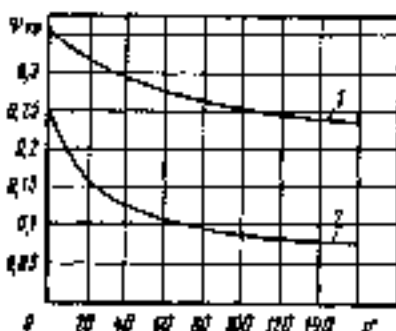


Рис. 4.100. Графік залежності розрахункового коефіцієнта тертя колодок і колеса від швидкості:

- 1 — для композиційних колодок;
2 — для чавунних колодок.

$$K_p = \frac{K \times \varphi_k}{\varphi_{kp}}; \text{ кН.} \quad (4.41)$$

Визначені за цією формулою розрахункові сили натискування чавунних колодок для усіх видів рухомого складу в кН приводяться в Правилах тягових розрахунків (ШТР), а для композиційних колодок у пасажирських поїздах при швидкості до 120 км/год приймаються такими ж, як для чавунних колодок, від 120 до 140 км/год — на 25% більше, від 140 до 160 км/год — на 30% більше, ніж для чавунних колодок.

В зв'язку з тим, що $\phi_{\text{дп}}$ не залежить від K_p , у формулі 4.40 його можна вивести за знак суми:

$$B = 1000 \times \phi_{\text{дп}} \times \Sigma K_p; \text{ Н}, \quad (4.42)$$

де ΣK_p – сума розрахункових натисків, визначається за допомогою таблиць ПТР для кожного типу рухомого складу шляхом множення кожної величини K_p на кількість однотипних одиниць і підсумковим складанням їх у поїзді.

$\phi_{\text{дп}}$ визначається з графіка (рис. 4.100), або таблиці в ПТР.

Питома гальмова сила визначається за формулою:

$$B = 1000 \times \phi_{\text{дп}} \times \frac{\Sigma K_p}{m \times g}; \text{ Н/кН}. \quad (4.43)$$

або

$$b = 1000 \times \phi_{\text{дп}} \times V_p; \text{ Н/кН}, \quad (4.44)$$

де $V_p = \frac{\Sigma K_p}{m \times g}$ – розрахунковий

гальмовий коефіцієнт, який характеризує ступінь забезпечення поїзда гальмами. Так для вантажних поїздів він має бути не меншим 0,33 (тобто 33 кН на 100 кН ваги поїзда), для пасажирських поїздів за швидкості до 120 км/год – не менше 0,6 і т.д.

Залежність питомої гальмової f – при службовому гальмуванні, 2 – сили b від швидкості при екстреному, при плавному службовому гальмуванні, 3 – при екстремуму гальмуванні приведена на рис. 4.101.

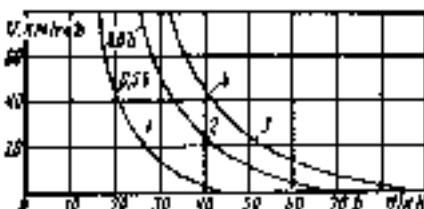


Рис. 4.101. Залежність питомої гальмової сили від швидкості поїзда від швидкості руху.

4.11.5. Рівняння руху поїзда

Згідно з другим законом Ньютона:

$$a = \frac{F}{m}; \text{ м/с}^2 \quad (4.45)$$

З урахуванням вимірювання маси поїзда m т, швидкості руху поїзда в км/год, ця формула буде мати вигляд:

$$a = 12,96 \times \frac{F_p}{m}; \text{ км/год}^2 \quad (4.46)$$

В поїзді на поступальний рух накладається обертальний рух колісних пар, якорів тягових двигунів, зубчатої передачі, які зменшують як прискорення, так і сповільнення руху поїзда.

Вплив частин рухомого складу, що обертаються, на рух поїзда враховується коефіцієнтом γ . В розрахунках цей вплив показують збільшенням маси поїзда на величину $m \times \gamma$ і одержану масу називають приведеною масою поїзда m_p :

$$m_p = m + m \times \gamma = m \times (1 + \gamma), \text{ т.} \quad (4.47)$$

Величину $1 + \gamma$ називають коефіцієнтом інерції обертальних частин.

$$a = 12,96 \cdot \frac{F_p}{m \times (1 + \gamma)}; \text{ км/год}^2. \quad (4.48)$$

Цей вираз називають **рівнянням руху поїзда**. Рівняння може також визначатись через питомі прискорювальні сили:

$$\text{Якщо} \quad f_p = \frac{F_p}{m \times g}; \text{ Н/кН,}$$

$$\text{то} \quad a = 127 \times \frac{f_p}{(1 + \gamma)}; \text{ км/год}^2. \quad (4.49)$$

$$\text{або} \quad a = \varepsilon \times f_p; \text{ км/год}^2, \quad (4.50)$$

$$\text{де} \quad \varepsilon = \frac{127}{1 + \gamma} \quad (4.51)$$

В розрахунках для вантажних і пасажирських поїздів коефіцієнт $(1 + \gamma)$ беруть рівним 1.06, тоді рівняння руху поїзда прийме такий загальний вигляд:

$$a = 120 \times f_p; \text{ км/год}^2 \quad (4.52)$$

а конкретно:

для режиму тяги:

$$a = 120 \times (f_{\text{т}} \cdot \omega_{\text{в}} - \omega_0); \text{ км/год}^2, \quad (4.53)$$

режиму вибугу:

$$a = 120 \times (-\omega_{\text{в}} - \omega_0); \text{ км/год}^2, \quad (4.54)$$

режиму гальмування:

$$a = 120 \times (-b - w_{ax} - w_j); \text{ км/год.} \quad (4.55)$$

4.77.6. Методи розв'язання рівняння руху поїзда. Побудова кривих швидкості і часу

Щоб розв'язати рівняння руху поїзда зі змінними питомими прискорювальними силами, необхідно знати закони їх зміни, які надзвичайно складні. Тому рівняння краще розв'язувати наближеними методами, використовуючи середні значення в кожному інтервалі швидкості. Чим менший інтервал швидкостей, тим більша точність розрахунків.

Питомі прискорювальні або уповільнювальні сили без урахування додаткового опору рухові показують у вигляді графіків $f_p(V)$, які називають діаграмою прискорювальних (уповільнювальних) сил (рис. 4.102). На діаграмі для зручності питомі прискорювальні сили відкладають ліворуч від початку координат, уповільнювальні — праворуч. Крива питомих прискорювальних сил у режимі тяги одержана відліманням від значень f_a за відповідної швидкості значень основного опору w_0 . В режимі вибігу використовують графік уповільнювальних сил $w_{ax}(V)$. В режимі механічного гальмування графік уповільнювальних сил одержують шляхом складення гальмової сили b і сил опору w_{ax} за кожного значення швидкості.

Рівняння руху поїзда можна розв'язувати двома способами: аналітичним і графічним. Аналітичний метод використовує формули рівняння руху для визначення Δt і V_{cp} ; він є надзвичайно громіздкий, потребує багато часу на розрахунки і використовується переважно для розв'язання рівняння руху поїзда за допомогою обчислювальних машин.

Графічний метод частіше використовується на практиці та виконується за допомогою звичайних лінійки і косинця. Побудова кривої $V(t)$, як показано на рис. 4.103, ґрунтується на використанні графічної залежності зміни швидкості під дією питомої прискорювальної сили.

Лінія, яка показує зміну швидкості на шляху, будується як перпендикуляр до лінії, що з'єднує точку середньої питомої прискорювальної сили з початком координат.

Криву $\alpha(S)$, як показано на рис. 4.104, будують на підставі

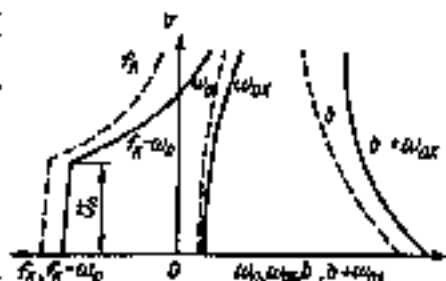


Рис. 4.102. Діаграма питомих прискорювальних (уповільнювальних) сил

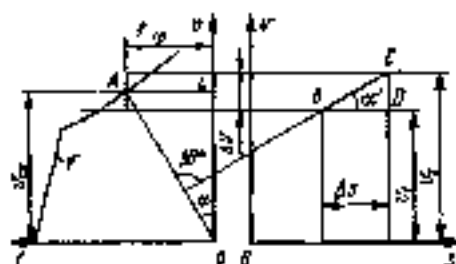


Рис. 4.103. Принцип побудови кривої швидкості

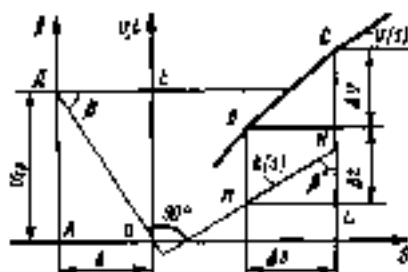


Рис. 4.104. Принцип побудови кривої курсу

кривої $V(S)$. Для цього ліворуч від початку координат відкладають відрізок Δ (постійну) і через одержану точку проводять допоміжну вертикальну вісь. На цю вісь зносять середнє значення швидкості в інтервалі ΔV і одержують точку, яку з'єднують лінією з початком координат. Відрізок $v(S)$ будується як перпендикуляр до цієї лінії в межах ΔS .

Для розв'язання рівняння руху поїзда графічним методом необхідно, крім лібрами питомих прискорювальних і уповільнювальних сил за всіх режимів руху, знати сили додаткового опору рухоні від підйомів і кривих, які визначають шляхом випрямлення і принесення профілю колії і плану.

Суть випрямлення елементів профілю колії полягає в заміні декількох рядом розміщених елементів з близькими за величиною нахилами, одним елементом, який повинен мати довжину, рівну сумі довжин випрямлених елементів, і середньоваженим ухилом:

$$i_c = \frac{\sum i_s \times S_i}{\sum S_i}; \quad (^\circ/\text{км}), \quad (4.56)$$

де i_c — ухил випрямленого відрізка колії, $(^\circ/\text{км})$;

i_s — ухил кожного складового елемента, $(^\circ/\text{км})$;

S_i — довжина кожного складового елемента, м.

Правила тягових розрахунків дозволяють випрямлення елементів за умовою:

$$S_i \leq \frac{2000}{\Delta i}; \quad \text{м}, \quad (4.57)$$

де $\Delta i = i_c - i_s$ — абсолютна різниця (без урахування знаку) між ухилами випрямлених і елемента, що перевіряється.

Не допускається випрямлення елементів профілю колії в пунктах зупинки поїздів.

Роботу локомотива для подолання сил додаткового опору при русі поїзда в кривих враховують у межах всього випрямленого відрізка колії S_c ($S_c = \sum S_k$) або, якщо він не випрямляється, – в межах елемента S_k і вважають її рівною роботі для подолання умовного (фіктивного) підйому i_c'' .

Фіктивний підйом – це такий умовний (уявний) підйом, за подолання якого поїзд витрачає стільки ж енергії, як і за подолання кривої. Фіктивний підйом визначається за формулами:

$$i_c'' = w_r = 12,2 \times \frac{\sum \alpha_k^2}{S_c}; \quad (‰), \quad (4.58)$$

або

$$i_c'' = w_r = \frac{700}{R} \times \sum \frac{S_{кр}}{R_k}; \quad (‰), \quad (4.59)$$

де α_k^2 – центральний кут кривої, град;

$S_{кр}$ – довжина кожної кривої в межах випрямленого елемента, м;

R_k – радіус кожної кривої, м;

S_c – довжина випрямленого елемента, м.

Суму величин i_c' і i_c'' називають **приведеним ухилом** i :

$$i_c = i_c' + i_c''; \quad (‰) \quad (4.60)$$

На підйомі i_c має знак «+», на спуску – «-». Величина i_c' завжди має знак «+».

Приведений ухил означає, що питомі прискорювальні чи уповільнювальні сили f_p на ухилі будуть відрізнятись від діючих при русі по прямолінійній горизонтальній колії на величину $w_p = i_c$.

При графічній побудові кривих швидкості і часу цю зміну питомих прискорювальних сил ураховують зміщенням точки початку координат діаграми прискорювальних сил при русі на підйомі – ліворуч на величину $w_p = i_c' / \dots$, а при русі на спуску – праворуч на величину $w_p = i_c'' / \dots$. На діаграмі лінійку прикладають не до точки О, а до нового початку координат, зміщеному ліворуч або праворуч на величину $w_p = i_c$.

4.11.7. Розрахунок маси поїзда і розв'язання гальмових задач

Масу пасажирського поїзда установлює Укрзалізниця з урахуванням напрямку і категорії поїзда (швидкий, пасажирський).

Вантажі вигідно перевозити в поїздах великої маси, що значно підвищує провісну спроможність, знижує собівартість перевезень, поліпшує

використання локомотивів. Тому масу вапнячного поїзда розраховують з умовою повного використання сили тяги локомотива, поштовхаючи ним найважчого підйому, а потім перевіряють щодо умов зрушення з місця на роздільних пунктах, з урахуванням довжини прийнятно-відправних хвиль і роботи тягових електродвигунів. На найшвидшому і найдовшому підйомі швидкість буде падати і може досягти мінімального допустимого значення. Таку швидкість називають розрахунковою, а силу тяги при цій швидкості — розрахунковою силою тяги. Яка у різних локомотивів різна, величини її приводяться в ПТР.

Маса состава вагонів вапнячного поїзда визначиться за формулою:

$$m_c = \frac{F_{\text{сп}} \times \pi \times g \times (w_0^2 - i_p)}{g \times (w_0^2 - i_p)}; \text{ т.} \quad (4.61)$$

де $F_{\text{сп}}$ — розрахункова сила тяги локомотива, Н;
 i_p — розрахунковий підйом (з урахуванням кривих), ‰;
 g — прискорення вільного падіння, дорівнює 9,81 м/с².

При розв'язанні гальмових задач враховують гальмову путь. Гальмова путь дорівнює сумі передгальмової і дійсної гальмової путі, тобто:

$$S_f = S_n + S_g; \text{ м.} \quad (4.62)$$

Від повороту рукоятки машиністом до початку фактичного гальмування проходить деякий час підготовки гальм t_n , під час якого поїзд проходить шлях S_n . Цей час необхідний для проходження в магістралі повітряної хвилі, спрацювання повітровоцилиндрів, гальмових циліндрів, важільної передачі:

$$S_n = 0,278 \times V_n \times t_n; \text{ м.} \quad (4.63)$$

де V_n — швидкість руху в момент повороту рукоятки крапа машиніста;
 t_n — час підготовки гальм, с (визначається за спеціальними емпіричними формулами в залежності від типу гальм і довжини поїзда).

Дійсна гальмова путь S_g визначається при побудові кривої $V(S)$ графічним методом з використанням діаграм питомих уповільнювальних сил у режимі гальмування.

Існують три типи гальмових задач. Першого типу задача полягає у визначенні гальмової путі S_f за заданими величинами початкової та кінцевої швидкості V_0 , V_k , сумарного гальмового натискання ΣK_p та ухилу i , ‰. В другого типу задачі розраховують допустимі швидкості V_0 на різних слухах за заданими величинами S_f і ΣK_p ; в третього типу задач

визначають, скільки гальмових засобів ΣK_p необхідно мати в поїзді, щоб за заданої швидкості V_n поїзд можна було зупинити в межах заданої гальмової путі S_p .

При вирішенні першої задачі визначення гальмової путі S_p проводиться в такій послідовності: дійсна гальмова путі S_b при зниженні швидкості від V_n до V_k (як правило, $V_k = 0$) визначають складанням ΔS_b в усіх інтервалах або з графіка кривої $V(S)$ при екстремому гальмуванні, де b береться в повній величині. До S_b додають передгальмову путі, яку визначають за формулою 4.63.

При вирішенні другої задачі будуть графік питомих уповільнювальних сил при екстремому гальмуванні $b + w_{\text{от}}$ і заданому ΣK_p і на підставі його будуть криві $V(S)$ для різних спусків, використовуючи зображене побудування гальмової путі для цих ухилів. Визначивши передгальмову путі за формулою 4.63 для кожної кривої швидкості, відкладають їх на графіку $V(S)$ для $V_{\text{от}}$. Помічені точки з'єднують з початком координат і отримують лінії залежності передгальмової путі від швидкості на початку гальмування. Точки перетину цих ліній з кривими швидкості вказують на допустимі швидкості руху за заданих i , S_p .

Вирішення третьої задачі можливе тільки методами підбору або графічної інтерполяції. За використання інтерполяції, задаються трьома значеннями ΣK_p або розрахунковими гальмовими коефіцієнтами V_p , і для кожного з цих значень вирішують першу гальмову задачу з визначенням S_p , а потім за отриманими трьома точками будують графік $S_p(\Sigma K_p)$ або $S_p(V_p)$. За допомогою цього графіка на підставі задакої S_p можна знайти необхідну гальмову силу або розрахунковий гальмовий коефіцієнт.

Контрольні запитання до розділу 4

1. Привести класифікацію тягового рухомого складу.
2. Назвати види тяги і порівняти їх.
3. Привести класифікацію електрорухомого складу. Як він позначається?
4. Дати характеристику електровозів найбільш поширених в експлуатації на залізницях України.
5. Які особливості будови кузова, візків і ресорного підвішування електровозів?
6. Як на електровозах застосовуються тягові електродвигуни. Їх особливості?
7. Перерахувати допоміжні електричні машини на електровозах. Яке їх призначення?
8. Охарактеризувати випрямні пристрої і трансформатори на електровозах.
9. Перерахувати основні електричні апарати і прилади електровозів. Яке їх призначення?
10. Як регулюються швидкість в електровозах постійного і змінного струму?
11. Охарактеризувати природу електричного гальмування в електровозах.
12. Особливості будови і формування електролозів.
13. Які електровози виробляються в Україні? Які їх особливості та характеристики?
14. Які характерні особливості будови тепловозів. Які вони бувають?
15. Дати характеристику тепловозів, найбільш поширених на залізницях України. Які тепловози виготовляються в Україні?
16. Що собою являє екіпажна частина тепловозів?
17. Які бувають тепловозні передачі? В чому полягає принцип їх роботи?
18. Які бувають дизелі на тепловозах? В чому полягає принцип їх будови і роботи? Що таке наддув дизелів?
19. Які вузли і системи відносяться до допоміжного обладнання тепловозів?
20. Які бувають тягові генератори і тягові двигуни на тепловозі?
21. Перерахувати допоміжні електричні машини і апарати на тепловозах. Яке їх призначення?
22. Які принципи і особливості будови та роботи паровозів?
23. Які принципи і особливості будови газової турбіни і газотурбовоза?
24. Як принципово побудовані і працює дизель-поїзд? Які дизель-поїзди виробляються в Україні?

25. Яке застосування на залізницях України знаходять автометри, дрени і мотовози?
26. Охарактеризувати структуру будови локомотивного господарства. Як організовується робота локомотивного депо?
27. Як організовується робота локомотивного парку? Охарактеризувати дільницю обертання локомотивів.
28. Перерахувати і охарактеризувати установлені види технічного обслуговування і ремонтів локомотивів.
29. Які сили діють на поїзд, що рухається? Які існують режими руху поїзда?
30. Пояснити фізичну суть створення сили тяги. Як будуються тягові характеристики локомотива?
31. Які існують сили опору руху поїзда? Охарактеризувати основні та додаткові сили опору.
32. Як розраховуються додаткові опори від ухилу і кривих?
33. Пояснити фізичну суть створення гальмової сили. Які застосовуються види гальмування за інтенсивністю і швидкістю виконання?
34. Як розраховується забезпеченість поїзда гальмами?
35. Як розв'язується рівняння руху поїзда?
36. Пояснити принципи побудови кривих швидкості та часу руху поїзда.
37. В чому полягає суть виправлення і приведення елементів профілю і плану колії?
38. Що таке фактивний шийом? Як враховується приведений ухил у побудові кривої швидкості?
39. Як розраховується маса поїзда?
40. Охарактеризувати три типи гальмових задач і способи їх розв'язання.

Розділ 5. Електропостачання залізниць

5.1. Загальні відомості про електропостачання залізниць

5.1.1. Структура управління електропостачанням і енергетичним господарством залізниць

Залізничний транспорт споживає до 5% електроенергії всієї країни. Значна частина цієї енергії йде на тягу поїздів, частина – на живлення не тягових споживачів (станцій, депо, заводів, майстерень). Пристрої електропостачання, згідно з ПТЕ мають забезпечувати безперебійний і безпечний рух поїздів з устаткованими швидкостями і за графіком, надійне живлення пристроїв СЦБ і зв'язку, інших об'єктів залізничного транспорту. Для реалізації електрозабезпечення залізниць мають відповідні технічні засоби і енергетичне господарство.

Управління електропостачанням і енергоспоживанням на залізничному транспорті України здійснюється за схемою, зображеною на рис. 5.1.

Основним лінійним підприємством в електропостачанні та енергетичному господарстві залізниць є дистанція електропостачання (ЕЧ). Дистанція обслуговує тягові підстанції і контактну мережу на лініях протяжністю від 200 до 300 км. Для виконання своїх функцій і завдань дистанції мають майстерні, ремонтно-ревізійну дільницю, спеціальний рухомий склад, складське господарство тощо.

5.1.2. Поняття про зовнішню систему електропостачання

Система електропостачання електрифікованих залізниць складається з двох частин:

- **зовнішньої системи** електропостачання (електростанції, районні трансформаторні підстанції, мережа з ліній електропередачі);
- **внутрішньої системи** або тягової мережі, яка починається з тягової підстанції залізниці, що підключається до районної трансформаторної підстанції зовнішньої системи.

Промислова електроенергія виробляється на теплоелектростанціях, гідроелектростанціях і атомних електростанціях. Ведуться роботи над створенням сонячних, вітряних та інших електростанцій. Окремі приклади таких новітніх електроустановок використовуються для побутових потреб і не входять до енергосистеми країни.

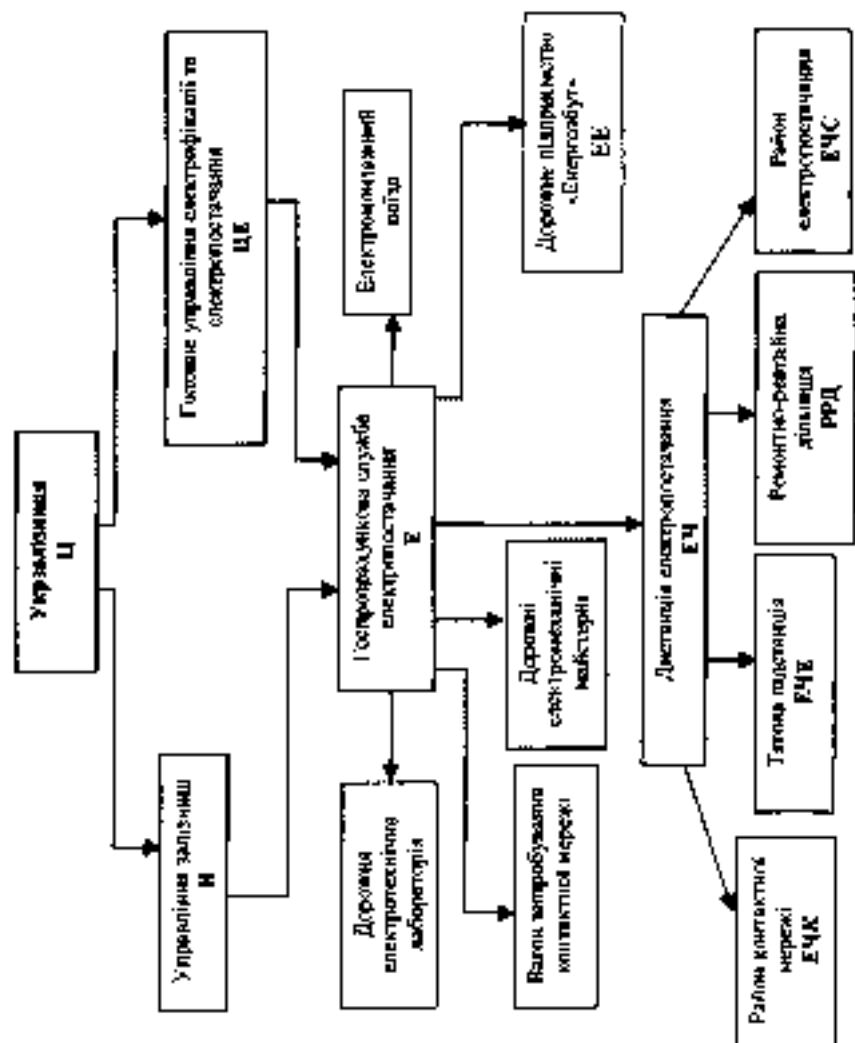


Рис 5.1. Структура управління електропідприємствами зв'язного транспорту

Теплова електростанція (ТЕС) виробляє електроенергію при спалюванні вугілля, торфу, нафту або природного газу шляхом перетворення теплової енергії в електричну за допомогою парових або газових турбін. Великі теплові електростанції, які виробляють електроенергію потужністю більше 1 ГВт, називають державними районними електростанціями (ДРЕС). Менш потужні теплоелектроцентралі (ТЕЦ), крім електроенергії, відпускають також теплову енергію.

Гідроелектростанція (ГЕС) виробляє електроенергію за допомогою гідротурбін, використовуючи кінетичну енергію водного потоку (наприклад, води, задержаної в гребелі), або водотіку в гірській місцевості).

Атомна електростанція (АЕС) використовує внутрішню силу ядер хімічних елементів при їх розщепленні і перетворює її на електричну. Розщеплення ядер ізоотопів урану 235 або 238 — це ланцюгова реакція, яка управляється за допомогою графітових стержнів. Вона відбувається під впливом відповідно повільних або швидких нейтронів в ядерному реакторі. Отримане при цьому тепло за допомогою паротурбін перетворюється в електроенергію, аналогічно як це відбувається на ТЕС.

Всі ці електростанції входять до енергетичних систем і зв'язуються між собою лініями електропередач (ЛЕП), які можуть передавати електроенергію на великі відстані. Окремі енергосистеми міжсистемними лініями

ЛЕП об'єднуються в одну енергетичну систему країни.

На рис. 52 показано зовнішні енергосистеми I і II, які з'єднуються між собою ЛЕП міжсистемного зв'язку 2. В середині кожної енергосистеми є електростанції 1, які з'єднуються між собою ЛЕП внутрішньосистемного зв'язку 3. Такі ж лінії прокладені від електростанцій до районних трансформаторних підстанцій 4 (РТП). Від РТП живляться тягові підстанції внутрішньої системи електропостачання залізниць, які залежно від способу підключення бувають однопольні 5, проміжні проходні 6, при-

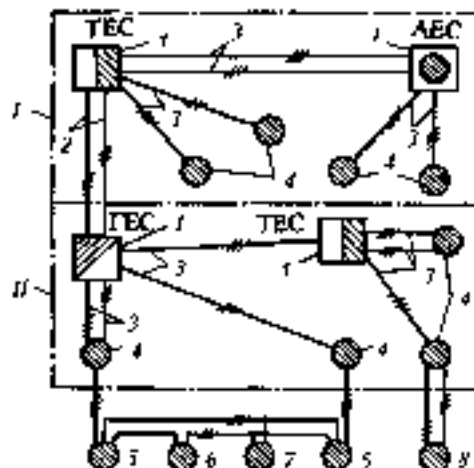


Рис. 52. Зовнішня система електропостачання залізниць

I, II — енергосистеми;

1 — електростанції ТЕС, АЕС; ГЕС;

2, 3 — лінії електропередач (ЛЕП);

4 — районні трансформаторні підстанції

(РТП); 5, 6, 7, 8 — тягові підстанції залізниць, міжні відійми 7, тупикові 8

Для більшої надійності зовнішнього електропостачання застосовують міжсистемні двонапівовові ЛЕП, кожна з яких кріпиться на окремих опорах. ЛЕП внутрішньосистемного зв'язку, від яких живляться РТП, можуть бути одно- і двонапівовові. Виробництво, передача і розподіл електроенергії здійснюється переважно на трифазному змінному струмі частотою 50 Гц. ЛЕП, які підводять енергію до тягових підстанцій електрифікованих залізниць, мають номінальну напругу 220 або 110 кВ, в рідкісних випадках 35 кВ.

5.1.3. Система тягового електропостачання

Тягову мережу (рис. 5.3.) складають тягові підстанції, фідерн, контактна чережа, рейкові ланцюги і відсмоктувальна лінія. Струм, що протікає від тягової підстанції до електрорухомого складу, розподіляється між провідниками контактної мережі. Повернення струму на підстанцію здійснюється через рейкові ланцюги, землю і відсмоктувальну лінію.

Тягові підстанції залізниць відносять до споживачів I категорії. Щоб забезпечити надійне функціонування електричної тяги, передбачається пошвидше живлення тягової підстанції від двох незалежних джерел. У випадку живлення з одного джерела резервується паралельна лінія електропередачі від цього джерела.

Контактна мережа залізничної лінії підключається, як правило, до двох тягових підстанцій, від яких електрорухомий склад отримує двостороннє живлення (рис. 5.4, а). Струм на ньому складається із струмів I_1 і I_2 , значення яких обернено пропорційні відстаням від локомотива 3 до відповідної тягової підстанції. Чим ближче до тягової підстанції перебуває локомотив, тим більша частина струму поступає до нього з цієї підстанції. Менша відстань проходження струму допускає менші його втрати в контактній

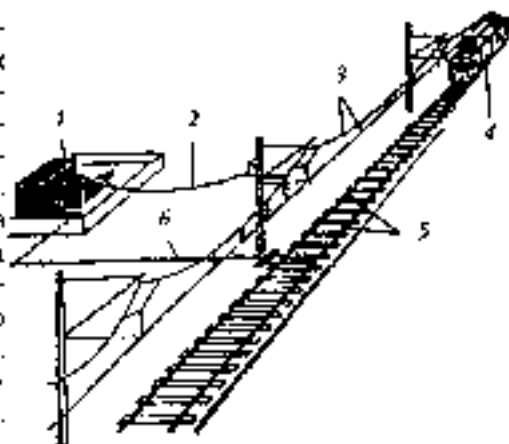


Рис. 5.3. Основні елементи тягової мережі: 1 — тягова підстанція; 2 — фідер (живляча лінія); 3 — контактна мережа; 4 — електрорухомий склад; 5 — рейкові ланцюги; 6 — відсмоктувальна лінія.

мережі – в цьому полягає ефективність двостороннього живлення. Крім того, у разі виходу з ладу однієї з підстанцій, мережа може перейти на одностороннє живлення.

Одностороннє живлення (рис. 5.4, б) може застосовуватись на станціях та в рідкісних випадках на одноколійних перетонах невеликої протяжності.

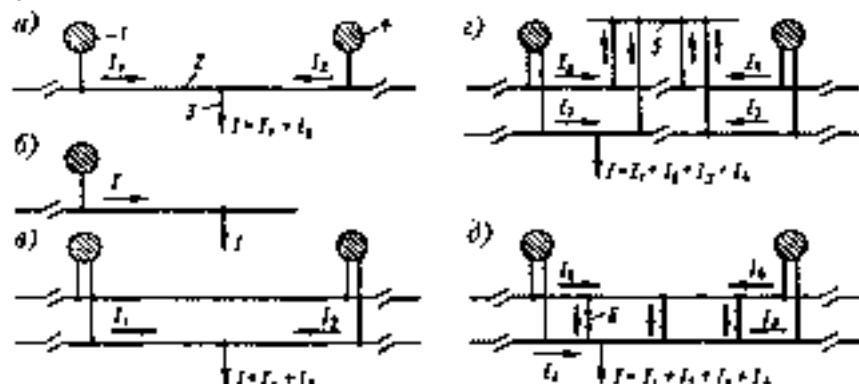


Рис. 5.4. Способи живлення контактної мережі від тягових підстанцій:

- а – двостороннє на одноколійній ділянці; б – одностороннє на одноколійній ділянці; в, г, д – двостороннє на двоколійних ділянках;
 1 – тягова підстанція; 2 – контактна мережа; 3 – електрорухомий склад;
 4 – тягова підстанція; 5 – пост секціонування;
 6 – пункти паралельного з'єднання.

За розв'язного живлення контактних мереж на двоколійній лінії (рис. 5.4, в) кожна з них отримує енергію від тягових підстанцій незалежно одна від одної. Пошкодження на одній із колій не впливає на рух поїздів на сусідній колії.

На двоколійних лініях часто застосовують пости секціонування з вузловим живленням (рис. 5.4, г), які дозволяють за нормальних умов більш ефективно з меншими втратами енергії, ніж за розв'язного живлення, живити всі чотири контактні підвіски від двох тягових підстанцій, а у разі пошкодження будь-якої контактної підвіски захисна апаратура відключає пошкоджену ділянку, всі інші залишаються під напругою. Ще більш економічним вважається паралельне з'єднання контактних підвісок (рис. 5.4, д) із застосуванням між тяговими підстанціями в декількох місцях спеціальних пунктів паралельного з'єднання. Вони краще вирівнюють навантаження окремих колій і значно зменшують втрати на прутки в порівнянні з вузловим живленням.

Існують поняття про фідерні і підстанційні зони живлення (рис. 5.5). Фідерною зоною називають частину тягової мережі, яка отримує електроенергію від однієї живлячої лінії (фідера) при односторонньому живленні (рис. 5.5, а) або від двох сусідніх тягових підстанцій при двосторонньому живленні (рис. 5.5, б). Підстанційною зоною називають всі фідерні зони, які живляться від однієї і тієї ж тягової підстанції.



Рис. 5.5. Фідерні і підстанційні зони:

- а) при односторонньому живленні, б) при двосторонньому живленні;
 L_{ϕ} — фідерна зона; L_{π} — підстанційна зона;
 1 — тягова підстанція, 2 — контактна мережа.

Протяжність фідерних і підстанційних зон приймається з урахуванням витрат на спорудження тягових підстанцій і їх експлуатацію (ближню зону робити довшими, щоб зменшити кількість підстанцій), роду струму і різниці напруги, схеми живлення контактної мережі, розмірів і організації руху поїздів (протяжність зон обмежується допустимими втратами енергії в тяговій мережі і падінням напруги на струмоприймачах електропотягового складу).

5.1.4. Системи електричної тяги

На залізницях України і країн СНД залежно від роду струму і способу живлення ним контактної мережі, застосовуються такі системи електротяги:

- **система постійного струму**, яка забезпечує напругу в контактній мережі 3 кВ (не нижче 2,7 кВ і не вище 4 кВ). Для створення постійного струму на тягових підстанціях застосовуються шести- або дванадцятипульсові перетворювачі. Контактну мережу з'єднують живлячими проводами з шинами «+», а рейкову колію — підземіювальними проводами з шинами «-» тягових підстанцій. До недоліків системи відносять порівняно низьку напругу в тяговій мережі (3 кВ), яка обмежується максимально допустимого напругою, що має подаватись безпосередньо з контактної мережі на тягові двигуни без проміжного перетворення її на локомотиві. Крім того, в цій системі виникають значні блуждаючі струми, що спричиняють електрокорозію підземних металевих споруд, і останні потребують спеціального захисту;

- система однофазного змінного струму промислової частоти 50 Гц, яка забезпечує напругу в контактній мережі 25 кВ (не нижче 21 кВ і не вище 29 кВ). Для рівномірного навантаження фаз системи зовнішнього електропостачання, яка подає на тягову підстанцію трифазний струм, незопущення викривлень напруги на шинах тягових підстанцій, до рейкової мережі приєднують одну і ту ж фазу трансформаторів, а в контактній мережі між кожною парою суміжних підстанцій для живлення тягової мережі використовують різні фази. Як показано на рис. 5.6, контактна мережа 1 на ділянці між підстанціями I і II отримує живлення від фази *b*, а між підстанціями II і III — від фази *a*. Рейкова мережа 3 завжди приєднана до фази *c*. Щоб не замикались у контактній мережі різні фази (*a* і *b*) встановлюють електричні розділення — нейтральні вставки.

На відміну від системи постійного струму, система однофазного струму значно простіша і більш економна. Порівняно висока напруга в контактній мережі і відносно менші струми в ній дозволяють в 2,5–3 рази зменшити площу перерізу проводів контактної мережі, збільшити відстань між тяговими підстанціями. Тягові трансформатори, які встановлюються на електрорухомому складі, дозволяють постійно утримувати тягові двигуни паралельно включеними, що збільшує тягові властивості електровоза. Тягові підстанції в цій системі перетворюються в звичайні трансформатори, чим спрощується їх робота. Разом з тим, при живленні однофазним струмом не можливо уникнути певної асиметрії (нерівномірності навантаження) фаз, що призводить до неспожитих електроенергії, переіктировання більш навантажених фаз тощо. Значний недолік цієї системи полягає також у відносно великому прямому (контактна підвіска) і зворотному (рейки + грунт) провідні тягової мережі. Ці проводи розвешені на значну відстань один від одного. В просторі, який

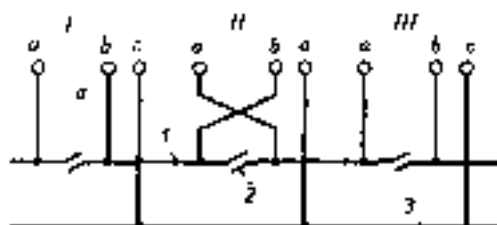


Рис. 5.6 Розподіл фаз у тяговій системі:

a, b, c — фази змінного струму;

I, II, III — тягові підстанції;

1 — контактна мережа;

2 — нейтральна вставка; 3 — рейкова мережа.

обіймає тягову мережу, створюється потужне електромагнітне поле, наслідком якого є високий індуктивний опір тягової мережі (0,5–0,6 Ом/км), великі втрати напруги в ній, інтенсивний небезпечкий вплив на суміжні лінії низької напруги (СІБ і зв'язку), які потребують використання кшталтної магістрального кабелю, релейного та іншого захис-

ту. Суттєве зменшення негативного впливу цього підсилювача можливе двома шляхами: зближенням проводів прямого і зворотного струмів, як це здійснюється в тролейбусній контактній підвісі, або використанням систем живлення з компенсацією зовнішнього електромагнітного поля. Перший шлях в умовах експлуатації залізниць застосовувати конструктивно неможливо, другий — можливий і уже застосовується в трьох таких системах живлення: системі живлення з коаксіальним кабелем, автотрансформаторній системі, відомій під назвою 2×25 кВ, і системі з екрануючими і підсилюючими проводами (ЕПП);

- **система однофазного змінного струму з коаксіальним кабелем** — розроблена в Японії, має надзвичайно високі електротехнічні характеристики. Проте вона потребує спеціального висококоштовного мідного кабелю перерізом 2×200 мм² і товще, тому ніде в інших країнах не застосовується;
- **система однофазного змінного струму 2×25 кВ** — вперше була застосована в США, Японії і Франції при електрифікації швидкісних пасажирських магістралей, а також в Росії — при електрифікації вантажонапружених ліній. На залізницях України ще не запроваджувалась. Суть її полягає в тому, що на тягових підстанціях встановлюють однофазні трансформатори з вторинними обмотками напругою 50 кВ (рис. 5.7). Середню точку цих обмоток з'єднують з рейковою мережею, а крайні — одну з контактною підвіскою, а другу з живлячим проводом, підвішеним паралельно контактному проводу з протилежного відносно боку на опорах контактної мережі. Через кожні 8–15 км встановлюють лінійні автотрансформатори на 50 кВ, які з'єднують між живлячим і контактним проводами. Таким чином, у контактну мережу поступає напруга 50 кВ. Між контактним проводом і рейками зберігається напруга 25 кВ, що дозволяє експлуатувати такий же електропрухомий склад змінного струму і не застосовувати спеціальні

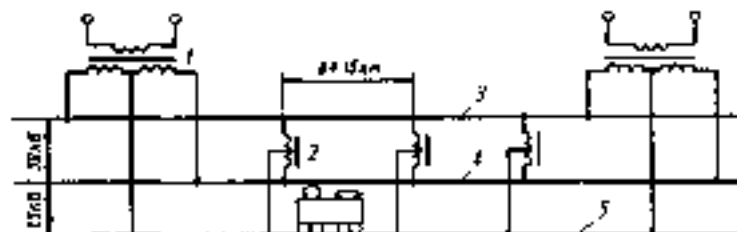


Рис. 5.7. Принципова схема живлення, електрифікованої за системою 2×25 кВ з автотрансформаторами

1 — трансформатор тягової підстанції; 2 — лінійний автотрансформатор;
3 — живлячий привід, 4 — контактний привід; 5 — рейки.

пристрої в місцях стикування дільниць систем змінного струму 25 кВ і 2×25 кВ.

Порівняно з системою 25 кВ, опір тягової мережі в системі 2×25 кВ зменшується в 2 рази, втрати електроенергії — в 2–2,5 рази, суттєво зменшуються також індуктивний вплив на лінії зв'язку, значно зводяться підстанційні зони і відстані між підстанціями. Регулювання коефіцієнта трансформації лінійних автотрансформаторів дозволяє підтримувати заданий рівень напруги в контактній мережі і тим самим реалізувати необхідну потужність і швидкість локомотивів. Проте ця система теж дуже дорога через необхідність застосування великої кількості автотрансформаторів;

- **система однофазного змінного струму 25 кВ з екрануючими і підсилюючими приводами (ЕП)** — вперше була розроблена і запроваджена в СРСР в 1978 році на дільницях Північно-Кавказької залізниці і далі застосовувалась переважно для підсилення раніше електрифікованих вантажонапружених дільниць з метою збільшення допустимих струмів та зниження втрат електроенергії, а також на дільницях, де особливо проявлявся високий рівень індуктивного впливу на суміжні електричні лінії. Ця система в 90-х роках минулого століття стала поширюватись також на залізницях Західної Європи. Успішно запроваджується в ході комплексної модернізації системи електропостачання на залізницях України. Суть системи змінного струму з ЕП полягає в тому, що разом з контактною підвіскою звичайного типу на опорах компактної мережі з боку поля підвішуються два проводи — підсилюючий провід ІІІ і зворотний екрануючий провід ЕП, розміщення яких показано на рис. 5.8. Ці проводи кріпляться до того ж кронштейна, що і провід ДІІР і наближаються один до одного з урахуванням експлуатаційної надійності на відстані 80 см.

Існують два способи заземлення проводу ЕП: в першому (рис. 5.8) ЕП заземлюється на нульові точки звичайних дросель-трансформаторів ДТ через лінійні проміжки не менше 4 км (тобто через два ізольованих стики на третій) або на додатково встановлені колійні дроселі; в другому варіанті (рис. 5.9) ЕП заземлюється на індивідуальні заземлювачі (стержні довжиною 3 м, які забиваються в ґрунт біля опори приблизно через кожні 200 м, тобто на кожній четвертій опорі). Заземлювачі при цьому взагалі не зв'язуються з рейками, що покращує умови роботи автоблокування.

Хоча за величиною опору система ЕП і дедалі поступається системі 2×25 кВ, але за всіма іншими показниками вона не гірша її, а за розмірами втрат електроенергії і за вартістю навіть набагато краща. Економічні розрахунки показують, що застосування тягової мережі ЕП для елект-

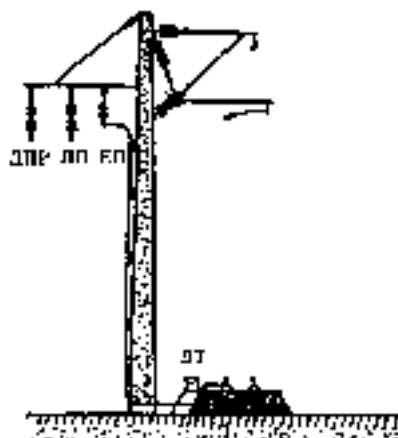


Рис. 5.8. Розміщення проводів системи ЕПН на опорі контактної мережі:
 ЛП — підсилюючий провід,
 ЕП — екрануючий провід;
 ДПР — лінія живлення нетягівних залізничних споживачів,
 ДТ — дросель-трансформатор.

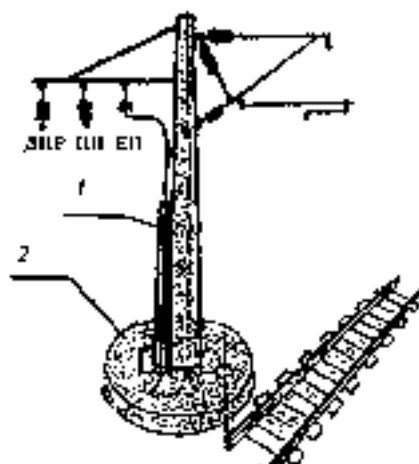


Рис. 5.9. Заземлення екрануючого проводу як індивідуальний заземлювач:
 ЛП — підсилюючий провід;
 ЕП — екрануючий провід;
 ДПР — лінія живлення нетягівних залізничних споживачів;
 1 — асбестоцементна труба;
 2 — підсіпка ґрунту.

рифікації залізниць доцільніше за середньорічного споживання електрос-
 нергії до 750 тис. кВт · год на 1 км в рік, за більшого споживання може
 стати більш ефективною система 2 × 25 кВ.

5.2. Тягові підстанції

5.2.1. Класифікація тягових підстанцій

Тягові підстанції за родом струму поділяються на підстанції постійно-
 го і змінного струму. В місцях стикування ділянок, електрифікованих на
 різних системах живлення, розміщують підстанції постійно-змінного
 струму — стикові підстанції.

Підстанції постійного струму розміщують одна від одної на відстані
 10–25 км, змінного струму — 40–50 км. Підстанції, як правило, розпо-
 нуються в районі залізничних станцій.

Номінальна напруга на шинях тягових підстанцій вища, ніж в контакт-
 ній мережі: на лініях змінного струму вона складає 27,5 кВ (в контактній

мережі 25 кВ); на лініях постійного струму — 3,3 кВ (в контактній мережі — 3 кВ).

За способом підключення до лінії ЛЕП тягові підстанції бувають опорні, прохідні (транзитні), відпайки, тупикові (див. рис. 5.2). Частіше їх сумішують з підстанціями зовнішньої енергосистеми (РПІ), в деяких випадках з черговими пунктами контактної мережі.

Тягові підстанції мають складне обладнання, яке виконує їх класифікації і системи живлення електротяги. Основним з них є розподільчі пристрої РП (російською мовою РУ), які бувають відкритого і закритого типу.

За конструктивним виконанням підстанції бувають стаціонарні і пересувні. Останні використовуються при ремонті для заміни розподільчих пристроїв, перетворювачів чи всієї стаціонарної підстанції, якщо вона вийшла з ладу, або як резервні, які встановлюють між стаціонарними для підсилення системи тягового електропостачання.

За способом управління підстанції поділяються на:

- з **автотелеуправлінням**, в яких контроль і регулювання роботи виконуються спеціальною апаратурою з диспетчерського пункту;
- з **автоматичним управлінням**, які працюють у заданому автоматичному режимі, на підстанції відсутні чергові енергодиспетчери;
- з **напівавтоматичним управлінням**, в яких частина операцій виконується автоматично, а частина — черговим працівником (оператором).

5.2.2. Принципова будова тягових підстанцій постійного струму

Тягові підстанції залізниць постійного і змінного струму значно відрізняються за будовою.

Підстанції постійного струму, звичайно, складніші. Крім зниження напруги зовнішнього електропостачання, вони повинні ще забезпечити перетворення трифазного змінного струму в постійний. На них встановлюються перетворювачі — агрегати, які складаються з понижувачих трансформаторів і з'єднаних з ними послідовно випрямлячів. Як правило, напруга зовнішнього електропостачання знижується у два рази — спочатку до 11 кВ, а потім до 3,3 кВ (рис. 5.10). Від РПІ 110 (220) кВ електроенергія надходить до трифазного трансформатора 1, а потім від одної з його вторинних обмоток до РП 11 кВ, від другій — до РП 38,5 кВ. Через перетворювач, який складається з трансформатора 6 і випрямляча 5, енергія від РП 11 кВ надходить до РП 3,3 кВ. До його шини «+» підключаються

живлячі лінії 4, які ведуть до контактної мережі, а до шини «-» — відмокувальні лінії, які ведуть до рейкової мережі. Від РП1 38,5 кВ лініями 2 живляться районні споживачі, а від РП1 11 кВ лініями 3 нестягові споживачі залізничні. Інші тягові підстанції підключаються до систем зовнішнього електропостачання напругою від 6 до 40 кВ і тоді подвійна трансформація не потрібна.

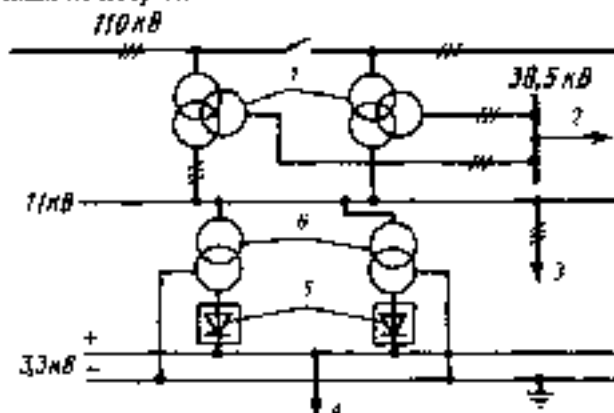


Рис. 5.10. Принципова стрижена схема трансформної підстанції постійного струму:

- 1 — тробисполочний трансформатор;
- 2 — лінія живлення районних споживачів; 3 — лінія живлення нестягових залізничних споживачів;
- 4 — живляча лінія контактної мережі (фідер); 5 — випрямлячі;
- 6 — трансформатор перетворювача.

Напівпровідникові випрямлячі збирають з кремнієвих вентилів, які або не управляються (діоди), або управляються (тиристорів). Якщо на ділянці застосовується рекуперативне гальмування, то на підстанціях встановлюють випрямно-інверторні перетворювачі (ВІП), які можуть працювати в двох режимах — випрямному та інверторному. Такі перетворювачі збирають з тиристорів.

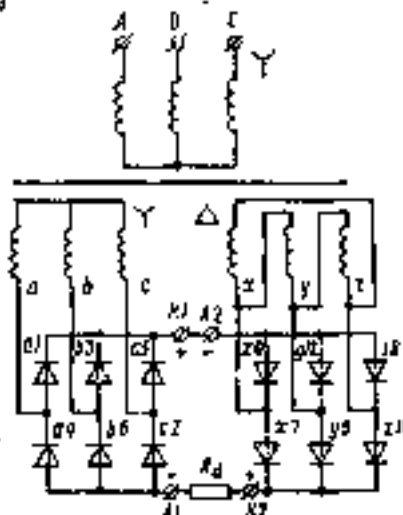


Рис. 5.11. Трифазна дванадцятипульсова схема випрямлення:

- А, В, С — фази первинної обмотки;
- а, б, в та х, у, з — фази вторинних обмоток; А1, А2 — аноди,
- К1, К2 — катоди, R_1, R_2 — навантаження.

Випрямлена напруга на тягових підстанціях є пульсуючою, що викликає завади в повітряних лініях автоблокування. Щоб їх зменшити, до шин «—» підключають згладжуючі пристрої (реактори).

На підстанціях постійного струму застосовуються шести- і дванадцятипульсові схеми випрямлення струму. Порівняно з шестипульсовою, трифазна дванадцятипульсова схема значно зменшує пульсацію і останнім часом широко запроваджується на електрифікованих залізницях України.

Як показано на рис. 5.11, дванадцятипульсова схема випрямлення складається з двох трифазних шестипульсових мостових схем випрямлення, з'єднаних послідовно, у яких амплітуди випрямленого струму зміщені за фазою на кут $\pi/6$. Одна із вторинних обмоток з'єднана «зіркою», друга — «трикутником». За такої схеми не потрібен згладжувальний реактор.

5.2.3. Принципова будова тягових підстанцій змінного струму

Основне призначення підстанції змінного струму — знизити підведену до неї напругу (110 чи 220 кВ) до рівня прийнятого для електропостачання електродвигуна складу (27,5 кВ) і кетягових споживачів (25, 38,5 чи 11 кВ). Для цього на підстанції за системи однофазного струму 27,5 кВ встановлюються два трифазних тробмоточних трансформатори, кожний з яких за необхідності може забезпечити повну потужність, необхідну для виконання нормального руху знімалів. Як показано на рис. 5.12, електроенергія з дволанкової ЛЕП надходить до РП 110 кВ (220 кВ), який має дві системи шин. Напруга знижується трифазним тробмоточним трансформатором 1. Від однієї з його вторинних обмоток енергія надходить до РП 27,5 кВ і далі живлячими лініями 4 подається в контактну мережу.

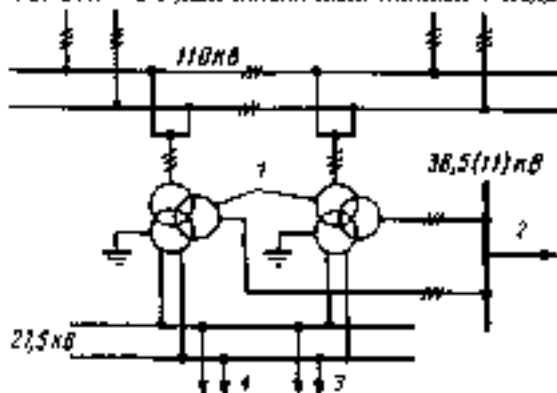


Рис. 5.12. Принципова стрижнева схема підстанції змінного струму:

- 1 — трифазні тробмоточні трансформатори;
- 2 — лінія живлення районних споживачів;
- 3 — лінія живлення кетягових залізничних споживачів (ДПР);
- 4 — лінія живлення тягової мережі.

лініями 3 - до нетягових залізничних споживачів (проводами ДІІР), від другої вторинної обмотки - до РП 38,5 (11) кВ і далі лініями 2 - для живлення районних споживачів.

На тяговій підстанції системи 2×25 кВ застосовують однофазний силовий трансформатор з вторинною обмоткою, яка складається з двох послідовних секцій напругою по 25 кВ кожна, а в сумі - 50 кВ. Для живлення нетягових лінійних і районних споживачів, якщо це необхідно, встановлюються окремі три- або двообмоточні понижувачі трансформатори.

На підстанціях застосовуються також різні швидкодіючі та неспвидкодіючі вимикачі, дугогасильні камери, запобіжники, різного призначення реле та інші електричні апарати.

5.3. Будова контактної мережі

5.3.1. Будова і види контактних підвісок

Контактна мережа призначена для подачі електроенергії від тягових підстанцій до електрорухомого складу і має забезпечити безперешкодне з'явлення струму локомотивами в умовах високих швидкостей руху і за будь-якої погоди.

Контактна мережа збудована у вигляді ланцюгових повітряних підвісок, що забезпечують мінімальне провисання контактного проводу.

Найпростіша ланцюгова підвіска складається з

- **опор**, висотою до 15 м, металевих або залізобетонних;
- **консоль**, розміщених на опорах і до яких через ізолятори підвішується несучий трос;
- **несучого тросу**, до якого за допомогою струн підвішується контактний провід;
- **контактного проводу**, призначеного для контакту із струмоприймачами локомотивів;
- **струн**, на яких підвішується контактний провід;
- **фіксаторів**, які утримують і фіксують контактний провід у певному положенні;
- **ізоляторів**, які ізолюють струмовідні проводи від опор та інших деталей підвіски.

Як показано на рис. 5.13, на опорі 3 встановлені консоль 4 і фіксатор 6. Контактний провід 1 підвішений на струнах 5 до несучого тросу 2.

В даній підвісці для кріплення несучого тросу застосовується консольний підтримувачий пристрій. Консоль складається з кронштейна,

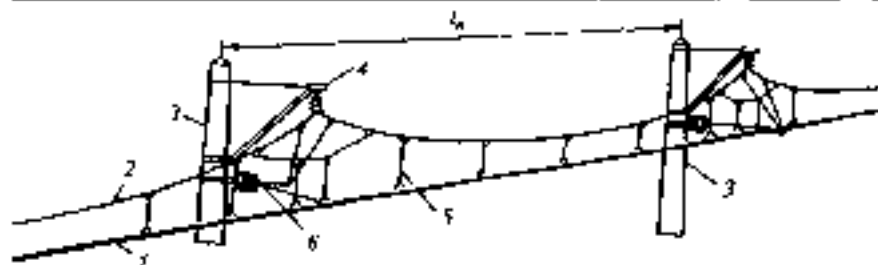


Рис. 5.13. Ланцюжок контактної підвіски з консольми.

1 — контактний провід; 2 — несучий трос; 3 — опора; 4 — консоль; 5 — струна, 6 — фіксований. L_n — пропі.

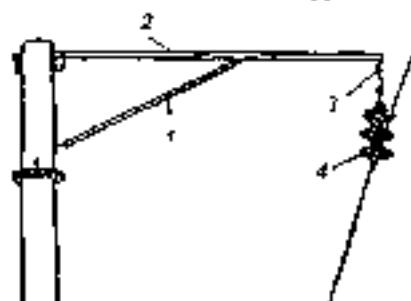


Рис. 5.14. Консоль з підкосом на опорі.

1 — підкос; 2 — швелер; 3 — бугель; 4 — підвіска ізоляторів.

до якого кріпиться несучий трос, і тяга, яка підтримує кронштейн. Ця консоль виготовляється у вигляді кронштейна з підкосами (рис. 5.14).

Часто замість консолей використовуються жорсткі (рис. 5.15) або гнучкі поперечнини (рис. 5.16).

Проводи контактної підвіски (контактний провід, несучий трос) повинні мати велику провідність і високу механічну міцність, особливо на головних коліях перегонів і станцій.

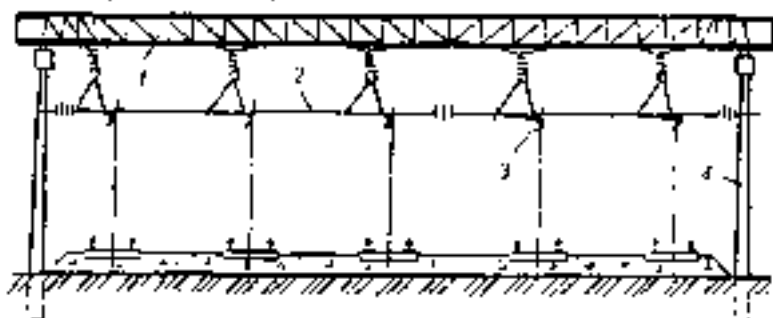


Рис. 5.15. Ланцюжок контактної підвіски з жорсткою поперечниною (ріллема).

1 — ріллема; 2 — фіксуючий трос; 3 — контактний провід; 4 — опора.

Найчастіше застосовуються мідні фасонні (МФ) контактні проводи із твердої електролітичної міді (рис. 5.17, а), а також нізколеговані проводи марки НлОл 0,04 Ф, в яких міститься 0,04% олова.

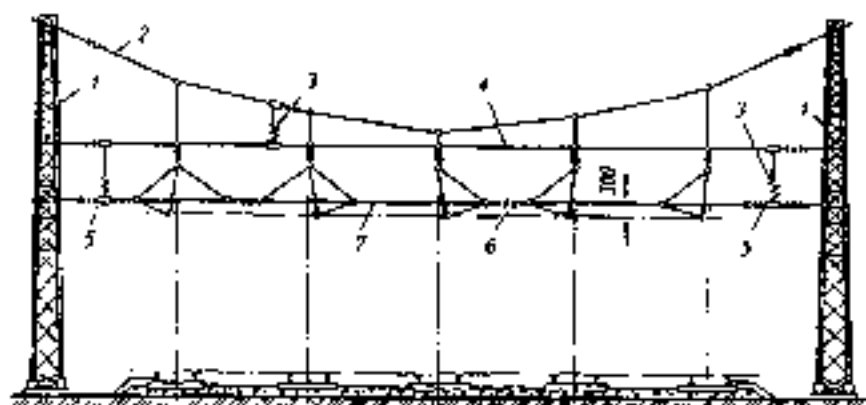


Рис. 5.16. Ланка залізничної контактної мережі з електричimi з'єднувачими.

1 – металеві стовпи; 2 – поперечний несучий трос; 3 – електричimi з'єднувачі;
4 – верхній фіксуєчий трос; 5 – нейтральні м'єшя; 6 – секційні ізолятори;
7 – нижній фіксуєчий трос.

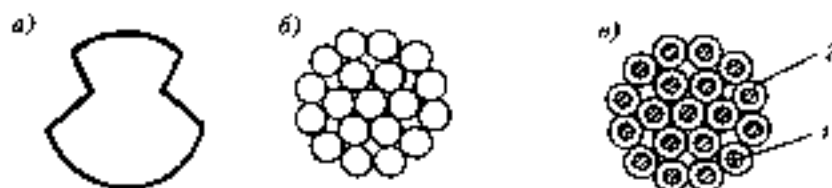


Рис. 5.17. Профільні провідни контактної мережі.

а – контактний провідник марки МФ;
б – несучий трос марки М; в – несучий трос марки ПБСМ;
1 – сталеві сердечники провідни; 2 – мідна оболонка провідни.

Фасонним провідником називають тому, що він має два поздовжні пази для кріплення затискачами. На головних коліях перегонів і станцій, як правило, застосовують контактні провідни МФ-100 (площею перерізу 100 мм²), а на станційних коліях – МФ-85 (85 мм²). На залізницях постійного струму у випадках, коли площа перерізу провідни 100 мм² недостатня, підвішують два провідни МФ-100.

Для несучих тросів використовуються багатониточні провідни, сплетені з 19 дрітників (рис. 5.17. б і в). На головних коліях ліній постійного струму застосовують несучі троси марки М з чистої міді площею перерізу 120 мм². На всіх коліях змінного струму та станційних коліях постійного струму застосовують несучі троси марки ПБСМ-95 (площею перерізу 95 мм²) та ПБСМ-70 (70 мм²) – біметалеві (сталемідні) провідни із дрітників, які мають сталеву сердечнику і мідну оболонку.

Струни ланцюгової підвіски виготовляють із біметалевого сталеміного проводу діаметром 4 мм. Відстань між точками кріплення їх на контактному проводі не має перевищувати 10 м.

Ізолятори застосовують тарільчаті (фарфорові і скляні) та стержневі (фарфорові і полімерні). Полімерні ізолятори більш міцні і компактніші, але дорожчі, ніж фарфорові і скляні.

Відстань між сусідніми опорами називають прогоном, вона визначається типом підвіски, маркою і площею перерізу проводів, радіусом кривизни, розсою вітрів та іншими факторами, буває від 30 до 70 м.

Опори, до яких кріпляться кінці контактного проводу і несучого троса, називаються анкерними. Відстань між сусідніми анкерними опорами називають анкерною ділянкою. Анкерні ділянки бувають довжиною до 1600 м, в кривих вони менші.

Ланцюгові контактні підвіски бувають одинарні і подвійні



Рис. 5.18. Ланцюгові контактні підвіски — одинарна (а), подвійна (б) і одинарна з ресором (в): 1 — контактний провід; 2 — струна; 3 — несучий трос; 4 — димпінгний пружид; 5 — ресорний трос.

На нових електрифікованих лініях постійного струму застосовуються одинарні ланцюгові підвіски з одним або двома контактними проводами. Подвійні трапляються дуже рідко, переважно на давно електрифікованих лініях постійного струму. На лініях змінного струму застосовуються тільки одинарні підвіски.

Для більш рівномірного зношування пластин полозів струмкриймачів контактний провід розмішують у плані зигзагом, пошуваючи його за допомогою фіксаторів перемінно проти кожної опори на 300 мм (на кривих до 400 мм) у певний бік від осі колії.

Залежно від розміщення в плані контактного проводу і несучого троса, ланцюгова підвіска буває вертикальна, напівкоса і коса (рис. 5.19). Якщо несучий трос розміщений у плані точно над контактним проводом (рис. 5.19, а), то така підвіска називається вертикальною, застосовується тільки на кривих ділянках. Якщо несучий трос підвішується строго над

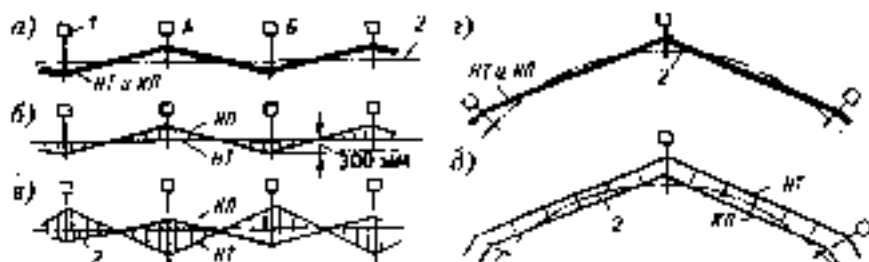


Рис. 5.19. Схеми ланцюгових підвісок на прямій ділянці колії:

а — вертикальна; б — напівкоса; в — коса;

на кривих ділянках колії: г — вертикальна; д — коса; 1 — опора; 2 — міст катії;

НТ — несучий трос. КП — контактний провід.

віссю колії, а контактний провід — змозгом (рис. 5.19, б), то така підвіска називається напівкосою, застосовується на прямих ділянках колії. Якщо контактний провід і несучий трос підвишені взаємопротилежними змозгами (рис. 5.19, в), то така підвіска називається косою, вона найскладніша в монтажі та експлуатації, зате найбільш стійка від вітрових навантажень, застосовується в районах сильних вітрів.

У проводах контактної підвіски необхідно підтримувати постійний натяг, щоб забезпечити мінімальні стріли провисання контактного проводу.

За способом натягування проводів ланцюгові підвіски бувають:

- **некомпенсовані**, коли контактний провід і несучий трос жорстко закріплені на кінцевих (анкерних) опорах. Натягування в них і стріла провисання змінюється в повній залежності від температури, вітрового навантаження, ожеледиці; застосовувались раніше на анкерних ділянках з невеликими швидкостями руху поїздів, на залізницях України більше не використовуються;
- **напівкомпенсовані**, коли за допомогою спеціальних вантажів (компенсаторів) автоматично підтримується постійне натягування контактної проводу незалежно від зміни температури, а несучий трос жорстко закріплюється на опорах.
- **компенсовані**, коли за допомогою компенсаторів у контактному проводі і несучому тросі автоматично підтримується постійне натягування.

Вантажний компенсатор (рис. 5.20) у напівкомпенсованих і компенсованих підвісках складається з вантажу і декількох блоків, через які за допомогою тросу вантаж з'єднується з проводами. В компенсований підвісці контактний провід і несучий трос, як правило, мають спільний компенсатор.

Щоб забезпечити члавний перехід полоза струмоприймача з контактної проводу однієї анкерної ділянки на суміжну без порушення контакту

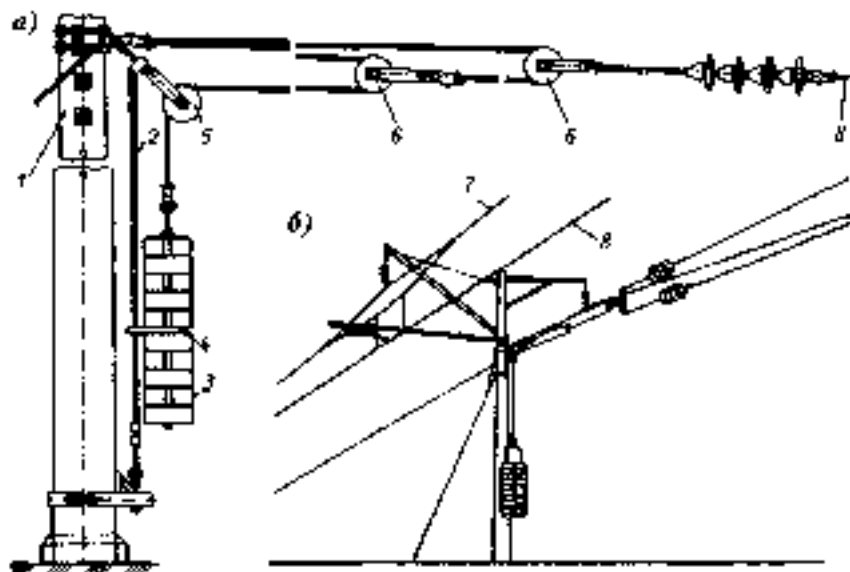


Рис. 5.20. Анкерівки контактності приводу катіонізаційної лінійної підвіски:

а — схема анкерівки; б — загальний вигляд катіонізаційної лінійної підвіски; 1 — залізобетонна опора; 2 — нерухомий блок; 3 — канат; 4 — обмежувач; 5 — рухомі блоки; 6 — контактний привод; 7 — несучий трос; 8 — коромисла.



Рис. 5.21. Неізолююче спряження (сполучення) анкерних ділянок (вигляд у плані):

1 — анкерна опора; 2 — перехідна опора; 3 — вісь кабелі.

при чисто механічному (неелектричному) їх розділенні влаштовують неізолюючі спряження (сполучення) анкерних ділянок (рис. 5.21).

Між двома анкерними опорами 1 розміщені дві перехідні опори 2, на яких підвішені контактні підвіски анкерних ділянок I і II, що стикаються. В прогоні між перехідними опорами кожен з контактних проводів при наближенні до перехідної опори поступово піднімається, біля наступної перехідної опори займає положення уже на 200 мм вище робочого контактного проводу, і далі відходить до своєї анкерної опори. Струмоприймач при проходженні між опорами 2 спочатку торкається контактного

проводу першої ділянки, потім на середині прогону — двох проводів суміжних ділянок, і далі — уже контактного проводу другої ділянки. Відстань між проводами сусідніх анкерних ділянок у разі їх неізолюючого сполучення в зоні одночасного контактування із струмоприймачем (якраз на середині прогону між перехідними опорамі) має бути 100 мм.

5.3.2. Секціонування контактної мережі

Для надійної роботи і зручності обслуговування контактну мережу поділяють на окремі електричні секції за допомогою секційних ізоляторів, повітряних проміжків і нейтральних вставок. Такий розподіл називається **секціонуванням**.

Щоб електрично розділити проводи різних анкерних ділянок, у прогоні між перехідними опорами (рис. 5.21) створюють так званий **повітряний проміжок** і проводи сусідніх анкерних ділянок, які сполучаються, відводяться один від одного в плані не на 100 мм, як показано на рисунку, а на 550 мм.

Повітряний проміжок або ізолююче спраження (сполучення) може влаштовуватись як в трьох (з двома перехідними опорами), так і чотирьох прогонах (з трьома перехідними опорами). Спраження в чотирьох прогонах виконують на залізничних постійного струму в місцях, де довжина прогонів між опорами невелика і важко плавно пізнати контактні проводи на двох перехідних опорах.

В ізолюючих спраженнях у вигляді повітряних проміжків при проходженні струмоприймачів, допускається короткочасне електричне з'єднання двох контактних відвіток суміжних анкерних ділянок.

Якщо за умов живлення це не допускається (різні фази струму тощо), то секції розділяють нейтральною вставкою, що складається з декількох послідовно розміщених повітряних проміжків.

Нейтральна вставка (рис. 5.22) — це окрема контактна підвіска мінімальної довжини, в яку не подається напруга (тому називається нейтральною), влаштовується між двома секціями з різними фазами струму і з двома ізолюючими повітряними проміжками для того, щоб струмоприймачем не допустити електричного замикання цих проміжків і тим самим замикання суміжних секцій. При проходженні струмоприймача в зоні першого повітряного проміжку нейтральна вставка сприймає напругу першої прилеглої секції, в зоні другого повітряного проміжку — напругу другої секції, а під час проходження у власній зоні — вставка занеструмлена. Нейтральну вставку поїзд проходить без струму за інерцією. Для того,

щоб поїзд не зупинився в зоні нейтральної вставки, він повинен мати відповідну швидкість. Якщо поїзд вимушено зупинився в цій зоні, його виводять, увімкнувши спеціальний роз'єднувач 5 (рис. 5.22). Щоб машиніст знав, де потрібно вимкнути і знову увімкнути тягові двигуни, встановлюють попереджувальні сигнальні знаки. Знак «Вимкнути струм» встановлюється за 50 м до початку нейтральної вставки, а після нейтральної вставки знаки «Увімкнути струм на електровозів» — через 50 м, «Увімкнути струм на електропоїздів» — через 200 м.

Довжина нейтральної вставки розраховується таким чином, щоб не допускалось одночасне замикання контактиків проводів нейтральної вставки з проводами прилеглих до неї секцій. Передусім вона залежить від виду електрорухомого складу: за використання на лінії тільки електро-возів, приймається 50 м (з урахуванням застосування кратної тяги), при електропоїздах — 200 м.

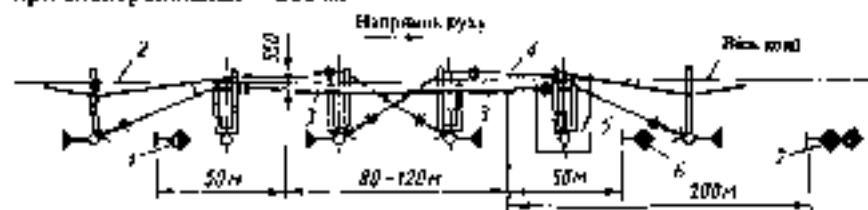


Рис. 5.22. Схема розташування аперних ділянок з нейтральною вставкою: 1 — сигнальний знак «Вимкнути струм»; 2 — контактний провід першої аперної ділянки; 3 — нейтральна вставка; 4 — контактний пристрій наступної аперної ділянки; 5 — секційний роз'єднувач; 6 — сигнальний знак «Увімкнути струм на електровозів»; 7 — сигнальний знак «Увімкнути струм на електропоїздів».

Щоб електрично розділити контактні підвіски станційних колій, застосовують секційні ізолятори — сукупність тарільчатих або стержневих ізоляторів із спеціальними пристроями для безперешкодного пропуску струмоприймачів.

Щоб з'єднувати або роз'єднувати окремі секції, підключати або відключати їх від живлячих ліній, застосовуються секційні роз'єднувачі контактної мережі (рис. 5.23). Вони влаштовуються на опорах на спеціальних кронштейнах, переключаються з одного положення в інше за допомогою спеціальних приводів дистанційно з пультів енергодиспетчера, чергового пункту контактної мережі, або вручну на місці відповідальним працівником дистанції електропостачання.

Схему секціонування електрифікованої лінії складають таким чином, щоб відключення будь-якої секції не зупинило рух поїздів, або порушення графіка руху були при цьому мінімальними.

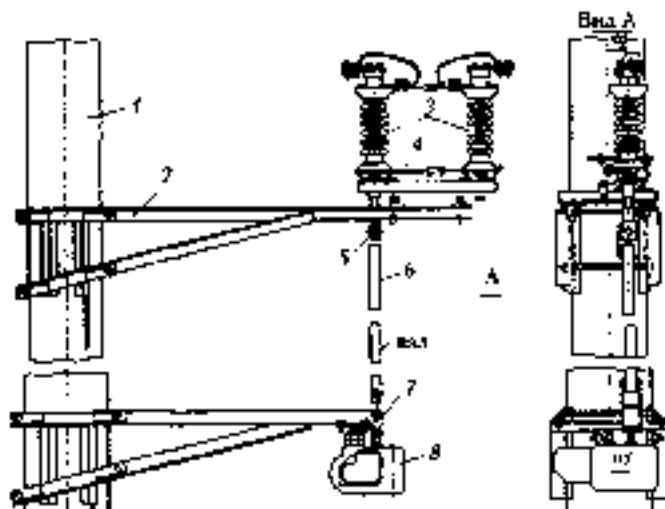


Рис. 5.23. Секційний роз'єднувач типу PLE

1 — залізобетонна опора; 2 — хромований підконтакт;
3 — секційний роз'єднувач; 4 — пружина; 5 — з'єднувальна муфта;
6 — вал; 7 — з'єднувальна муфта; 8 — привід.

Секціонування може бути: подовжнім, коли контактні підвіски розділяють на секції уздовж залізничної лінії біля кожної тягової підстанції і поста секціонування; поперечним, коли підвіски розділяють на перегонах і на роздільних пунктах так, щоб забезпечити незалежну роботу головних колій.

5.3.3. Рейкова мережа електрифікованих ліній

Рейкові нитки є другим проводом тягової мережі. Для зменшення опору рейкових ланцюгів у стиках встановлюють стикові з'єднувачі — невеликі відрізки мідного проводу з двома наконечниками, які приварюють до рейок з двох боків стику.

На лініях, обладнаних автоблокуванням або електричною централізацією, влаштовуються ізолювані стики для створення блок-дільниць. У цих випадках, щоб не порушити роботу пристроїв автоблокування і пропустити зворотний тяговий струм, в зоні ізолюючих стиків влаштовують дросель-трансформатори (коліїні дроселі) з кожного боку стику, а середні точки дроселів з'єднують між собою перемичкою (рис. 5.24).

Обмотки дросель-трансформаторів мають високий індуктивний опір, який практично робить неможливим проходження ними сигнального

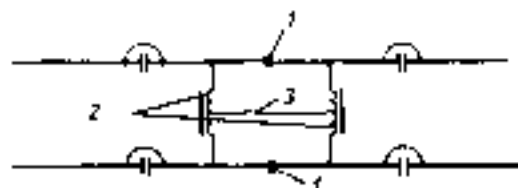


Рис. 5.24. Схема підключення дросель-трансформатора:

1 – ізолюючий стик;

2 – дросель-трансформатор; 3 – перемичка.

змінний струму. В системах СЦБ використовують, як правило, змінний струм частоти 25 Гц на лініях, електрифікованих на змінному струмі, і 50 Гц – на лініях постійного струму, що дозволяє уникнути хибного спрацювання сигналів автоблокування. Тяговий же струм (постійний чи змінний) вільно проходить через обмотки дросель-трансформаторів і перемичкою між їх середніми точками, тому що тягові струми в кожній половині обмотки направлені назустріч один одному, а малі потіки, які створюються ними, взаємно знищуються.

5.4. Особливості експлуатації тягової мережі

5.4.1. Організація експлуатації систем тягового електропостачання

Основне завдання експлуатації пристроїв електропостачання – це утримання їх у справному стані і забезпечення найбільш раціональних і економічних режимів роботи. Утримання всіх пристроїв зводиться до трьох видів робіт: технічного обслуговування з періодичними оглядами, поточного і капітального ремонту.

До останнього часу в поточному обслуговуванні системи тягового електропостачання застосовувався так званий **регламентний метод**, який передбачав планові за графіком роботи (перевірки і ремонти на всіх ділянках незалежно від їх стану), на які неефективно витрачався час і кошти. Нині запроваджується новий метод – **метод комплексного діагностичного контролю**. Спеціальні вагони-лабораторії контактної мережі, які надаються дистанціям, обладнуються сучасними інформаційно-діагностичними приладами. Під час обігу ділянок вони можуть швидко виконати заміри основних параметрів контактної мережі і дати оцінку її технічного стану, що дає можливість ефективно спланувати роботи: передусім виконувати роботи на аварійних ділянках, на інших – планові в залежності від їх стану.

У складі служб електропостачання створюються електромонтажні поїзди, які укомплектовуються залізничною, автомобільною і будівельною технікою для планової суцільної заміни контактної мережі, тягових і трансформаторних підстанцій з більш ефективним використанням цільо-

ного фінансування. При цьому використовуються комплекти збіраних на заводі розподільчих пристроїв, проводиться планові заміна застарілих систем електропостачання змінного струму на більш ефективну ЕПП-27,5 кВ, а на підстанціях постійного струму — шестипульсових перетворювачів на дванадцятипульсові.

Суттєва роль в організації ефективної експлуатації пристроїв електропостачання належить енергодиспетчерському керуванню. Черговий енергодиспетчер — відповідальна особа, яка в будь-який момент знає реальний стан ділянок, які він обслуговує. Без його згоди і участі не може бути переключення жоден перемикач на тяговій підстанції, жоден секційний роз'єднувач у контактній мережі (крім установлених в електродепо, якими управляє черговий по депо). Усі викликання і виникання цих приладів оформляються наказом енергодиспетчера. Від енергодиспетчера великою мірою залежить безперерйна, безпечна і ефективна експлуатація тягової мережі.

Важливим засобом підвищення ефективності експлуатації системи електропостачання має бути високотехнологічний комерційний облік електросенергії на базі сучасних точних електронних лічильників і серверів. Він передбачає 4-рівневу систему автоматичного контролю витрат електросенергії. На першому рівні цієї системи є «розрахункові» прилади обліку з концентрацією їх показань на тяговій підстанції. Другий рівень — передача показань на загальний сервер дистанції електропостачання. Третій рівень — збір показань лічильників усіх дистанцій залізниці з передачею на сервер дорожнього підприємства «Енергозбут». Четвертий рівень — передача даних про споживання електросенергії на базовий сервер «Енергоринку».

Запровадження даної системи дозволить дорожнім підприємствам Укрзалізниці «Енергозбут» вийти на оптовий ринок електросенергії України і, використовувачи можливості погодинної оплати за електросенергію, значно її знизити.

5.4.2. Вимоги ПТЕ до утримання споруд і пристроїв електропостачання залізниць

Рівень напруги на струмоприймачі електрорухомого складу має бути в межах:

- на змінному струмі не менше 21 кВ і не більше 29 кВ;
- на постійному струмі не менше 2,7 кВ і не більше 4 кВ.

На окремих ділянках з дозволу Укрзалізниці допускається напруга змінного струму не менше 19 кВ, постійного струму — не менше 2,4 кВ.

Висота підшукання контактного проводу над рівнем головки рейки має бути на перегонах не вижчого 5750 мм і не більшою 6800 мм. У виняткових випадках на існуючих лініях мінімальна відстань у межах штучних споруд на перегонах, а також на станціях, на яких не передбачається стовника рухомого складу, з дозволу Укрзалізниця може бути зменшена до 5675 мм за змінного струму і до 5550 мм за постійного струму.

Відстань від осі крайньої колії до внутрішнього краю опори контактної мережі на перегонах і станціях має бути не менше 3100 мм. На давно електрифікованих лініях, а також в особливо важких умовах на нових лініях цю відстань дозволяється утримувати не ближче 2450 мм на станціях і 2750 мм на перегонах. У випадках, що надмірно заносяться снігом, і на виходах з них (100 м) відстань від осі колії до внутрішнього краю опори має бути не меншою 5700 мм.

Для захисту від струмів короткого замикання і безпеки людей металеві опори і елементи контактної мережі, а також всі металеві конструкції, які розташовані ближче 5 м від струмопровідних елементів контактної мережі, мають бути заземлені або обладнані пристроями запобіжного змикання. У межах штучних споруд відстань від струмопровідних елементів, струмоприймача і частин контактної мережі, що перебуває під напругою, до заземлених частин споруд і рухомого складу має бути не меншою 200 мм за постійного струму і не менше 350 мм за змінного струму.

5.4.3. Електрозабезпечення систем СЦБ і захист підземних споруд. Охорона навищнього середовища

Існують два види провідних ліній СЦБ і зв'язку – повітряні і кабельні. Для забезпечення електроенергією ліній СЦБ і зв'язку, інших споживачів на опорах контактної мережі постійного струму підвішують спеціальну трифазну лінію електропередачі напругою 10 кВ.

На залізницях, електрифікованих на змінному струмі, застосовують тільки кабельні лінії зв'язку і СЦБ, тому що в звичайних лініях зв'язку і автоматики в результаті електромагнітного впливу можуть виникати небезпечна напруга і серйозні завади. Підземні кабелі укладають у траншеї, тунелі і колектори кабельної каналізації, захищаючи їх від механічних пошкоджень та індукції.

Для попередження можливості попадання людини під напругу і ураження її струмом у випадках пошкодження ізоляції або обривання проводів влаштовують захисні заземлення. Захисному заземленню підлягають усі металеві зовнішні частини і каркаси електромеханічного облад-

лізня на території тягових підстанцій, опори контактної мережі, металеві споруди на залізничних лініях (наприклад, мости, шляхопроводи, тунелі, світлофори тощо). Заземлення застосовуються штучні (із сталюого дроту) і природні (шляхопровідні комунікації, рейки). Конструкція пристроїв заземлення залежить від роду струму – постійний чи змінний. Заземлення опор контактної мережі можуть бути індивідуальними і груповими (для декількох опор), вони виконуються із сталюого дроту, яким опори з'єднуються з рейкою. В найбільш відповідальних місцях (біля пасажирських платформ, перетинів, переходів) для більшої надійності клаштуються подвійні заземлення.

Контактні проводи на електрифікованих залізничних лініях постійного струму завжди мають позитивну полярність (рис. 5.25), тому що вона є найкращою для боротьби з блукаючими струмами. Струм від тягових підстанцій проходить контактними проводами через силові і допоміжні ланцюги електровоза, потім через колісні пари на рейки, і рейковими нитками та відсмоктувальною лінією повертається на тягові підстанції. Рейки електрично майже не ізолювані від землі, тому частина струму проходить землею. Іноді такі струми при вимірюванні приладами виявляють на відстані декількох кілометрів від залізничної лінії. Зрозуміло, чому їх називають блукаючими. Якщо відовсю залізничного колотна прокладені трубопроводи, інші металеві споруди, то блукаючі струми проходять також і ними, а біля тягових підстанцій з'являються в рейково-відсмоктувальну мережу. Ті зони, де блукаючі струми переходять із землі в металеві підземні споруди, називають катодними зонами, а зони, де вони стікають із певних споруд у землю і повертаються у відсмоктувальну лінію – анодними. Перехід струму із металевих підземних споруд у землю в анодних зонах спричиняє сильну електрокорозію – пошкодження і руйнування металу. Вона буває настільки інтенсивною, що сталіні трубопроводи виходять з ладу уже за декілька років, ще швидше руйнуються кабелі зв'язку. Слід відзначити, що за негативної полярності контактних проводів та позитивної в рейках і землі ці руйнації були б ще більшими. Електрокорозія зосередилась би не в цих місцях, а була б поширена уздовж всієї залізничної лінії, і в цьому випадку важче проводити заходи щодо захисту від неї. Одночасно з боротьбою із електрокорозією металевих комунікацій заземлюються заходи для зменшення блукаючих струмів і всілякого захисту від них підземних споруд.

На електрифікованих лініях змінного струму підземні споруди менше піддаються електрокорозії, ніж на лініях постійного струму. Це пояснюється тим, що змінний струм частоти 50 Гц змінює свій напрямок 100 раз в одну секунду. Відповідно зменшується небезпека електрокорозії.

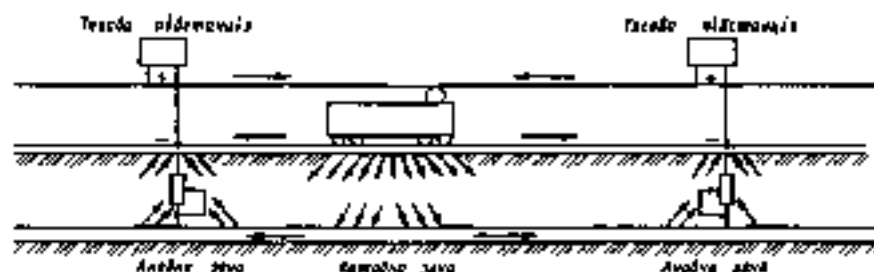


Рис. 5.25. Розміщення лінійних і кабельних ліній для потужностей потужності життєвості мережі

Проте на лініях змінного струму практично неможливо захистити повітряні лінії зв'язку, там, як вже зазначалось раніше, влаштовують підземні кабельні лінії з особливими заходами захисту від електромагнітної індукції.

В проєктах електрифікації залізничних ліній на всі ці роботи і реконструкцію автоматики та зв'язку доводиться виділяти біля 20–25% загальної кошторису електрифікації.

Контрольні питання до розділу 5

1. Які структурні підрозділи забезпечують електропостачання електрифікованих залізниць?
2. Які електростанції входять до складу енергосистем країни, як вони з'єднуються між собою і споживачами?
3. З яких основних частин складається тягова мережа, які функції вони виконують?
4. Що собою являють фідерні і підстанційні зони живлення? Для чого влаштовуються пости ескіюкування?
5. Перерахувати існуючі системи електропідсилення. В чому полягають переваги систем змінного струму над системою постійного струму?
6. Коротко охарактеризувати суть системи однофазного змінного струму з екрануючими і підсилюючими проводами (ЕШП)?
7. Які бувають тягові підстанції за родом струму, конструктивним виконанням і способом управління?
8. Як змінюються напруга і рід струму на підстанціях постійного струму? В чому перевага дванадцятипульсової схеми випрямлення струму?
9. Як змінюється напруга на підстанціях змінного струму? Чим відрізняються ці підстанції від підстанцій постійного струму?
10. З яких основних елементів складається ланцюгова контактна підвіска?
11. Які бувають контактні підвіски за конструкцією і напругуванням контактної привиду і несучого троса?
12. Як влаштовується повітряний проміжок і яке його призначення?
13. Як влаштовується нейтральна вставка і яке її призначення?
14. Який існує порядок вмикання і вимкнення контактної мережі? Якими приладами вони виконуються?
15. Де виникають блукаючі струми і які вживаються заходи для зменшення наслідків їх дії?
16. Які вживаються заходи для захисту електроліній СЦБ і зв'язку, інших комунікацій уздовж залізничних колій від індуктивного впливу тягового змінного струму?
17. Які основні вимоги ПТБ до утримання пристроїв електропостачання на залізницях?

Розділ 6.

Вантажно-розвантажувальні машини і механізми

6.1. Загальні відомості

про вантажно-розвантажувальні машини і механізми

6.1.1. Класифікація і порядок виконання вантажно-розвантажувальних робіт

До вантажно-розвантажувальних робіт належать операції з вантажами, пов'язані з навантаженням і розвантаженням вагонів, автомобілів, суден, перевантаженням з одного рухомого складу в інший, сортуванням і переміщенням вантажів у складах і на вантажних майданчиках.

Залежно від місця їх виконання, ці роботи поділяються на:

- **вагонні**, пов'язані з навантаженням і розвантаженням вагонів: з вагона в склад, зі складу в вагон, безпосередньо з вагона в автомобіль і навпаки, а також з вагона в вагони;
- **перевалочні**, пов'язані з навантаженням і розвантаженням суден і барж: із судна у склад або інший рухомий склад (вагони, автомобілі) і навпаки;
- **автотранспортні**, пов'язані з навантаженням і розвантаженням автомобілів: з автомобіля в склад і навпаки;
- **складські** — переміщення вантажів всередині складу, не пов'язані з навантаженням і розвантаженням (комплектація, зважування, сортування тощо).

Безпосереднє перевантаження з одного рухомого складу в інший, що поєднує в собі дві операції (розвантаження і навантаження), називають **прямим варіантом**. Прямий варіант має велику ефективність, тому що заощаджує засоби, енергію і час у виконанні операцій.

Вантажно-розвантажувальні роботи можуть виконуватись засобами залізниці на місцях загального користування станцій з тарно-штучними, контейнерними, навалочними вантажами і засобами вантажорідправників чи вантажодержувачів — з усіма вантажами на залізничних під'їзних коліях, а також на місцях загального користування з вантажами, операції з якими не виконуються силами залізниці.

6.1.2. Структура управління вантажно-розвантажувальними роботами на залізниці

Структура управління вантажними роботами показана на рис. 6.1.

Роботи пов'язані з навантаженням і розвантаженням рухомого складу на місцях загального користування, сортуванням вантажів у процесі перевезення, виконуються механізованими дистанціями вантажно-розвантажувальних робіт (МЧ), які є основними лінійними господарсько-виробничими організаціями на залізницях в цій галузі. Вони обслуговують станції, як правило, в межах однієї дирекції залізничних перевезень (одна-дві дистанції в дирекції).

Для виконання робіт безпосередньо на станціях у складі дистанції організують виробничі ділянки вантажно-розвантажувальних робіт (МЧД).

У розпорядженні дистанцій і ділянок перебувають вантажно-розвантажувальні машини і механізми, ремонтні майстерні, санітарно-побутові і службові приміщення, інші матеріально-технічні засоби.

6.1.3. Поняття про елементну та комплексну механізацію і автоматизацію вантажно-розвантажувальних робіт

Для підвищення продуктивності праці і зниження собівартості вантажно-розвантажувальних робіт велике значення мають механізація і автоматизація цих робіт за допомогою машин і механізмів, що замінюють ручну працю людини.

Елементна механізація (автоматизація) передбачає виконання основних операцій навантаження, розвантаження і складування вантажів машинами (автоматами), а застосування ручної праці — тільки в початкових і кінцевих операціях та на окремих підсобно-допоміжних роботах.

Комплексна механізація (автоматизація) вантажно-розвантажувальних робіт передбачає механізоване або автоматизоване виконання всіх основних і допоміжних операцій.

6.1.4. Класифікація вантажно-розвантажувальних машин і обладнання

Вантажно-розвантажувальні машини і обладнання класифікуються за технічними і експлуатаційними характеристиками.

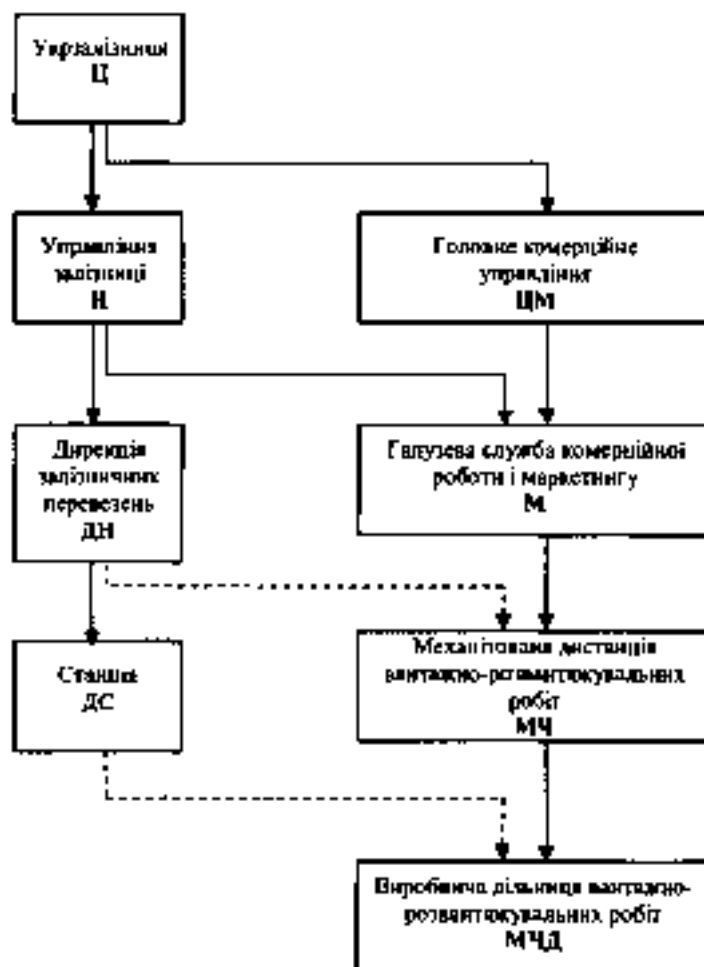


Рис. 6.1. Схеми управління вантажно-розвантажувальними роботами на заводі

За характером переміщення вантажів машини і механізми поділяють на три групи:

- машини періодичної (циклічної) дії, коли вантажі переміщуються порціями через певний інтервал часу, за який машина виконує цикл дії, ці дії в такій же послідовності знову і знову повторюються; до них належать навантажувачі, крани, талі, лебідки, механічні візки, підійомники, дагони, перекидачі та інші;

- **машини безперервної дії**, коли вантажі переміщуються безперервним потоком (суцільною масою або порізами з певним інтервалом). шкідливість дій відсутня; до них належать конвейери, елеватори, відвісні дорogi, пневматичні вантажно-розвантажувальні машини та інші;
- **машини комбінованої дії**, які мають елементи як циклічної, так і безперервної дії (наприклад, грейферно-конвеєрний перевантажувач).
За напрямком руху вантажів машини і механізми поділяють також на три групи:

- з **горизонтальним** або близьким до нього напрямком переміщення вантажу (наприклад, конвейери, тягачі лебідки, механічні лопати);
- з **вертикальним** або близьким до нього напрямком переміщення вантажу (ліфти, елеватори, штабелювальники);
- з **горизонтально-вертикальним** переміщенням вантажів (наприклад, навантажувачі, кранів).

За характером експлуатації і площею обслуговування всі машини і пристрої поділяються на стаціонарні і пересувні.

6.1.5. Основні технічні параметри і продуктивність вантажно-розвантажувальних машин

Основні техніко-експлуатаційні показники вантажно-розвантажувальних машин: продуктивність, вантажопідйомність, енергоємність, матеріальність, надійність, рівень стандартизації і уніфікації, ергономічні, екологічні та інші показники.

Найбільш характерним і найважливішим із показників є продуктивність,

Продуктивність машини — це кількість вантажу, яка може бути перероблена за певний період часу. Кількість вантажу може вимірюватись тоннами, кубичними метрами, штуками.

Продуктивність буває технічна і експлуатаційна.

Технічна продуктивність — це кількість вантажу (т, м³, штук), яка може бути перероблена машиною за одну годину безперервної роботи в умовах повного використання всіх технічних можливостей машини, правильної організації роботи і достатньої кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Експлуатаційна продуктивність — це кількість вантажу (т, м³, штук), яка може бути перероблена протягом певного часу в конкретних умовах, з дотриманням вимог технології, правильної організації праці. На відміну від технічної, вона враховує недовпе використання машини за часом і

навантаженням. Експлуатаційна продуктивність може вимірюватися за зміну (змінила експлуатаційна продуктивність) або за годину (годинна експлуатаційна продуктивність).

6.1.6. Визначення технічної продуктивності машин і механізмів

Технічна продуктивність машин періодичної дії визначається за формулою:

$$P_T = \frac{3600}{T_k} \times P, \text{ т/год.} \quad (6.1)$$

де 3600 – кількість секунд в одній годині;

T_k – тривалість одного циклу, с;

P – маса вантажу, що переміщується машиною за один цикл, т.

Технічна продуктивність машин безперервної дії може розглядатись у двох випадках:

– коли вантажі переміщуються окремими порціями (тарні і штучні вантажі, насипні вантажі в коншах):

$$P_T = 3600 \times \frac{V}{a} \times q, \text{ т/год.} \quad (6.2)$$

де V – швидкість руху несучого елемента машини, м/с;

a – відстань між одиницями вантажу, розміщеною порціями на несучому елементі, м;

q – маса порції (одиниці) вантажу, т;

– коли вантажі переміщуються суцільною масою:

$$P_T = 3600 \times F \times \gamma \times V \times k_d, \text{ т/год.} \quad (6.3)$$

де F – площа поперечного перерізу вантажу на несучому елементі, м²;

γ – масовна щільність вантажу, т/м³;

V – швидкість несучого елемента машини, м/с;

k_d – коефіцієнт зниження продуктивності машини в залежності від кута нахилу несучого елемента до горизонту.

6.1.7. Визначення експлуатаційної продуктивності машин і механізмів

Змінна експлуатаційна продуктивність в усіх випадках визначається за формулою:

$$H_{зм} = H_T \times K_n \times K_z \times T_{зм}; \text{ т/зм}, \quad (6.4)$$

де K_n - коефіцієнт використання вантажопідйомності машини (відношення кількості вантажу, що в середньому переміщується за один цикл, до номінальної вантажопідйомності машини);

K_z - коефіцієнт використання машини за часом (відношення часу роботи машини протягом зміни до загальної тривалості зміни);

$T_{зм}$ - загальна тривалість зміни в годинах.

Годинна експлуатаційна характеристика ($H_{\alpha}^{зд}$) визначається діленням змінної експлуатаційної продуктивності на кількість годин у зміні.

6.1.8. Розрахунок потрібної кількості машин

Потрібна кількість машин визначається за формулою:

$$M = \frac{Q_p \times K_n}{H_{зм} \times n_{зм} \times (365 - T_{пр})}; \text{ шт.}, \quad (6.5)$$

де Q_p - річний обсяг вантажопереробки, т;

K_n - коефіцієнт нерівномірності вантажообігу (наприклад, для тарнопотужних вантажів, контейнерів $K_n = 1,1 - 1,2$);

$n_{зм}$ - кількість робочих змін за добу;

365 - кількість календарних днів в одному році;

$T_{пр}$ - регламентований простій машини протягом року (неробочі дні, свята, ремонт і технічне обслуговування тощо). Орієнтовно $T_{пр} = 30 - 80$ дб.

6.2. Засоби малої механізації

Засоби малої механізації і найпростіші пристрої використовуються для покращення ручної праці, прискорення навантаження або розвантаження, забезпечення техніки безпеки на вантажно-розвантажувальних роботах.

До засобів малої механізації належать: з'єднувальні перехідні містечка, сідці, трапи, ручні візки, домкрати, підйомники, роликові і шарнірні ланки, роликові ланцюги, сліги та інші.

До найпростіших пристроїв, інвентарю та інструментів, що використовуються на вантажно-розвантажувальних роботах, належать: ломні, молотки, кувадди, клини, драбнини, ланцюги, троси та інші.

Перехідні містки використовуються для перекриття простору між підлогою дверного отвору вагона і підлогою рампи складу. Можуть укладатися горизонтально або трохи нахило, якщо рівень підлоги в складі і рівень підлоги вагона не співпадають. Виготовляються із рифлених листів сталі ширіною 1700 мм.

Східці і трапи використовуються для проходження вантажників і проїзду навантажувачів зі складу у вагон і навпаки у випадках, коли підлога складу розміщена на рівні головки рейки і нижче, а також у випадках укладання вантажів штабелем вище 2 метрів. Виготовляють їх із дощок товщиною 60 мм, обладнують лаками для кріплення за деревну рейку вагона.

Домкрати використовують для піднімання вантажів на невелику висоту. Бувають: рейкові (рис. 6.2), гвинтові (рис. 6.3), гідравлічні (рис. 6.4).

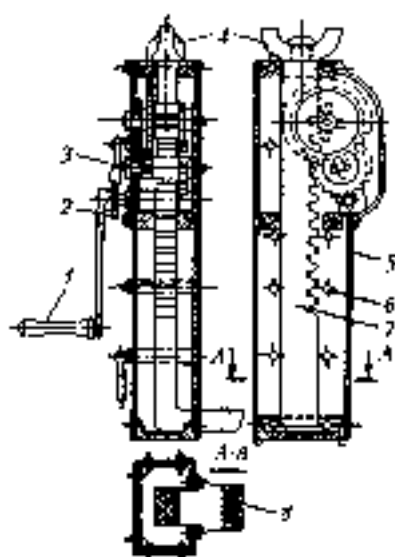


Рис. 6.2. Схема рейкового домкрата:

- 1 — рукоятка; 2 — хвостове колесо;
- 3 — собачка; 4 — опорна подушка;
- 5 — металева станина;
- 6 — болти з розпірними втулками;
- 7 — зубчата рейка;
- 8 — опорна лапа.

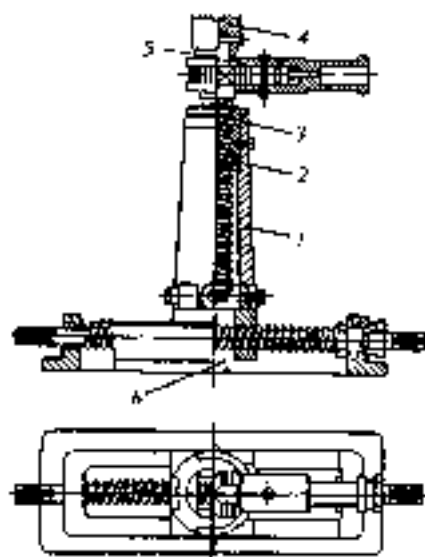


Рис. 6.3. Схема гвинтового домкрата:

- 1 — сталева станина;
- 2 — гайка; 3 — гвинт;
- 4 — опорна подушка;
- 5 — рукоятка;
- 6 — опора.

Региональный демократ — это субъект местного самоуправления, осуществляющий полномочия субъекта власти на территории субъекта. На региональном уровне субъект власти, осуществляющий полномочия субъекта власти, это субъект власти, осуществляющий полномочия субъекта власти. Региональный демократ осуществляет полномочия субъекта власти на территории субъекта. Региональный демократ осуществляет полномочия субъекта власти на территории субъекта. Региональный демократ осуществляет полномочия субъекта власти на территории субъекта.

Политонный дозатор также имеет собою стальную створку, которая при открытии створки вылетает из механизма рукоятки на длину примерно 0,6 м. Оборотом, створка поднимается или опускается. Бак наполняют смесью из 1 кг порошка специального палимпсестра и 20 л. Полимера политонного дозатора выливается до 20 л.



Page 10 of 10 Polymer Chemistry: Accepted Manuscript

Параметричний демократ напористошує туди, куди йому (насилу). В цьому йому і парадокс, на демократично-паруваннях: наслідок мінімізації наслідку, наслідок мінімізації парадоксу, а в кінці і наслідок. Одержаний наслідок (диференціаль) є результатом мінімізації наслідку наслідку на демократично-пару, який також парадокс мінімізації, мінімізації.

Підприємства Буковини, різної масштабітності, що діють з 2001 року і більше років. Підприємства масштабітності до 5 т напруженістю та для шкідливих пестицидів у великій кількості, а підприємства до 120–200 т для відходів рідких металів, а також в деякі і деякі інші види.

Ручей мікроскопічного розміру використовується для переміщення води між висхідними каналом (до 0,5 м), б'єрами 3-4-мітр. Серед висхідної та рівно-магнітності зустрічаються підземні мікроскопічні з підземним притоком. Ручей мікроскопічного розміру (до 0,5 м) використовується в місцях глибокої тирео-світлової шпалки, б'єрами підземними і висхідними ручей мікроскопічного. Вода мікроскопічного розміру. Шпалки 3-4-мітрівими каналом, що містяться в підземному каналі, вода з підземним до 15-20 метрів.

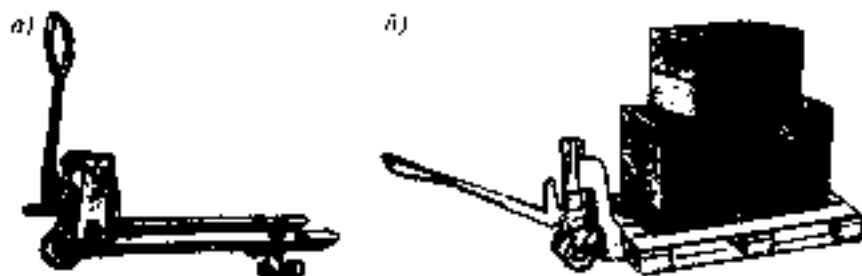


Рис. 6.5 Ручний гідролінійний візок:
а – без навантажу; б – з навантажем

піднімаються на висоту до 100 см. Опускання вил здійснюється під дією ваги навантажу шляхом зниження тиску масла в гідродомкраті.

Роліковий лом (рис. 6.6) використовується для ручного переміщення важких навантажів на невеликій відстані по рівній і твердій поверхні, складається із шпанти, лопатки і ролика, встановленого на нижньому товстому кінці шпанти. Коротким плечем ролікового лома є лопатка, а довгим – рукоятка шпанти довжиною до 1,5 м. Вантажоздійснність ролікового лома – 1–3 тисн. Для переміщення одного навантажного місця іноді використовуються три ролікові лом: один спереду, два ззаду, або один роліковий лом як спрямовувачий в комплекті з роліковими ланцюгами.

Ролікові ланцюги (рис. 6.7) використовуються для горизонтального переміщення важких навантажів ручним способом або лебідкою. Завдяки широким сполученням ланок ланцюга вони легко проходять по шершавій твердій поверхні.

Ролікові сліди (рис. 6.8) призначені для переміщення тарних вантажів, які мають рівну і тверду нижню поверхню. Рама і роликні, вмонтовані в раму на осях, складають роліковий конвеєр. В повернутому стані вони можуть використовуватись як низькі багатопорні візки. На слігах, розміщених горизонтально, можна переміщати вантажі вагою до 3 т, при цьому вантаж має одночасно опиратись не менш як на три ролики. Після роботи роликні чистять і змащують.

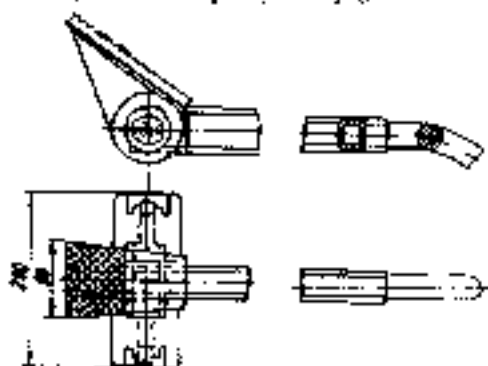


Рис. 6.6 Схеми ролікового лома

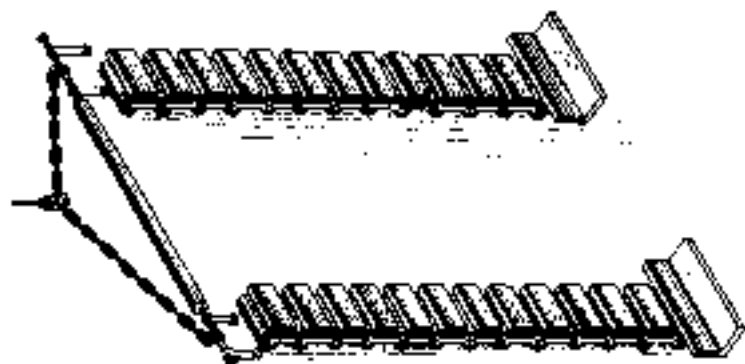


Рис. 6.7. Роліковий конвеєр

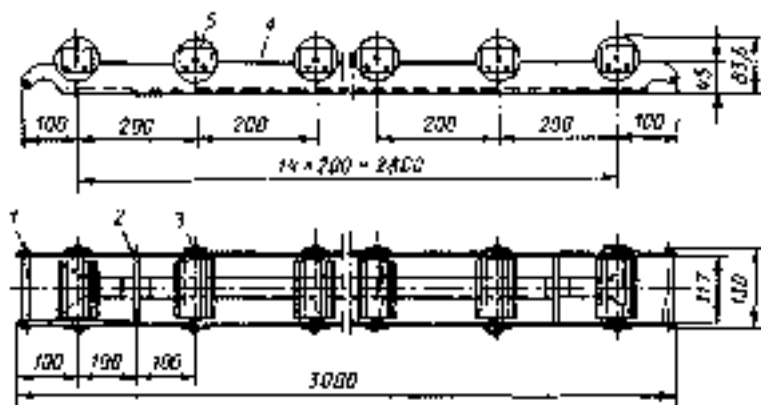


Рис. 6.8. Схема ролікового глн:

1 - стержень; 2 - ребро; 3 - вісь; 4 - рама; 5 - ролік.

6.3. Найпростіші машини і механізми

6.3.1. Різновиди і призначення найпростіших вантажопідійманих машин і механізмів. Блоки, полікласти, талі і підвісні візки

Найпростіші машини і механізми використовуються при елементарній механізації для вертикального і горизонтального переміщення тарноштучних і навалочних вантажів.

Для вертикального переміщення вантажів застосовуються такі найпростіші вантажопідйомні механізми періодичної дії: блоки, поліспасты, талі, підвісні візки, підйомні лебідки.

Для горизонтального переміщення вантажів застосовуються такі найпростіші машини і механізми періодичної дії: тягові лебідки, механічні лопати, скреперні механізми, механічні візки.

Вказані механізми можуть застосовуватись самостійно і в складі більш складних вантажно-розвантажувальних машин (навантажувачів, кранів тощо).

Блок — це диск, який обертається на осі і має на ободі жолоб. В жолоб вставляється трос або ланцюг. Блоки бувають нерухомі (спрямовуючі) і рухомі, вісь яких під час підймання вантажу може переміщатись, регулюючи довжину плеча підйому.

Поліспаст — це сукупність рухомих і нерухомих блоків, з'єднаних одним канатом. Поліспасты бувають силові, що дають вигоду у силі за рахунок збільшення довжини каната, і швидкісні, що дають вигоду у швидкості.

Таль — це підвісне вантажопідйомне обладнання з ручним, електричним, пневматичним чи гідравлічним приводом. Бувають стаціонарні і пересувні (з одним чи двома візками, підійнятими до рейок, або поставленими на рейки).

Таль з електричним приводом називається **тельфером**. Тельфер (рис. 6.9) складається з таких основних частин: вантажного барабана, каната, підвіски з гаком, редуктора і привода (електродвигуна).

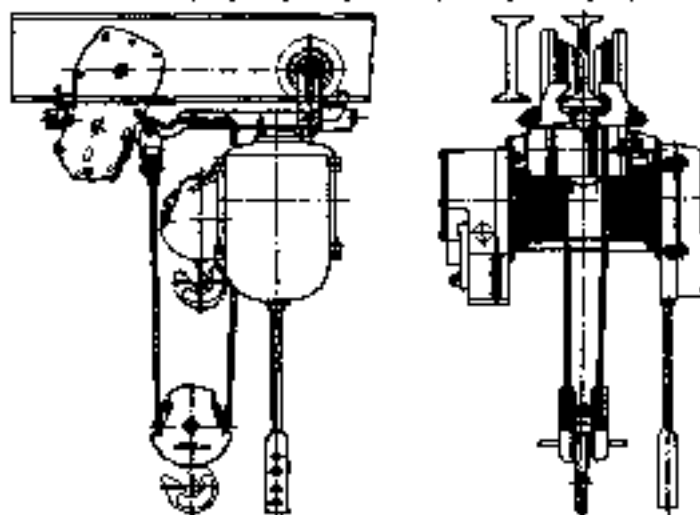


Рис. 6.9. Електрична таль (тельфер)

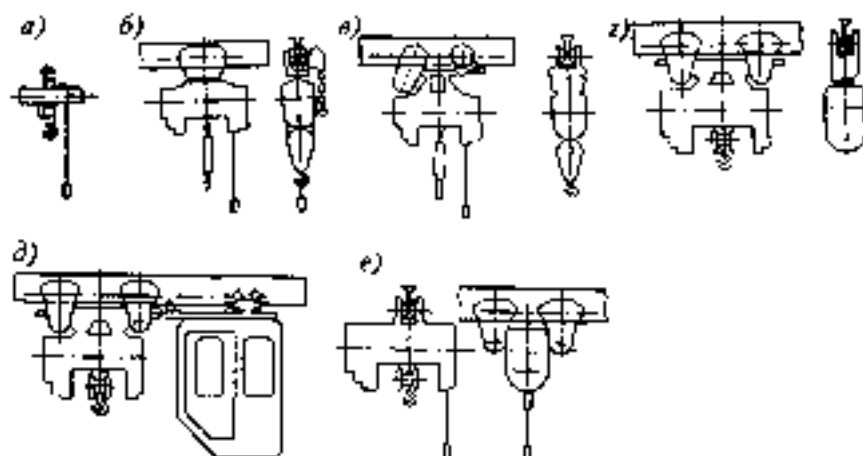


Рис. 6.10. Схеми різних типів:

а — стаціонарні; б — пересувна з ручним приводом; в — пересувна з обмоткою вилками; г — пересувна з двома вилками; д — пересувна з кабінкою; е — пересувна з поперечним розширювальним механізмом підйому

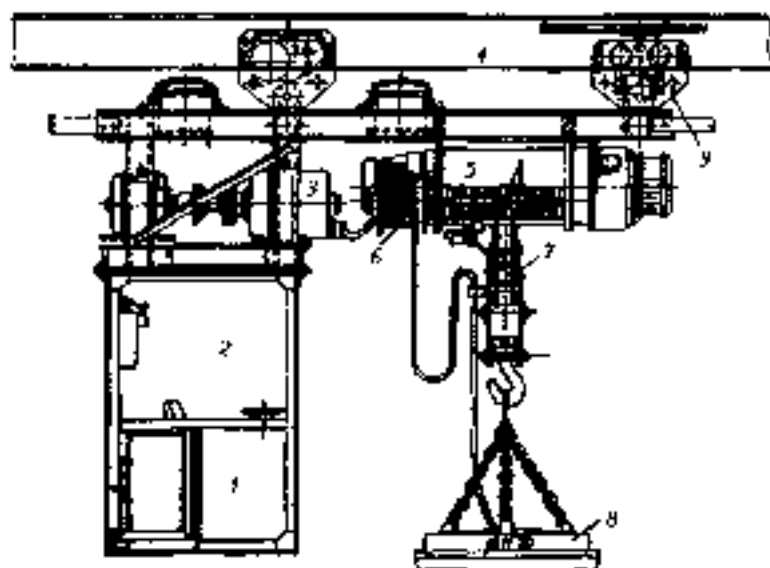


Рис. 6.11. Візок електричний ТМП-501:

1 — пульт управління; 2 — кабіна; 3 — мотор-генераторна група; 4 — рама;
5 — механізм підйому; 6 — кабельний барабан; 7 — канат;
8 — підйомний навіс; 9 — механізм пересування.

Таць може управлятися похильними перемикачами або кнопковим пристроєм з кабінки чи підлоги складу. На рис. 6.10 приведені основні види талей.

Підвісні візки призначені для піднімання і переміщення вантажів на підвищених до стелі рейках.

Механізм підйому візка складається з 1-2 електроталей. Механізм пересування складається з двох чотирьохколісних опорних візків. Вантажність найбільш поширеного візка ТМП-501 – 5 т (рис. 6.11), висота підйому – 12 м, швидкість підйому – 8 м/хв

6.3.2. Лебідки, механічні лопати, скрепери та механічні візки

Лебідка – це навантажувально-розвантажувальна машина, яка переміщує вантаж за допомогою сталюого каната, що намотується на обертаючий барабан.

Лебідки бувають стаціонарні і пересувні, канатні і ланцюгові, з ручним і моторним приводом, можуть використовуватися самостійно і в складі інших машин.

Найпростіша ручна лебідка (рис. 6.12) складається з двох сталюих боковин і робочого механізму. Робочий механізм має три паралельні налі. Один нал обертається ручкою і через зубчасті шестерні та проміжний нал передає зусилля на робочий барабан, що на третьому налі. Лебідка має гальмове обладнання (автоматичний храповий пристрій). Зусилля, що прикладаються до ручки, і зусилля на барабані різні, вони залежать від переданального відношення зубчастої перелачі (і).

Приміодні лебідки можуть бути з електричним, пневматичним або механічним приводом. Вони конструктивно складаються з таких основних частин: станини, одного або декількох барабанів, шестернної або черв'ячної передачі, привода і гальмового пристрою.

За конструкцією передачі привідні лебідки поділяються на **електро-реверсивні** (жорсткий зв'язок барабана з приводом) і **фрнційні** (барабан мають самостійне вилкання за допомогою муф).

У барабанів фрнційних лебідок один кінець каната підмотується, а другий – намотується. Вертикальний фрнційний барабан називають **поплем**, горизонтальний – **брашптем**.

Механічна лопата – це широкий скребок, який приводиться в дію тягнкою лебідкою з ручним або електромеханічним приводом. Лопати бувають одніарні і подвійні. Застосовуються для навантаження скінпих і кускових вантажів із крипних наконів і платформ.



Рис. 6.12. Ручна динамометр

Серебряний контакт — це рідкокристалічна чи кошти, що проводять електричний струм, використовуються для передавання і стабілізації електричної і акустичної інформації по телефонних кабелях. Складається з двох частин: контакту і перемішувача.

Мікродинамічний мікрофон — це спеціальний динамічний мікрофон, який працює в діапазоні частот звуку — звуковий сигнал від акустичної камери чи прямої дії (співомовлення), звуком акустичного мікрофона (акустичний) або статичним мікрофоном на тиску (мембранний).

Найбільш поширені мікродинамічні мікрофони мікроскопичного типу, які використовують електроніку. Електроніка (рис. 6.13) складається з таких елементів: частоти звуку, електроніки, передавача мови з керуванням управлінням мовлення мови, мовлення мови з електронікою звуку постійного струму і гальванізму

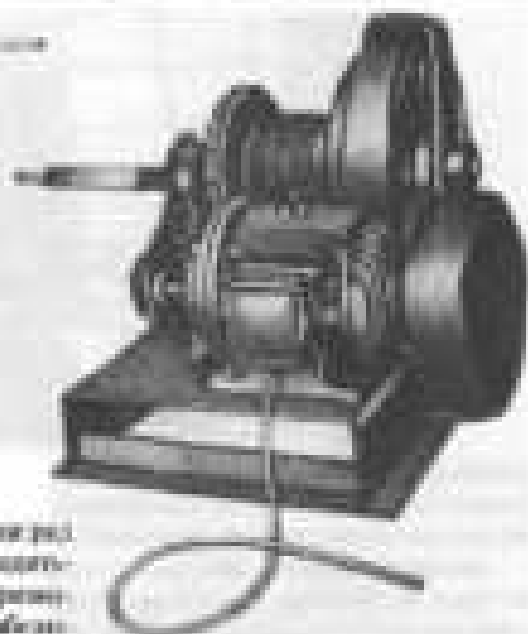


Рис. 6.13. Динамометр з ручним приводом
T-20 номінальний 0,1 м



Рис. 6.14. Динамометр з ручним приводом

1 — вертикальний барабан; 2 — зубчасте керування; 3 — шестерня; 4 — шестерня; 5 — горизонтальний барабан; 6 — барабан.

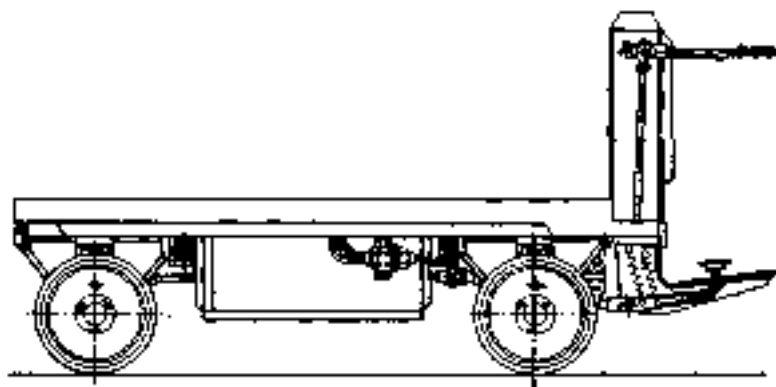


Рис. 6.15. Електрокар

обладнанням, карданного вала, редуктора, диференціала, акумуляторних батарей, що розташовані під платформою. Для управління рухом електрокар має контролер з ручкою, ручку кермового управління і гальмову педаль.

Автовізки бувають двох видів: чотириколісні автокари і триколісні навантажні моторолери. Пневмовізки з пневмодвигунами застосовуються в приміщеннях з високими вимогами пожежної безпеки.

6.4. Призначення і класифікація навантажувачів періодичної дії

6.4.1. Загальні поняття про навантажувачі

Механічний навантажувач – це самохідний вантажно-розвантажувальна машина, обладнана пристроями для завантаження вантажу, переміщення і навантаження йонична транспортні засоби або розвантаження і укладання в штабель.

Вантажозахватні пристрої навантажувача мають підйомну харестку, яка дозволяє виконувати операції на різних рівнях, укладати вантажі у високі штабелі.

Існує багато видів вантажозахватних пристроїв і більшість навантажувачів може швидко їх міняти і працювати з різними вантажами.

Універсальність і мобільність – основні переваги навантажувачів над іншими вантажно-розвантажувальними машинами.

Навантажувачі застосовуються переважно на роботах з тирними і штучними вантажами (рис. 6.16), які перевозяться в кристих вагонах і



Рис. 6.16. Автоматизована робота з підйомом і переміщенням вантажів

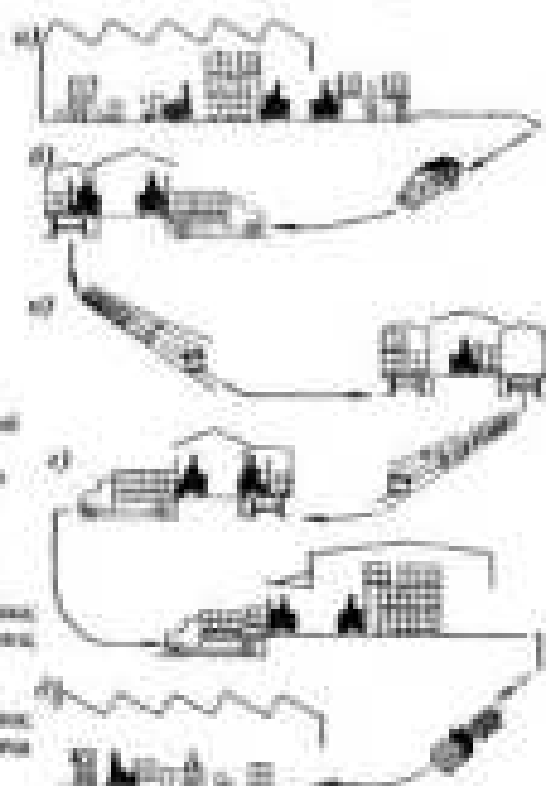


Рис. 6.17. Схематичний розподіл території виробничої території на ділянки при проектуванні із заданою відстанню до вулиці зупинки

- а – вулиця зупинки зупинки;
- б – вулиця зупинки зупинки;
- в – вулиця зупинки зупинки;
- г – вулиця зупинки зупинки.

зберігаються в критичних складах, а також на переробці силових і кускових навантажень.

6.4.2. Класифікація навантажувачів

Залежно від принципу навантажувачі поділяються на три основні групи:

- **електронавантажувачі** — це навантажувачі з електричним двигуном, який може жити:
 - а — від акумуляторної батареї, що розташована на самому навантажувачі (акумуляторний навантажувач);
 - б — з тролейної лінії від зовнішнього джерела (тролейний навантажувач);
 - в — з кабельної лінії теж від зовнішнього джерела (кабельний навантажувач);
 - **автонавантажувачі** — це навантажувачі з двигуном внутрішнього згоряння, переважно з автомобільним карбюраторним або дизельним двигуном;
 - **тракторні навантажувачі** — це трактори з дизельним двигуном, які мають навісне обладнання навантажувача (ківші).
- Електронавантажувачі застосовуються переважно в критичних складах і на критичних платформах, автонавантажувачі — на критичних і відкритих платформах, тракторні навантажувачі — на відкритих вантажних майданчиках.

Залежно від будови ланцюгової частини навантажувачі бувають пневмоколені і на гусеницях.

Залежно від робочого органу навантажувачі бувають вишкові, ковшові, стрілові, а також обладнані кантувачами, боковими затисками, штирми, клішовими захватами тощо.

6.4.3. Робоче обладнання навантажувачів

Найбільш поширені хватні пристрої навантажувачів:

- **вилы**, які використовують для переміщення штучних і тарних вантажів, укладених на піддоні або підкладки, а також сформованих пакетів з відповідними отворами для вил вгору (рис. 6.18);
- **ківші**, який застосовується для перевантаження зернових вантажів, щебеню, піску та інших силкових матеріалів;
- **клішовий захват** — для перевантаження лісоматеріалів;



Рис. 6.20. Електронавантажувач з висхідно-горизонтальною стійкою з механічними захватами

- **боковий захват (затискавач)** — для переміщення тарних вантажів: картонних коробок, кіп, тюків, ящиків вислідок затискання їх «лапами» з боків;
- **вантажувач** — для перевантаження циліндричних вантажів і вантажів у кошах, які можна і необхідно перевертати: цей пристрій дозволяє перевертати або нахилити вантаж напівко і наліво.

Основні захватні пристрої показані на рис. 6.19.

Деякі серії електронавантажувачів можуть обладнуватись відразу декількома захватними пристроями, як це показано на рис. 6.20.

6.5. Будова і принцип дії навантажувачів періодичної дії

6.5.1. Електронавантажувачі, їхня будова, принцип дії, техніко-експлуатаційні характеристики

Електронавантажувачі застосовують для роботи в критичних складах і вантажах. Бувають двох типів:

- **на 3-опорному шасі** (малогабаритні навантажувачі моделей ЕП-ВН01, ЕП-1003, ЕП-120 вантажністю 0,8 т, 1,0 т і 1,25 т), мають високу маневреність, не потребують широких проїздів;
- **на 4-опорному шасі** (трохи більших розмірів навантажувачі моделей 4004, 4004А, ЕП-103, ЕП-106 та інші вантажністю 0,75–2 т).

Акумуляторний електричний електронавантажувач (рис. 6.21) має такі основні частини та вузли: раму шасі, ведучий міст, кермове управління, вантажопідйомник, електрообладнання, гальмове обладнання, акумуляторні батареї, задній міст, гідронасос.

До передньої частини рами шасі кріпиться ведучий міст з передніми колесами. Задня частина рами спирається на задній міст із задніми кермовими колесами.

Вантажопідйомний механізм має телескопічну раму і каретку, він шарнірно кріпиться до рами шасі посередині між передніми колесами. Рама вантажопідйомника може нахилитись вперед для завантаження ван-

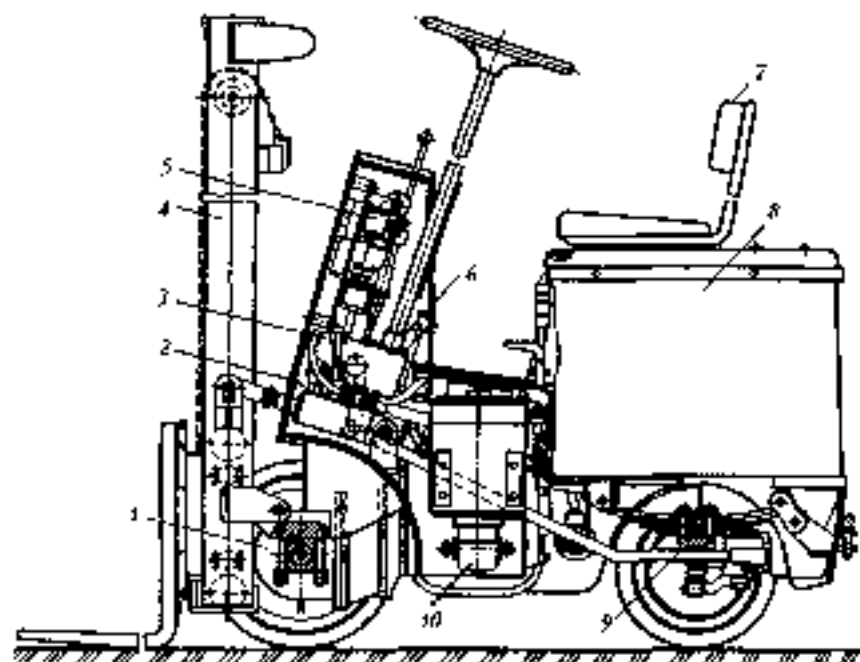


Рис. 6.24. Електричний підйомник ЕП-103:

- 1 – висувний міст; 2 – рама ланцюга; 3 – кермове управління; 4 – вантажопідіймник;
5 – електрообладнання; 6 – гальмо;
7 – сидіння; 8 – акумуляторна батарея;
9 – захисний міст; 10 – гідропривод.

таку і назад, коли підвантажувач з вантажем переміщується. Каретка вантажопідіймника підвішена на ланцюзі, який огортає зверху ролик і з внутрішнього боку рами вантажопідіймника з'єднується з циліндром підйомного пристрою. На каретці встановлений вантажозахватний пристрій: вилі, боковий захват, кантувач тощо. Важелі і лебіді управління розміщені поблизу керма колонки.

Максимальна швидкість електричного підйомника 7,5–10 км/год без вантажу і 6,5–9 км/год з вантажем, найбільша висота підйому вантажів від 1500 до 4500 мм.

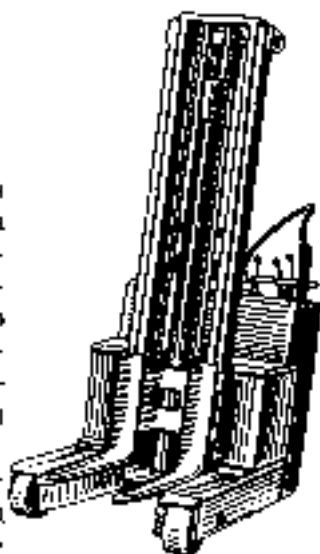


Рис. 6.27. Екстремалібер

Таблиця 6.1.

Технічні характеристики основних моделей електромаштажувачів

Показники		Моделі			
		400A	EP-103	EP-106	EP-205 (EP-206)
1		2	3	4	5
Вантажопідйомність, т		0,75	1,0	1,0	2,0
Найбільша ширина, мм		910	930	960	1125
Довжина т. вилів, мм		2440	2500	2500	3280
Висота при опущених вилках, мм		1910	1995	995	2900
Висота при піднятих вилках, мм		4000	3365	3365	5036
Найменший радіус повороту, мм		1550	1600	1600	2040
Кути нахилу рам, град.	вперед	3	3	3	3
	назад	30	10	10	10
Максимальна швидкість руху, км/год	без вантажу	10,0	10,0	10,0	11,5
	з вантажем	8,5	9,0	9,0	12
Максимальна швидкість підйому вантажу, м/хв		10	9	9	11,5
Найбільша висота підйому вантажу, мм		2800	4500	4500	4500
Тип акумуляторної батареї		28ТЖН	34ТЖН	300ВМ	40ТЖН 350V.A
Тип електродвигуну руху		ДК908В	ДК908А	ДК908А	РТ-2, 3,2
Привод гідронасоса		ДК907Н	ДК907Н	К907Н	РТ-13А:5
Сумарна потужність електродвигунів, кВт		6,5	7	8	10
Маса навантажувача, кг		1800	2300	2380	3720

В таблиці 6.1 приведені основні технічні дані найпоширеніших акумуляторних навантажувачів.

Спеціальні навантажувачі застосовуються для перевантаження окремих видів вантажів і роботи в неординарних особливих умовах. Наприклад, електрштабелери використовуються в критичних складах з високим рівнем штабелювання тарно-штучних вантажів.

Будова штабелерів (рис. 6.22) аналогічна будові звичайних вишкочних електромаштажувачів, але вони відрізняються більшою висотою підйому каретки, можливістю повороту і поперечного переміщення вил.

Шасі штабелерів мають високі опори, які забезпечують більшу стійкість навантажувача. Двоє передніх коліс — опорні, а двоє задніх — приводні і одночасно керовані. Найбільш поширена модель ЕШ-1А6 з поворотновисувним вантажопідійомником, компактним і маневреним корпусом. Вантажність штабелерів до 2 тонн.

6.5.2. Автонавантажувачі. Їхня будова, призначення і характеристики

Малогобаритні вилкові автонавантажувачі моделей 4020, 4020-01 вантажністю 1 і 2 т — чотириколісні, з переднім ведучим і задніми керованими колесами. Приводом слугує карбюраторний двигун. Застосовуються на відкритих платформах і майданчиках.

Всі малогобаритні вилкові автонавантажувачі в значній мірі уніфіковані і мають ідентичні з вилковими електронавантажувачами вантажопідійомники, ведучий і керований мости, кермо, пульт управління.

Вітчизняні автонавантажувачі, як карбюраторні, так і дизельні, для роботи в закритих складах не набули широкого застосування через відсутність технічно надійного та економічно ефективного обладнання для очищення вихлопних газів.

Останнім часом в Україні на переробці тарно-штучних вантажів у критих складах стали застосовуватись малогобаритні дизельні автонавантажувачі виробництва японської фірми «TOYOTA» вантажністю 1,5, 2 і 3 т і «KOMATSU» вантажністю 1,5, 2,5 і 5 т, а також німецької фірми «KAYR» вантажністю від 1,5 до 4 т з різноманітними захватами. Каталізатори вихлопних газів, установлені на них, дозволяють працювати навіть у складах харчових продуктів. Вони також мають низький рівень шуму. На рис. 6.23 приведений загальний вигляд одного з таких навантажувачів — вільчатого автонавантажувача «TOYOTA» вантажопідійомністю 1,5 т.

На відкритих площадках часто застосовуються автонавантажувачі 4043М, 4046М, 4075 і 4048 (рис. 6.24) відповідно вантажопідійомністю 2, 3, 5 і 10 т. Застосування їх на вантажних роботах великих обсягів часто більш ефективно, ніж кранів, завдяки універсальності, можливості обладнання змінними захватами і мобільності при обслуговуванні місць навантаження — розвантаження. Всі ці машини створені на основі серійних вантажних автомобілів і мають, в основному, одинакову конструктивну будову, окрім деяких вузлів машини 4008.



Рис. 6.21. Автоматизовані телескопічні підіймальники «JCB 930» з телескопічною стрілою і навантажувачем ємністю 1,3 т



Рис. 6.22. Автоматизований підіймач JCB

Автоматизовані автомобільного типу транспортні підіймальники з такою ж складною системою керування мають, до того ж, гідравлічне управління, керування швидкістю ходу.

6.5.3. Тракторні крановики, принцип дії і застосування

Спеціальні тракторні крановики використовуються для виконання автомобільних робіт і роботи на території. Як, наприклад, – тра-

торк або тягачі на гусеницях чи пневматичних колесах, обладнані навісними ковшами (ТО-1, ПТС-70, ТЛ-3, ТО-5, ТО-7, ТО-12, Т-157 та інші).

Гусеничні однокеровані навантажувачі — «тракторні лопати» (рис. 6.25) мають широкий кіш, який після наповнення розвантажуються «через себе».

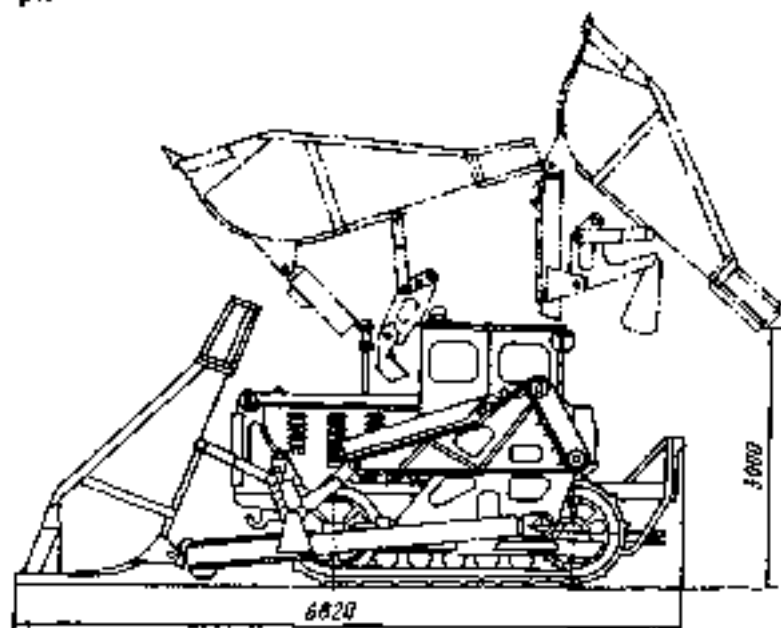


Рис. 6.25. Тракторний навантажувач Т-157:
(штрих-пунктирні лінії показані робочі положення ковша)

Кіш може наповнюватися двома способами:

- **стухенням**, коли наповнення здійснюється напірним рухом трактора вперед, то через змикання і відмикання швидкості та послідовним підніманням і опусканням ковша; після наповнення ковша трактор виконує задній хід, кіш піднімається і переміщується по заданій траєкторії і розвантажуються через задню стінку;
- **екскаваторним**, коли кіш заглиблюється в силкий матеріал, наповнюється, рухаючись плавно по кривій траєкторії вгору і потім назад; цей спосіб наповнення більш швидкий і ефективний, але може виконуватись за наявності високих штабелів.

Останнім часом застосовуються різноманітні тракторні навантажувачі, обладнані різними захватними пристроями для перевантаження, як, наприклад, таких вантажів: тарно-пелючих за допомогою монтажного га-

ка, лісових та інших штабельних вантажів лісовими грейферами, навалочних за допомогою ковша фронтальної дії (рис. 6.26).

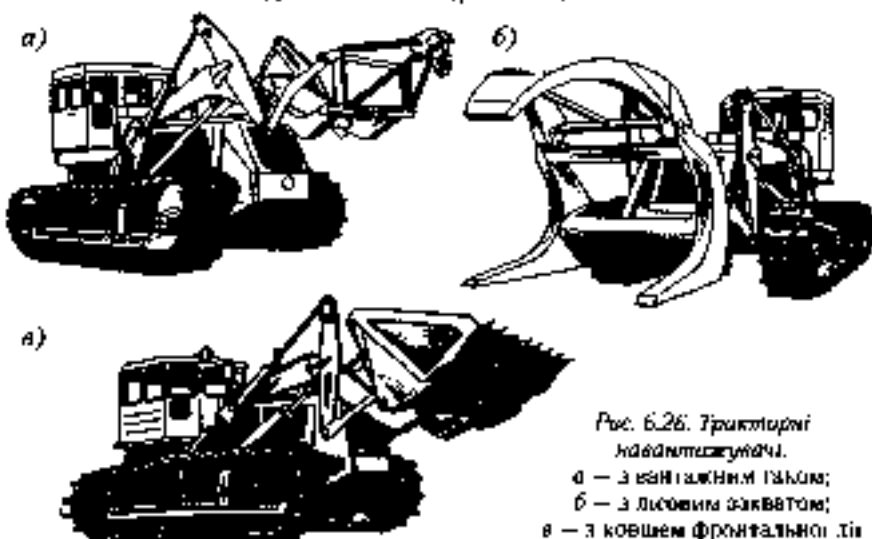


Рис. 6.26. Тракторні навантажувачі.

а — з вантажним гачком;

б — з лісовим захватом;

в — з ковшем фронтальної дії

6.6. Розрахунок продуктивності навантажувачів

Розглянуті навантажувачі — машини періодичної дії, тому їхня продуктивність визначається за формулами 6.1 і 6.4:

$$H_T = \frac{3600}{T_k} \times P, \text{ т/год.} \quad P_{1\text{х}} = H_T \times K_q \times K_0 \times T_{1\text{х}}; \text{ т/зм.}$$

Кількість вантажу P , що перевантажується за один рейс (цикл), для гарно-пучкових вантажів можна вважати рівним масі пакети, що не перевищує вантажність навантажувача, а для ємких і кускових вантажів визначається за формулою:

$$P = E_v \times \gamma \times \varphi; \text{ т.} \quad (6.6)$$

де E_v — місткість ковша; м^3 ;

γ — щільність ємкого вантажу; т/м^3 ;

φ — коефіцієнт наповнення вантажем ковша.

Тривалість одного рейсу виклоного навантажувача:

$$T_n = \varphi (t_1 + t_2 + \dots + t_{11}); \text{ с.} \quad (6.7)$$

де φ — коефіцієнт сумісності операцій ($\approx 0,85$);

t_1 — час нахилення рами вантажопідйомника вперед, заванесення вил під вантаж, підйому вантажу на вилках і нахилення рами назад до кінця; $t_1 \approx 10-15$ с;

t_2 — час розвороту навантажувача на місці, який залежить від кута повороту (якщо кут повороту 90° — 6-8 с, якщо 180° — 10-15 с);

t_3 — час переміщення навантажувача з вантажем:

$$t_3 = \frac{L}{V_p} + t_{pr}; \text{ с.} \quad (6.8)$$

де L — відстань переміщення вантажу; м;

V_p — швидкість руху навантажувача; м/с;

t_{pr} — час на розгін і гальмування; с;

t_4 — час приєднання рами вантажопідйомника у вертикальне положення з вантажем на вилках; $t_4 \approx 2-3$ с;

t_5 — час підйому вантажу на необхідну висоту:

$$t_5 = \frac{H}{V_n} + t_{pr}; \text{ с.} \quad (6.9)$$

де H — висота підйому (опускання) вантажу; м;

V_n — швидкість підйому (опускання); м/с;

t_6 — час укладання вантажу в штабель; $t_6 \approx 5-8$ с;

t_7 — час відхилення рами вантажопідйомника назад без вантажу; $t_7 \approx 2-3$ с;

t_8 — час опускання порожньої каретки вниз; $t_8 \approx t_5$;

t_9 — час розвороту навантажувача без вантажу; $t_9 \approx t_2$;

t_{10} — час на зворотне (холосте) переміщення навантажувача; $t_{10} \approx t_3$;

t_{11} — сумарний час на перемикання важелів, кнопок і спрацювання виконавчих механізмів; $t_{11} \approx 6-8$ с.

Тривалість циклу навантажувача зі стрілою і ковшем визначається за формулою 6.7, тільки t_1 — це час застроплювання чи напощення ковша $t_1 \approx 8-12$ с; а t_6 — час укладання вантажу на автомобіль або в штабель у складі ($t_6 \approx 5-8$ с).

6.7. Призначення і класифікація кранів. **Кабельні крани і підйомники**

6.7.1. Конструктивні і експлуатаційні особливості кранів, призначення і класифікація

Крани — це універсальні вертикально-розвантажувальні машини періодичної дії, які мають механізми, що можуть переміщувати вантажі як у вертикальному, так і у горизонтальному напрямках на певній відстані.

При обладнанні кранів відповідними вантажозахватними пристроями крани можуть переробляти такі вантажі:

- великогабові пучкові вантажі, метали, лісоматеріали, залізобетонні і металеві конструкції, труби та інші вантажі із застосуванням стропів;
- універсальні контейнери за допомогою автостропів і стредстрік;
- навалочні сипли і кускові вантажі за допомогою грейферів;
- дрібні металеві вироби, метали і металобрухт за допомогою захватних електромагнітних плит.

Залежно від конструкції, форми корпусу, площі обслуговування крани поділяються на три основні групи:

- **крани мостового типу**, які мають форму П-подібного пересувного моста (мостові, козлові крани, перевантажувальні мости);
- **стрілові крани**, які піднімають і переміщують вантажі за допомогою стріли (бувають на залізничному ходу, пневмоколісні, гусеничні, баштові, портальні та інші);
- **кабельні крани** з вантажопідйомним крановим механізмом, що переміщується на канаті.

За конструкцією близькі до кранів підйомники, які працюють тільки на підніманні-опусканні вантажів.

6.7.2. Загальні відомості про кабельні крани

Кабельні крани використовуються на відкритих складах великих розмірів.

Принципово вони складаються із таких основних частин.

- **двох опор** (мачт або башт висотою до 40 м);
- **несучого канату**, що натягується між опорами;
- **вантажного візка**, що підвішується до канату і живиться від підвішеного до канату електрокабеля.

Відстань між осями опор називають прольотом крана.

Кабельні крани бувають таких видів:

- **стаціонарні**, коли обидві опори нерухомі; проліт від 100 до 1800 м, вантажність від 1 до 13,5 т;
- **паралельно-пересувні**, коли обидві рухомі опори розміщуються на рейках, укладених паралельно, проліт від 150 до 700 м, вантажність від 3 до 20 т;
- **радіальні**, коли одна башта нерухома, а друга переміщується по колу радіусом від 150 до 800 м, вантажність від 3 до 30 т;
- **мостокабельні**, коли несучий канат підвішується до мостів козлових кранів, які створюють дещо легшу конструкцію порівняно з попередніми видами кабельних кранів.

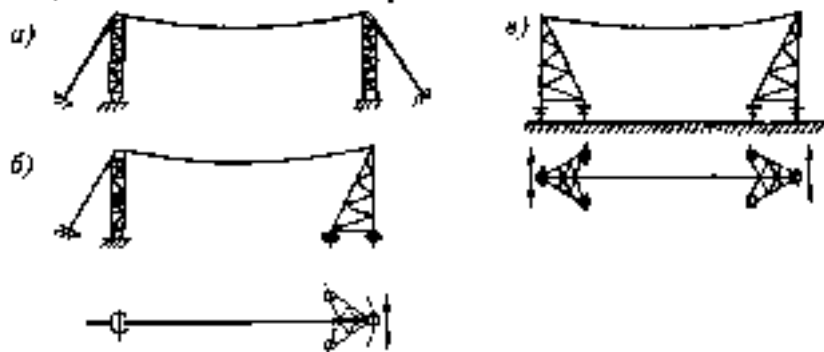


Рис. 6.27. Основні схеми кабельних кранів:

а - стаціонарний; б - радіальний; в - паралельно-пересувний

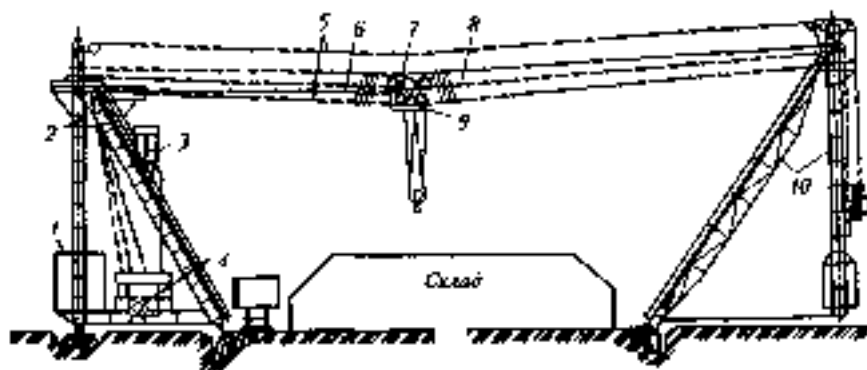


Рис. 6.28. Схема паралельно-пересувного кабельного крана:

- 1 - підйомний канат; 2 - стійка опори; 3 - кабіна управління;
 4 - лебідка; 5 - тяговий канат; 6 - підйомний канат; 7 - довжиканний канат;
 8 - несучий канат; 9 - вантажопідіймальний візок; 10 - ланка опори.

На рис. 6.28. більш докладніше зображена будова паралельно-пересувного кабельного крана, який має стійку і хітку опору, що переміщуються на паралельних рейках і ряд канатів різного призначення, які обслуговують підвішені до них крановий механізм.

6.7.3. Загальні відомості про підйомники

Підйомники — це машини періодичної дії, в яких робочий орган (колія або кіш) переміщується у вертикальному або близькому до нього напрямку. Вони часто застосовуються в багатопверхових складах.

Підйомники залежно від робочого органу поділяються на:

- **ліфти** — для переміщення тарно-штучних вантажів і людей;
- **ковшові підйомники** — для піднімання навалочних сипких і кускових вантажів.

Вони також бувають стаціонарні і пересувні. Найбільш поширені стаціонарні ковшові (скіпові) підйомники (рис. 6.29).

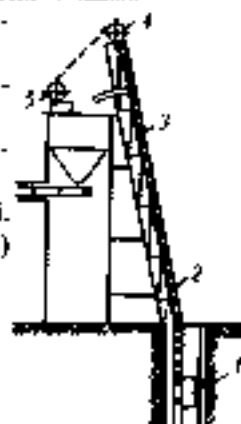


Рис. 6.29. Стаціонарний ковшовий підйомник:

- 1 — колія; 2 — спрямовуюча колія рами;
3 — трос; 4 — блок; 5 — кінцевий упор.

Для зменшення витрат електроенергії при підніманні вантажів трос підйомника може бути обладканий протинагачем компенсатором, маса якого приймається рівною масі ковша і половині маси вантажу.

6.8. Крани мостового типу

6.8.1. Будова мостового крана

Мостовий кран складається із таких основних частин:

- **пересувний міст** (жорстка рама, ферма чи балка на ходових колесах, які переміщуються на рейках);
- **рейкова колія**, що укладається на підкранових балках;
- **естакада або стіни складової будівлі**, на якій розміщуються балки з підкрановими рейками.

Відстань між осями підкранових рейок, на які опирається міст, називають прольотом крана.

Удовж моста пересувається лізок, який має механізми для підйому вантажів і переміщення самого лізка. До моста кріпиться кабіна машиніста крана. Управління краном може здійснюватися також кнопковим пультом з підлоги чи іншого місця складу.

Містові крани мають три механізми управління:

- пересування моста;
- пересування лізка на мосту.
- підйому і опускання вантажу.

За конструкцією моста містові крани бувають одно- і двобалочні.

Крани мостові однобалочні з електроталем виділяються легкістю конструкції моста. Вони використовуються для підйому і переміщення вантажу масою до 5 т. Міст однобалочного крана (рис. 6.30) являє собою двотаврову пересувну балку 1, яка опирається на поперечні кінцеві балки 5. Для роботи підйомного механізму і переміщення його уздовж балки використовується електроталь (тельфер) 3. Ходові колеса кінцевих балок приводяться в рух від загального вала центрального приводу, якщо проліт невеликий (до 11 м), або мають роздільні приводи за великих пролітів. Управління краном може здійснюватися з кабіни 2 або дистанційно.

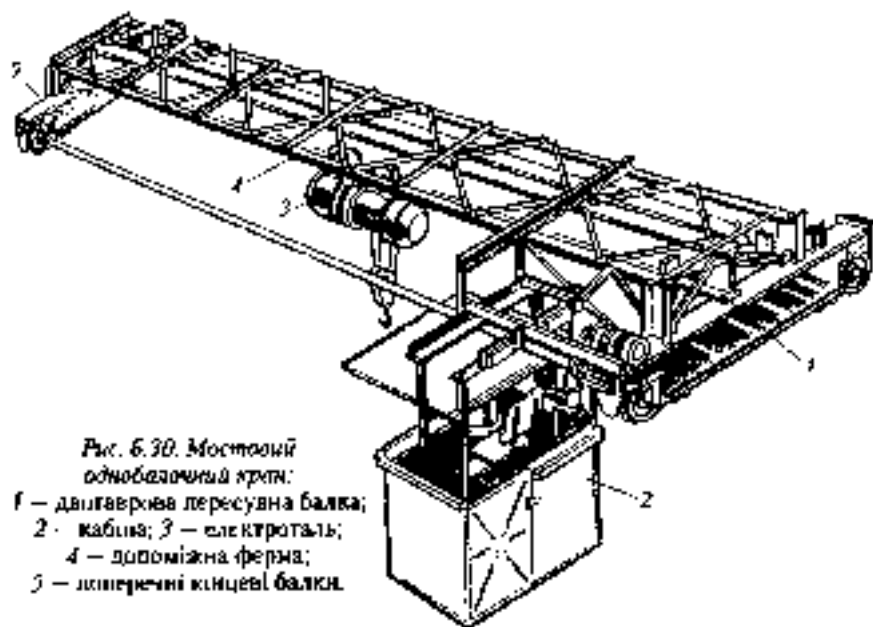


Рис. 6.30. Мостовий однобалочний кран:

- 1 — двотаврова пересувна балка;
2 — кабіна; 3 — електроталь;
4 — допоміжна ферма;
5 — поперечні кінцеві балки.

За малих прольотів використовують допоміжну ферму 4 для надання крану жорсткості в горизонтальній площині, а за великих прольотів використовують вертикальні ферми жорсткості, з'єднані між собою горизонтальними зв'язками і балками. До яких кріпляться двитаврова пересувна балка.

Прогонна частина моста двобалочного крана (рис. 6.31) має два головні несучі балки 4, жорстко з'єднані з кінцевими поперечними балками 1. Головні несучі балки виготовляють коробчастого профілю з вирізами 5 для полегшення конструкції, можуть бути також трубчастої конструкції. До головних балок прикріплені крошштейни для розміщення на них площадок з приводами 2 механізму переміщення моста, кабіни управління 3, допоміжної кабіни 11 для обслуговування крана, кабелю живлення 6 або тролей.

Міст крана рухається на рейках, які розміщуються на балках естакад, якщо кран працює на відкритих площадках, і на колонах або крошштейнах 13, які виступають у стінах будівлі, якщо кран працює в закритих складах.

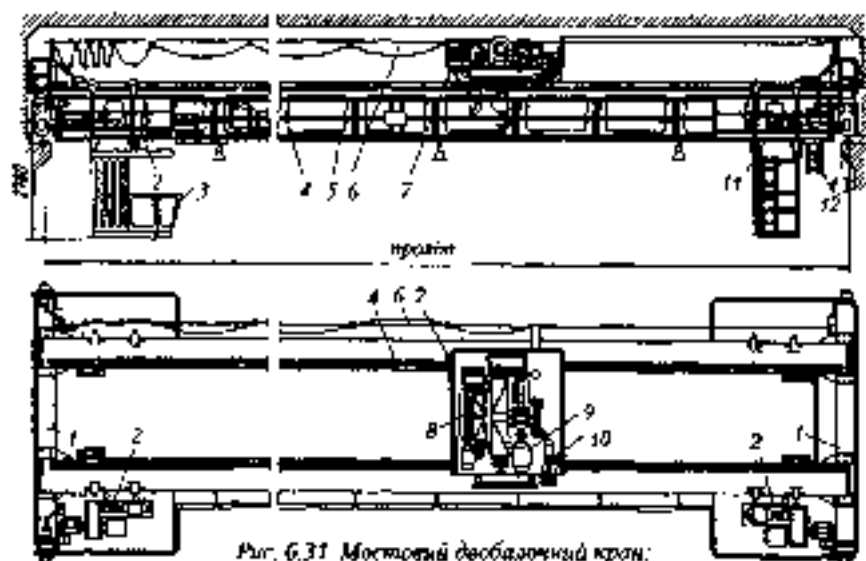


Рис. 6.31 Мостовий двобалочний кран:

- 1 — кінцеві поперечні балки; 2 — привід механізму переміщення крана;
3 — кабіна управління; 4 — головні несучі балки; 5 — вирізи для полегшення конструкції; 6 — тролейна лінія або кабель для живлення;
7 — вантажопідіймальний візок; 8 — допоміжний механізм підйому;
9 — головний механізм підйому; 10 — механізми пересування вантажного візка;
11 — допоміжна кабіна; 12 — тролейні прилади;
13 — крошштейни на стінах будівлі.

цехах або інших приміщеннях. Коли механізми переміщення моста розміщуються на окремих майданчиках біля кінцевих балок, то такий привод переміщення моста називається роздільним. Кожен з механізмів складається з електродвигунів, гальм і редуктора, який передає рух на ходові колеса, встановлені на поперечних кінцевих балках моста.

На мостових кранах для переміщення моста також застосовуються центральні повільно- або швидкохідючі приводи. У повільнохідючих приводах електродвигун через редуктор обертає вал, який складається з окремих секцій, з'єднаних муфтами, і на кінцях якого посаджені ходові колеса моста. У швидкохідючому приводі двигун безпосередньо приходить у рух вал, а кожне ходове колесо приводиться в рух через редуктор, який розміщений біля кінцевої балки моста, аналогічно як у роздільному приводі. В останньому випадку діаметр трансмісійного вала менший, тому він передає значно менший обертальний момент.

На рейках, які розміщені вздовж головних балок, переміщуються вантажопідійомний крановий візок 7. На рамі візка встановлені: головний механізм підйому вантажу 9, допоміжний механізм підйому 8 і механізм переміщення візка 10. Струм до крана підводиться тролейними проводами 12.

На рис. 6.32 показано загальну будову вантажопідійомного візка мостового крана.

Механізм переміщення візка складається з електродвигуна 11, на валу якого встановлено електромagnetні гальма 8, з'єднані з редуктором 7. Редуктор передає рух валу 9 приводних коліс 10, які переміщуються на рейках моста.

Головний механізм підйому складається з двигуна 12, з'єданого зубчастою муфтою з валом, на якому розміщені електромagnetні гальма 4. Ці гальма з'єднані з редуктором 3, який передає обертальний рух канатному барабану 13. Барабан для сталюого каната має праве і ліве намотування, що унеможливорює горизонтальне переміщення вантажу при його підйомі чи опусканні.

На залізному поліспасті з несучими сілками сталюих канатів підвішена обойма з таким б максимальної вантажопідйомності. Механізм допоміжного підйому складається з двигуна 2, вала 1 з електромagnetними гальмами 16, редуктора 15, канатного барабана 14, поліспаста з підвішеною обоймою та гаком 5. Головний і допоміжний механізми мають мостові крани вантажопідйомністю більше 10 т, що дозволяє важкі вантажі піднімати головним механізмом з меншою швидкістю, а менш важкі з більшою швидкістю — допоміжним. Менш потужні мостові крани обходяться одним підйомним механізмом.

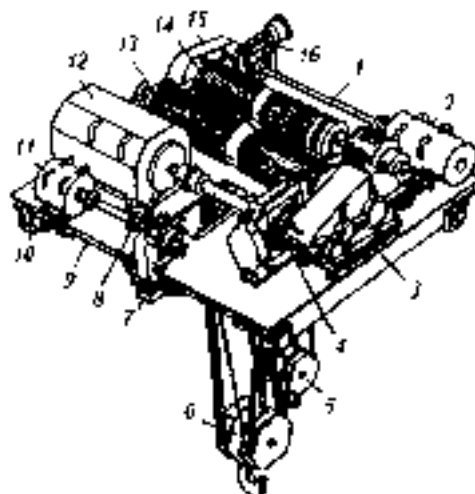


Рис. 6.32. Вантажопідіймальний міст мостового крана:

- 1 — вал механізму допоміжного підйому; 2 — двигун механізму допоміжного підйому; 3 — редуктор механізму підйому; 4 — електромагнітне гальмо механізму підйому; 5 — підвіска допоміжного підйому; 6 — об'ємна з гальмом головного механізму підйому; 7 — редуктор механізму пересування містка; 8 — електромагнітне гальмо механізму пересування містка; 9 — вал приводних коліс; 10 — приводні колеса; 11 — двигун механізму пересування містка; 12 — двигун механізму підйому; 13 — канатний барабан головного механізму підйому; 14 — канатний барабан допоміжного механізму підйому; 15 — редуктор допоміжного механізму підйому; 16 — електромагнітне гальмо допоміжного механізму.

Мостові крани загального призначення виготовляються вантажопідйомністю від 5 до 50 т.

Крім мостових кранів загального призначення, виготовляються мостові крани електричні, рейферні, вантажопідйомністю 2, 5, 10, 15 і 20 т. Крани мостові електричні, магнітні виготовляються вантажопідйомністю від 5 до 10 т. Крани мостові електричні, магнітно-рейферні зі зміцненим рейфером і магнітом бувають вантажопідйомністю 5, 15 і 20 т.

До недоліків мостових кранів можна віднести велику вартість естакади, що встановлюється уздовж всієї площадки, на якій виконуються вантажно-розвантажувальні операції.

Різноманітністю кранів мостового типу (ближче до мостових кранів, ніж до колових) є **кран-балка** (кран, ходові колеса якого опираються на підвищені і жорстко прикріплені до стелі рейки) і **кран-штабелер** (для підняття, укладання і переміщення вантажів при зберіганні їх у різних ярусах краного складу).

Таблиця 5.2.

*Технічні характеристики містових кранів,
які експлуатуються на пасажирських районах станцій*

Покращення	Вантажопідйомність крана, т	
	5,0	10,0
1	2	3
Висота підйому вантажу, м	16	8, 12, 16
Проліт крана, м	11, 14, 17, 20	11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 30
Швидкість при середньому режимі роботи, м/хв: підйому вантажу пересування візка пересування крана	13 40 88,5	12 45 100
Потужність двигунів, кВт: підйому вантажу пересування візка пересування крана	11 2,2 11	22 5,5 21
Маса крана, т	12; 13,7; 15,4; 18,5	17; 19; 21; 24,5; 25,5; 29,5; 33; 37

6.8.2. Будова козлового крана

Козловий кран складається з таких основних частин:

- **моста з вантажним візком і кабіною управління;**
- **двох високих опор (козлів), які на ходових візках рухаються по рейках;**
- **підкранових рейок, укладених з одного і другого боку уздовж вантажної площини.**

Проліт козлового крана — відстань між осями підкранових рейок, аналогічно, як у мостовому крані.

В козловому крані також можуть виконуватись одночасно три операції: пересування крана, пересування візка на мосту, піднімання або опускання вантажу.

Вантажопідйомним механізмом у цих кранів також служать електроталі (тельфери і візки, які рухаються на нижньому або верхньому поясі ферми моста крана)

Живлення електроенергією здійснюється через тролей або гнучкий кабель.

Вантажність козлових кранів — 5–32 т.

Залежно від взаємного розміщення моста і опор, козлові крани поділяються на:

- **безконсольні;**
- **одноконсольні;**
- **двоконсольні.**

Багато крани виконані з пристроєм самоочістки, на опорах яких встановлюються спеціальні лебідки для монтажних операцій.

Козлові крани не потребують капітальних підкранових естакад, що на 40–60% зменшує вартість перевантажувального комплексу в порівнянні з мостовими кранами.

На рис. 6.33 показана будова козлових кранів К-05 і К-09, аналогічних за конструкцією, але з різними прольотами. Вони широко використовуються для вантажно-розвантажувальних робіт на місцях загального користування залізничних станцій та під'їзних коліях промислових підприємств.

Крани К-05 та К-09 мають міст 1 у вигляді трикутної ферми трикутного перерізу, який у крані К-05 за допомогою шесті спарених шарнірів з'єднується на верхньому поясі ферми з двома опорами 4. Опори мають ходові візки 9 для переміщення крана. Кран К-09 з прольотом 16 м має жорстке кріплення опор до нижнього поясу ферми моста.

Для підйому основа крана під час монтажу використовується підвісна 10, а для закріплення опор — балка 11. У нижньому поясі ферми розміщена двотаврова балка 2, яка слугує рейкою для пересування тельфера 3 вантажопідйомністю 5 т. Опори крана у верхній частині мають урівноважувальний механізм. На одній із опор встановлено кабінку 8 машиніста крана з усіма механізмами управління і майданчик 7, який потрібен для монтажу, огляду і ремонту тельфера. На обох опорах крана передбачені також майданчики для переходу працівників на дах контейнера, який знаходиться на вагоні або платформі.

Струм підводиться до крана за допомогою тролейних проводів 6, які розміщені на стовпах. До двигунів тельфера струм підводиться за допомогою гнучкого кабелю 5, який встановлюється у вигляді шторної підвіски.

Крани К-05 і К-09 мають два ходові і два приводні візки моста (рис. 6.33, б) з двигунами 2 типу МТ потужністю 7,5 кВт, з'єднаними еластичною муфтою з редуктором з колодочними тальпами. На тихохідному валу редуктора встановлено зубчате колесо 1, яке зчеплюється з колесом 3, укріпленим на осі візка. На візку розміщені хомут 4 і барабан 5 підйому

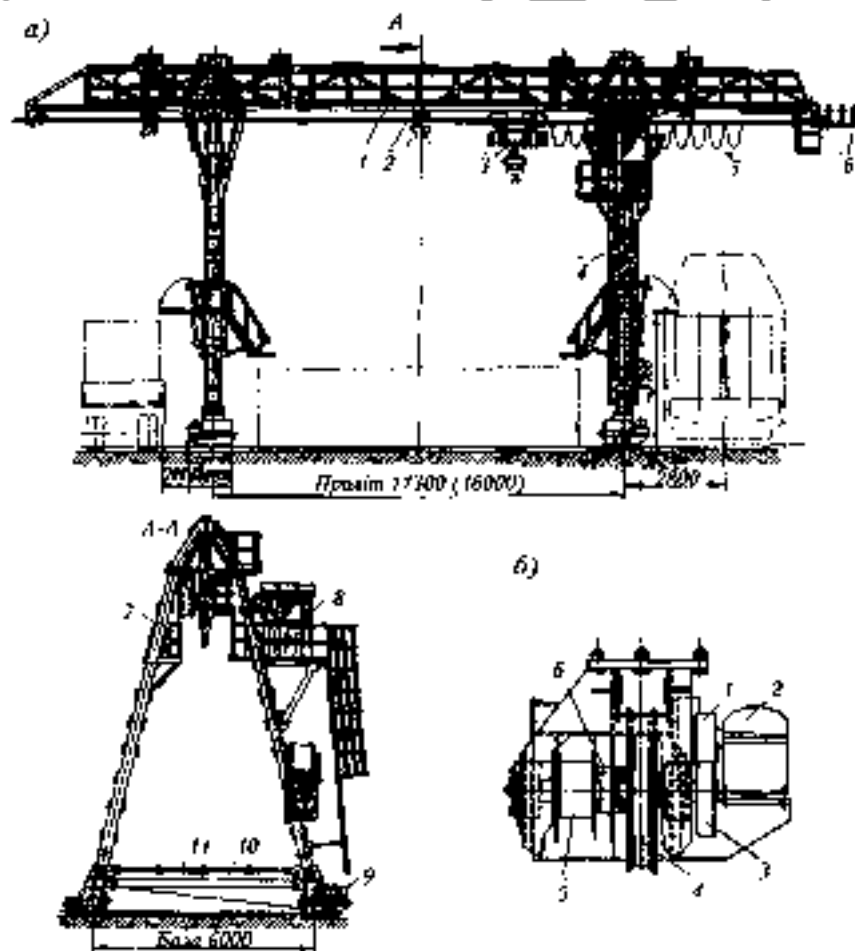


Рис. 6.33. Крановий кран К-105 (К-109).

а — загальний вигляд: 1 — міст; 2 — двитирна балка; 3 — телефер; 4 — опори;
5 — плутикий кабель; 6 — тролейний провід; 7 — перехідний майданчик;
8 — кабіна; 9 — ходовий візок; 10 — монтажний полісвайт; 11 — балка
кріплення опор; 6 — приводний візок переміщення крана; 1 — зубчаті колеса
редуктора; 2 — електродвигуни; 3 — зубчаті колеса візка; 4 — коток;
5 — монтажний барабан; 6 — хулачкова муфта.

крана при монтажі. Між котком і барабаном на рухомій випокці розміщена хулачкова муфта 6, яка може фіксуватись в одному із крайніх положень, регулюючи з'єднання хулачків з котком чи барабаном підйому крана.

Застосування монорейкових балок і тельферів у козлових кранах на перевантаженні важких вантажів призводить до швидкого і нерівномірного зношення опорних полиць балок. У монорейкових візків тельфера також має місце поперечне розкачування. Невідповідність тельфера важкому режиму роботи крана призводить до періодичних відмов. У зв'язку з цим нові козлові крани вантажопідйомністю до 5 т виготовляються з тельфером, а вантажопідйомністю понад 5 т — із самохідним вантажним опорним візком.

Козлові крани КДКК-10 і ККС-10 обладнуються такими захватами: електроманітним, моторним грейфером і використовуються на перевантаженні лісних, великогазових вантажів, металів, наплавочних скінних і кускових матеріалів.

На крані КДКК-10 (рис. 6.34) міст 2 складається із двох головних балок коробчастого профілю, звужених на краях. Стояки опир 4 також коробчастого профілю, виготовляються із листової сталі. Вищу до стояків приварені плити для з'єднання їх з візками 6 переміщення крана. Всі чотири ходові візки, на які опирається кран, мають окремі електродвигуни.

Рух крана в будь-яку сторону забезпечується за рахунок тяги від переміщувальних візків, а розгін або подолання перевантажень — приводами усіх візків, які вмикаються і вимикаються автоматично. На одній із опор крана розташована кабіна 3 управління механізмами, а на всіх опорах передбачені містки 5 для переходу з контейнерів, які стоять на площадці, на контейнери, що розташовані на платформі. Над консоллю крана змонтована балка 7 і таль для огляду та ремонту візка.

Уздовж моста прокладені вузькоколіїні рейки типу Р15 для переміщення вантажопідйомного візка 6.

Вантажопідйомний візок крана КДКК-10 (рис. 6.35) змонтовано на прямокутній рамі 1, на якій встановлено двигун 2 потужністю 22 кВт, з'єднаний за допомогою еластичної муфти 3 і проміжного вала 4 з редуктором 5. На тихохідному валу редуктора встановлено вантажний барабан 6 діаметром 400 мм. На шпоночній проміжному валу механізму підйому встановлений гальмовий барабан діаметром 300 мм з колодочним гальмом 10 типу ТКТТ-300 з гідростопом ТТМ-50. В електричну схему гальмового магніту включений кінцевий вимикач обмежувача вантажу, який перериває електричне коло гальмового магніту натискуванням корпусу обійми на важіль 9. Обійма 8 така 7 має три блоки, які опирає трос 14, перекинтий через нерухомі блоки 13 на рамі візка. Крановий візок має чотири двореборні котки 12 діаметром 200 мм для пересування по рейках, прокладених на крановому мосту. Два приводних котки мають спільну вісь 11, яка приводиться в дію електродвигуном 18 потужністю 2,2 кВт через еластичну муфту 17 та редуктор 16. Механізм пересування

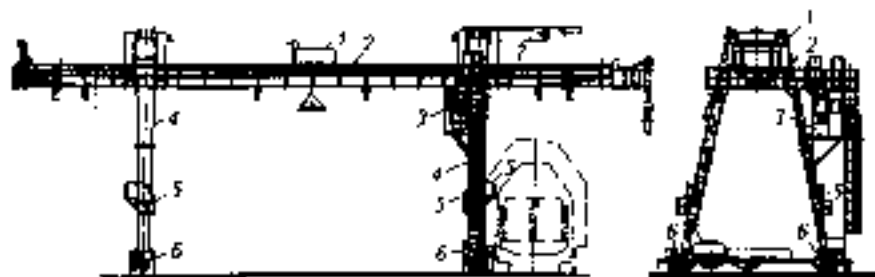


Рис. 6.34. Електричний крановий кран КДЖК-10 з опорним важком:

- 1 — вантажопідіймний візок; 2 — міст; 3 — кабіна машиніста,
4 — стійка опори; 5 — перехідний міст; 6 — ходовий візок.
7 — балка з талією для ремонту крана.

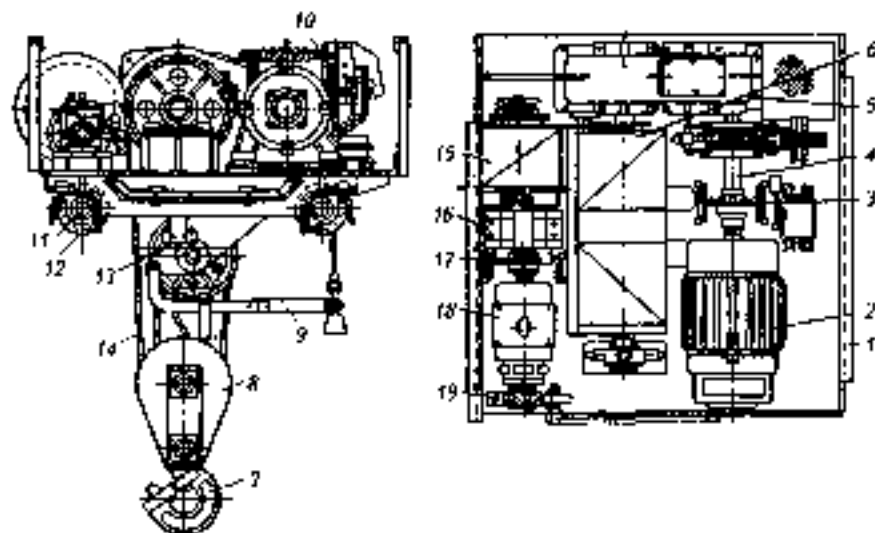


Рис. 6.35. Вантажопідіймний опорний візок крана КДЖК-10.

- 1 — рама; 2 — електродвигун механізму підйому; 3 — еластична муфта механізму підйому; 4 — шліпний кіл; 5 — редуктор механізму підйому;
6 — вантажний барабан; 7 — гак; 8 — обійма; 9 — циліндр гальмового магніту;
10 — колозочне гальмо механізму підйому; 11 — вісь котків; 12 — коток кранового візка; 13 — нерухомий білок; 14 — трот; 15 — барабан для кабелів;
16 — редуктор механізму пересування; 17 — еластична муфта механізму пересування; 18 — електродвигун пересування;
19 — гальмо механізму пересування.

візка обладнаний гальмами 19 типу ТКТ-100. Осі ходовика катків візка встановлені в радіально-сферичних дворяльних роликопідшипниках. Швидкість переміщення візка близька до 38 м/хв. Колія візка дорівнює 1400 мм, база — 1100 мм, маса — 4,3 т.

Для подачі електроенергії до електропривода робочого органу крановий візок має кабель, який намотується на спеціальний барабан 15 з пружинним механізмом намотування.

Кран КДКК-10 може працювати з електромагнітом М-41, моторним рейфером для силуваних вантажів місткістю 1,5 м³ і рейферним кошиковим захватом для круглого дію. Ходові візки мають протигінні захвати. Вони кріпляться болтами до ходових візків.

При експлуатації кранів потрібно звертати увагу на відхилення від нормального положення коліс кожної із опор. На двоколісних і балансирих візках жорсткої опори вони не мають перевищувати 3 мм і ступічної — 7 мм. Непаралельність коліс допускається не більше 0,0015 та 0,002. Невиконання цих умов призводить до швидкого зношення ободів коліс та рейок.

Для перевантаження тарних вантажів і контейнерів масою 20–30 т призначені спеціальні козлові контейнерні крани вантажопідйомністю 20, 32 та 40 т. Вони мають прольоти 20, 25 і 32 м. Козлові крани типу КДКК-32 (рис. 6.36) обладнані автоспредерами, використовуються на перевантаженні великотоннажних контейнерів.

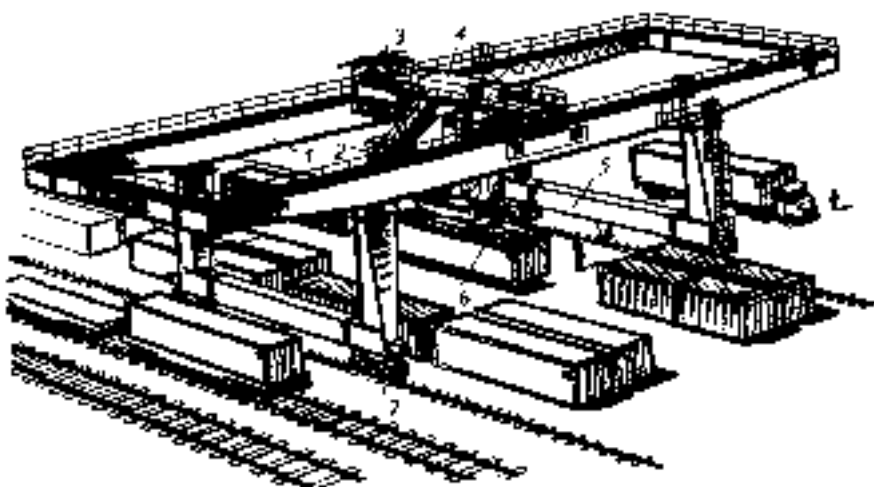


Рис. 6.36. Козловий контейнерний кран КДКК-32.

1 — міст; 2 — кабіна управління; 3 — допоміжний кран для монтажних і ремонтних робіт; 4 — вантажний візок; 5 — балки для жорсткого сполучення опор; 6 — автоматичний захват (автоспредер); 7 — ходові візки.

У виготовленні козлових кранів можуть використовуватись типові вузли мостових кранів. Для підкранових колій використовуються звичайні залізничні рейки і скріплення. Обидві нитки підкранової колії через кожні 50 метрів з'єднують стальною перемичкою і приєднують до заземлювальних пристроїв. Для виводу снігової та дощової води із баластного шару влаштовують дренаж або кювети. Для відведення поверхневої води вантажні площадки профілюються з ухилом 0,05 у поперечному напрямку. Кювети виконуються з подовжнім ухилом 0,01 і вклинаються в загальну водовідвідну систему площадки.

У таблиці 6.3 приводяться основні типи електрокозових кранів, які застосовуються на великовиштових і контейнерних площадках залізничних станцій.

Таблиця 6.3.

Технічні характеристики електричних козових кранів,
які застосовуються на вантажних станціях

Показники	Тип крана					
	КК-05	КК-6	ККС-10	КДКК-10	КДКК-20	КДКК-32
1	2	3	4	5	6	7
Вантажопідйомність, т	5	6	10	10	20	32
Пролет, м	16 (11,3)	16	32	16	25	25
Висліт консолю, м	4,2	4,5	8,5	4,2	5	5
Висота підйому вантажу, м	8,0	9,0	10,0	10,0	8,5	8,5
Швидкості, м/хв:						
підйому	8,0	20,0	15,0	10,0	12,0	12,0
пересування візка	30	40	40	38	40	50
пересування крана	50	100	30	90	49,7	63
Загальна маса, т	18,5	32,5	39,4	46,0	96,7	130
Потужність усіх двигунів, кВт	23,2	51,5	42	54,2	96	190

6.1.3. Загальні поняття про перевантажувальні мости

Перевантажувальний міст — це хрестова споруда козлового типу, в якій один кінець моста опирається на жорстку опору, а другий кінець — на шарнірну або хитку. Опори рухаються на підкранових рейках. Жорстка опора з'єднана з мостом за допомогою жорстких вузлів, шарнірна — за

допомогою шарнірів, що не допускають заклинення опор на рейках за температурних і вантажних деформацій моста. При зміні довжини моста опора може відхилитися від вертикального положення і завдяки спеціальним шарнірним вузлам не порушувати в цілому стійкості крана.

Проліт крана виш 32 до 200 м.

Перевантажувальні мости (мостові перевантажувачі) використовуються переважно на залізничних і металургійних підприємствах для перевантаження сипких вантажів (дошпа, руди) за допомогою грейферів.

6.9. Стрілові крани

6.9.1. Конструктивні особливості стрілових кранів, їхня різноманітність

До стрілових кранів належать: настільні поворотні крани, пересувні поворотні крани на залізничному, автомобільному, пневмоколісному, гусеничному ходу, порталні, напівпортальні і баштові крани.

Настільні поворотні крани у вигляді стріли або консолі, змонтовані на поворотній колесі, застосовуються на великих вантажних майданчиках з постійним коротким фронтом робіт.

Поворотні пересувні стрілові крани використовують на вантажно-розвантажувальних роботах за значайної довжини фронту робіт або коли райони виконання робіт віддалені один від одного, а використання окремих кранів у кожному районі неефективно.

Поворотні самохідні стрілові, а також порталні і баштові крани складаються із двох основних частин:

- **ходової**, яка являє собою нижню несучу раму з колесами і приводом для переміщення самого крана;
- **поворотної**, яка являє собою платформу з крановими механізмами, стрілою і її оснащенням.

Найкоротша горизонтальна відстань між вертикальною лінією, на якій розміщена вісь обертання крана, і вертикальною лінією, що проходить через точку підвішування вантажу, називається **вильотом стріли**.

Залежно від умов експлуатації і технічних можливостей, крани поділяються на:

- **стаціонарні і пересувні;**
- **рейкові і безрейкові;**
- **повноповоротні і неплановоротні;**
- **з постійним і змінним вильотом стріли**

6.9.2. Крани на залізничному коду

Крани на залізничному коду — це універсальні поворотно-стрілові крани з дизель-електричним приводом, які переміщуються по залізничній колії. В них також передбачається можливість роботи з кабельним живленням від зовнішньої мережі змінного струму 380В.

На рис. 6.37 показано загальний вигляд крана на залізничному коду. Кран складається з неповоротної платформи 1, змонтованої на двох

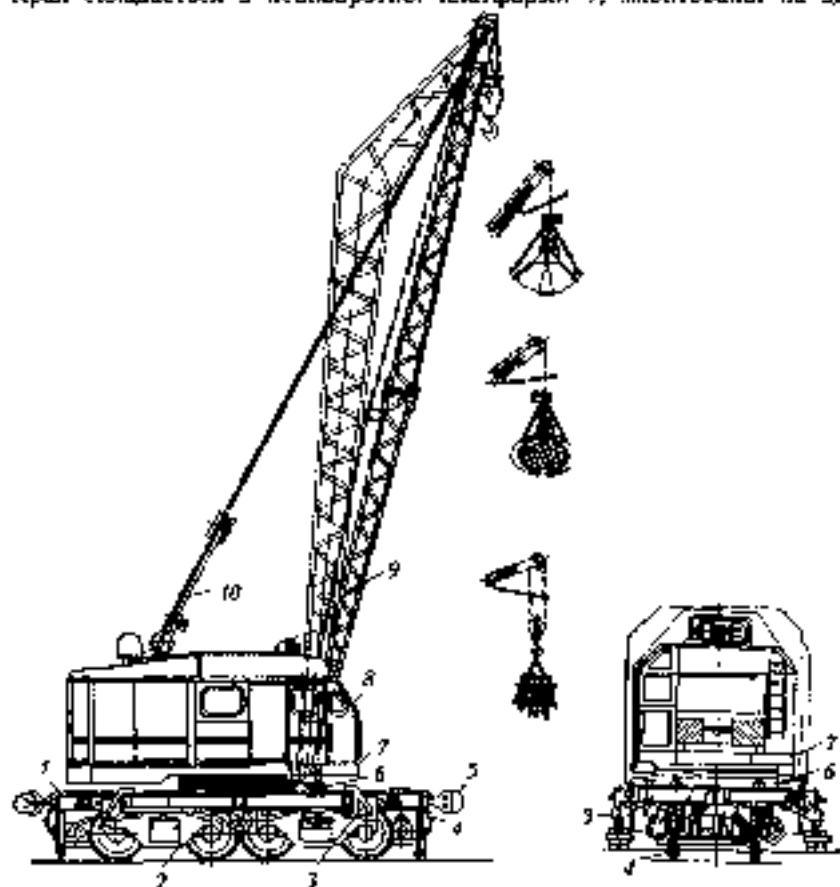


Рис. 6.37. Дизель-електричний кран на залізничному коду.

1 — неповоротна платформа; 2 — двівисний візок;

3 — підвісна опора (аутригер), 4 — рейковий захват; 5 — яптизет;

6 — опорне кільце на неповоротній платформі; 7 — поворотна платформа;

8 — кабіна; 9 — стріла крана; 10 — стріловий полоніаст.

двоівісних візках 2 на залізничному ході, з яких дві осі є приводними. Платформа обладнана типовими залізничними автоцепами 5. На кожному буферному брусі над рейками колії є по два захвати 4, які прикріплюються до головок рейок і служать попереджувальним засобом на випадок перевантаження крана. На кінцях рами платформи змонтовані високі опори з домкратами (аутригерами) 3, які використовуються для збільшення стійкості крана при підйомі вантажу. Рама неповоротної платформи підресорена, для збільшення жорсткості крана в робочому положенні передбачені пневматичні ресори.

На опорному кінці 6, укріпленому на нерухомій платформі, перемищуються опорні ходки поворотної платформи 7. Платформа обертається навколо центральної цапфи. На поворотній платформі в середині кабіна 8 змонтована дизель-генераторна установка, яка складається з дизеля.

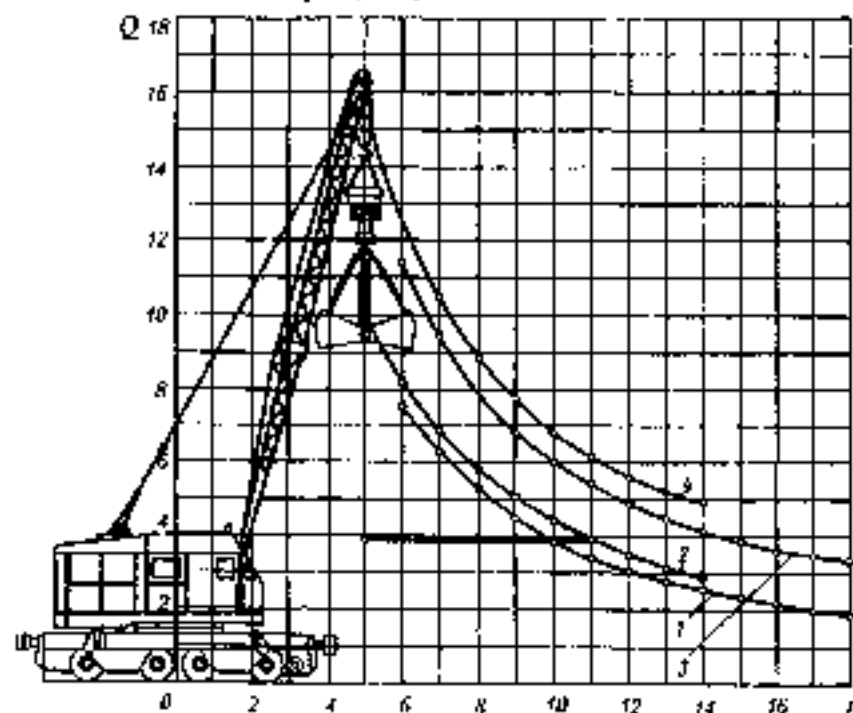


Рис. 6.38 Криві політиктівідійності крана КДБ-161:

- Q — сила натягу стріли (т); L — довжина стріли (м). 1 — стріла довжиною 20 м (кран без аутригерів); 2 — стріла довжиною 15 м (кран без аутригерів); 3 — стріла довжиною 20 м (кран на аутригерах); 4 — стріла довжиною 15 м (кран на аутригерах).

з'єднаного валом з генератором. Генератор живить електроенергією електродвигуни механізму підйому і опускання вантажу, механізму підйому і опускання стріли (змінки висьоту) і механізму обертання поворотної платформи. До поворотної платформи шарнірно прикріплена вантажопідйомна стріла крана 9, верхня частина якої упримується стріловим полієпастом 10. Зі змінною висьоту стріли змінюється вантажопідйомність крана. Механізм переміщення крана складається з електродвигуна, підвищеного до неповоротної платформи, і зубчастої передачі руху від електродвигуна до осей коліс.

Крани КДЕ-161, КДЕ-162, КДЕ-163, КДЕ-251, КДЕ-252 обладнуються 15-метровою стрілою з ковшем, грейфером чи лаком, деякі з них мають 5-метрову вставку для подовження стріли до 20 м. Вантажність кранів 16 і 25 т. Проте слід пам'ятати, що реалізація вантажності стрілового пересувного крана залежить від висьоту стріли, типу змінного вантажо-захватного обладнання і додаткових вносних опор, як це зображено на рис. 6.38.

Крани застосовуються на вантажних станціях місць загального користування і під'їзних коліях на перевантаженні навалочних і штучних вантажів.

У таблиці 6.4 приводяться технічні характеристики основних типів таких кранів.

Таблиця 6.4.
Технічна характеристика стрілових кранів на залізничному коду

Показник	Тип крана				
	КДЕ-161	КДЕ-251	СК-30	КДВ-15	МК-6
1	2	3	4	5	6
Вантажопідйомність, т	16,0	25,0	30,0	10,0/15,0	6,0
Довжина стріли, м:					
нормальної	15,0	15,0	15,0	14,0	11,3
подовженої	20,0	20,0	20,0	18,0	—
Висота нормальної стріли, м:					
мінімальний	2,5	5,0	5,0	4,0	5,2
максимальний	13,0	14,0	14,0	13,2	11,3
Найбільша висота підйому вантажу за нормальної стріли, м	12,2	11,8	14,5	13,8	11,1
Максимальна швидкість підйому, м/хв:					
г/ка	17,6	10,6	6,0	15,4	15,4

1	2	3	4	5	6
гріф/форн	53,0	—	—	61,5	52,8
Швидкість пересування крана, км/год					
самонахилом	10,4	8,3	3,9	11,6	11,8
у складі поїзда	80,0	80,0	80,0	60,0	60,0
Швидкість повороту крана, об/хв	1,96	1,5	0,7	2,9	2,5
Тип двигуна	Дизель			Карбюраторний	
	К-559	К-551	КДМ-46	ЗДЛ-164	ЗДЛ-355
Потужність двигуна, к.с.	115,0	115,0	93,6	100,0	90,0
Габаритні розміри, мм:					
довжина (платформи)	8820	9220	8820	8060	5000
ширина	3800	4200	2700	3070	3000
Радіус, що охоплюється хвостовою частиною, м	3,8	3,8	4,0	3,3	3,0
Заповніл маса, т	52,4	67,5	79,0	49,6	32,5

6.9.3. Автомобільні крани

Автокрани змонтовані на шасі вантажних автомобілів і їх можна розподілити на такі види:

- з окремим двигуном на поворотній платформі для кранових механізмів;
- з приводом від основного двигуна автомобіля через коробку відбору потужності (рис. 6.39);
- з електричним приводом від генератора, зв'язаного з головним двигуном автомобіля;
- з гідравлічною передачею від головного двигуна автомобіля.

Автокрани мають винесені опори з гідроджкратами.

Вантажність автокранів буває від 1 до 10 т і більше, вона залежить від довжини стріли, кіньоту стріли, застосування вимесних опор.

Основна перевага автомобільних кранів над іншими стріловими — це велика швидкість пересування і маневреність, яка дозволяє швидко перекидати кран з однієї ділянки на іншу. Недолік автокранів — це наявність автомобільного шасі, яке обмежує стійкість кранів при виконанні вантажних операцій.

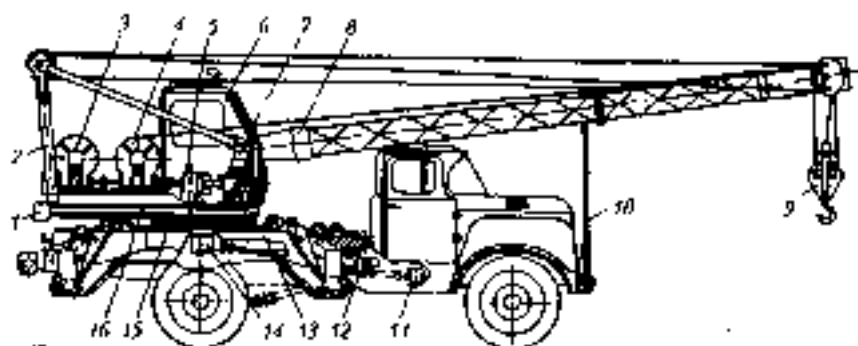


Рис. 6.39. Автокран КС-2561Г вантажністю 6,3 т:

- 1 – противаговий вантаж; 2 – портал; 3 – лебідка підйому стріли;
 4 – вантажна лебідка; 5 – розподільна коробка; 6 – кабіна управління;
 7 – редуктор; 8 – стріла; 9 – гачкова обойма; 10 – опора стріли; 11 – коробка
 відбору потужності; 12 – редуктор приводу напоя; 13 – опорна рама;
 14 – проміжний редуктор; 15 – поворотний пристрій;
 16 – рама поворотної частини.

У таблиці 6.5 приводяться технічні характеристики основних типів автокранів, які застосовуються у вантажних районах залізничних станцій.

6.9.4. Пневмоколісні і гусеничні дизельні крани на крановому шасі, крани-екскаватори

Основна перевага пневмоколісних і гусеничних дизельних кранів перед автокранами полягає в тому, що вони мають спеціальні кранові шасі, більш стійкі щодо перекидання і часто в роботі обходяться без зовнішніх опор. Недолік їх проявляється в повільному пересуванні.

За характером приводу ці крани бувають дизельні, дизель-електричні і дизель-гидравлічні.

Найбільш поширені дизель-електричні типу К-161 (рис. 6.40) і К-164 вантажністю 16 т. Останнім часом набувають широкого використання крани Одеського заводу «КРОЯШ», КАТО та інші.

Крани на гусеничному ході мають велику масу і білях дорозі, під дією гусениць руйнується покриття майданчиків складів і проїздів що обмежує їх використання. Вантажопідйомність цих кранів 16–25 т.

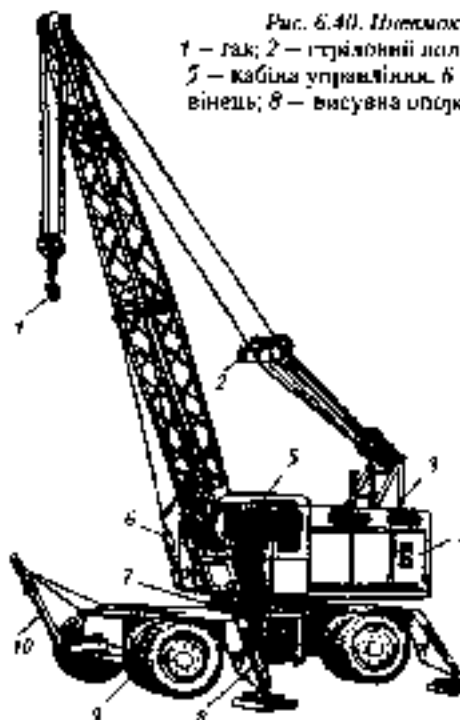
На вантажних роботах із ємкими і кусковими навалочними вантажами можуть застосовуватись крани-екскаватори (рис. 6.41). Робоче обладнання однокішшового екскаватора складається із універсальної стріли,

Таблиця 6.5
Технічні характеристики та параметри крана

Показники	Типи кранів									
	AK-75		KC-2561Г		K-104		K-162			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Довжина стріди, м	7,5	12,0	8,0	12,0	10,0	18,0	10,0	18,0	20,0	
Висота стріди, м	2,8-7,0	5,0-9,0	3,3	12,0	4,0-10,0	5,0-15,0	4,1-10,0	5,0-17,0	7,0-20,0	
Навантажувальність, т: з висувними опорами без висувних опор	7,5-2,7	6,0-2,65	6,3-1,7	5,0-0,9	10-2,2	6,0-0,75	15-3,25	8,5-1,3	5,0-0,9	
	-	-	1,0-0,2	1,0-0,09	4,0-1,0	1,5-0,25	4,25-1,2	2,4-0,23	-	
Найбільша висота підйому ґрунту, м	7,5	12,4	8,0	7,0	4,5	10,4	9,1	16,1	19,5	
Швидкості: підйому вантажу, м/хв обертання крана, об/хв пересування крана, м/хв	1,9	17,4	1,2-10,5	1,75-15,3	3,5-9,0	5,0-12,5	3,0-8,0	4,0-12,5	4,0-12,5	
	4,8	3,0	0,3-2,5	0,3-2,5	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5	0,5-1,5	
	До 30	До 75	До 75		20-35		35			
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм: довжина ширина висота	10200		10600		14300		14800			
	3550		2700		2750		2740			
	(з опорами) -2340				3910		3910			
	3560		3640							
Маса крана, т	9,2		9,0		22,8		20,8			

Рис. 6.40. Шестиколісний кран КС-4361 (К-161):

1 — гак; 2 — стріловий ланцюжок; 3 — двонігий стік; 4 — лизель;
5 — кабіна управління; 6 — хвостовий обмежувач; 7 — зубчатий
вінець; 8 — висувна опора; 9 — колеса; 10 — тягловий пристрій.



рукоятки, ковша, налірного і по-
воротного механізмів, лебідки
підйому стріли. На вантажних
роботах з різними навантаженнями
раціонально використовувати
одноколійні крани-екскаватори
зі змінним обладнанням, які мо-
жуть замінити стрілу і рукоят-
кою 2 і ковшем 3 на стрілу з га-
ком або грейфером.

Крани-екскаватори на онея-
моколійному ході можуть працю-
вати також з крановою стрілою
довжиною 7,5–10 м, при цьому
вантажопідйомність їх до 6 т реа-
лізується без використання вино-
сок опор і з 6 до 10 т з вино-
сками опор.

Крани-екскаватори на гусе-
ничному ході (рис. 6.42) бувають вантажопідйомністю 1,6, 3,2, 6,3, 10 і більше
тонн, смістю ковшів від 0,15 до 4 м³ та довжиною стріли від 7,5 до 15 м.

Останнім часом широкот застосування на вантажних роботах набу-
вають крани-екскаватори Київського підприємства АТЕК.

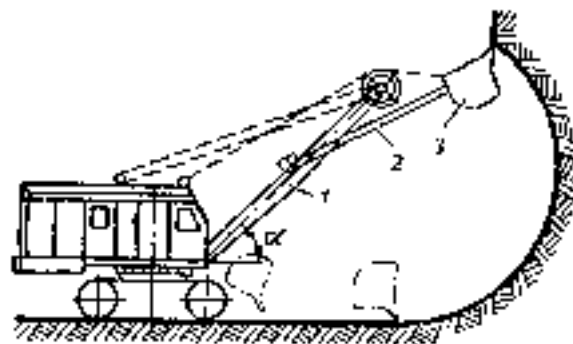


Рис. 6.41. Принципова будова крана-екскаватора:

1 — стріла, 2 — рукоятка, 3 — кіш.



Рис. 6.42. Экскаватор гидравлический универсальный полносезонный
(проектная емкость ковша: 1,8 м³)



Рис. 6.43. Агрегатированный экскаватор гидравлический АТЭС-4018

Экскаватор гидравлический универсальный на шасси экскаватора АТЭС-4018 (рис. 6.43) – универсальная машина, предназначена для выполнения земляных и каменных-разрушительных работ, вы-

раціональну кінематику руху, високу прохідність, комфортабельну кабіну і сервоуправління. На екскаваторах застосовані високоякісні комплектуючі вузли, гідроапаратура та інші комплектуючі виробництва провідних вітчизняних і зарубіжних фірм. Всі колеса ведучі. Привод кожного колеса здійснюється від низькомоментного гідромотора через маточинний планетарний і додатковий редуктори. Передній міст керований. Швидкість пересування — 20 км/год. Потужність чотиритактного дизеля з турбонаддувом і водяним охолодженням — 100 к.с., швидкість його обертання — 1800 об/хв. Ківш зворотної лопати (SAE) має ємність 1,15 м³. Висота піднімання і вивантаження ковшу — 5,5 м.

6.9.5. Портальні і напівпортальні крани

Портальні крани застосовуються на вантажно-розвантажувальних роботах із штучними і скляними вантажами в морських і річкових портах. Конструктивна особливість їх полягає в тому, що поворотна платформа зі стрілою розміщується на високій рамі порталу.

Портальний кран (рис. 6.44, а) складається з таких основних частин:

- **самохідної П-подібної рами (порталу)**, що переміщується на підкранових рейках і обіймає 1–2 залізничні колії;
- **поворотної платформи**, яка розміщується на порталі і може обертатись на котках по рейковому кільцю;
- **стріли крана**, шарірно-складної конструкції, що дозволяє горизонтально перемішувати вантаж, змінюючи киліт стріли, але не змінюючи висоти підйому;
- **противагового вантажу**, який автоматично урівноважує масу вантажу відповідно до зміни висьоту стріли;
- **кабіна і механізму управління**, що розташована на поворотній платформі.

Крани, в яких одна з опор порталу відсутня, або майже не несе на собі навантаження, а тільки підтримує раму порталу, опираючись на стіну чи естакаду, налічуються **напівпортальними**. Центр ваги таких кранів зміщений в бік основної опори (рис. 6.44, б).

Найширше застосовуються такі портальні крани: КППК — кран портальний перевантажувальний гаківий (для роботи з тарно-штучними вантажами) і КППГ — кран портальний перевантажувальний грейферський (для роботи з навалочними вантажами).

Вантажність портальних кранів буває 3, 5, 10, 15, 30 т

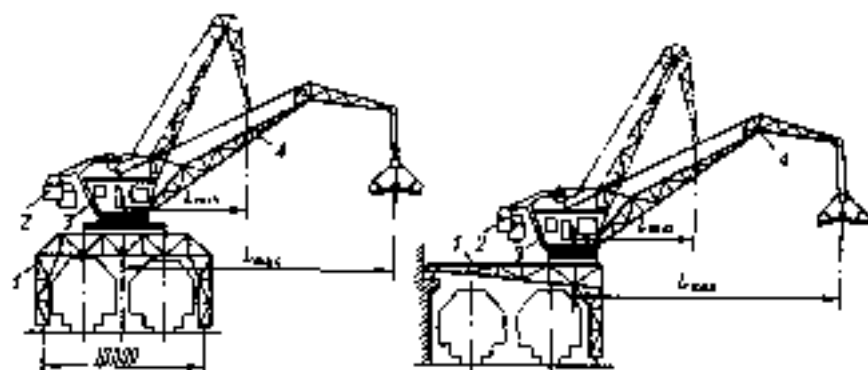


Рис. 6.44. Портальний (а) і напівпортальний (б) крани:
1 – портал; 2 – протидія; 3 – поворотна платформа;
4 – шарнірно-складна стріла.

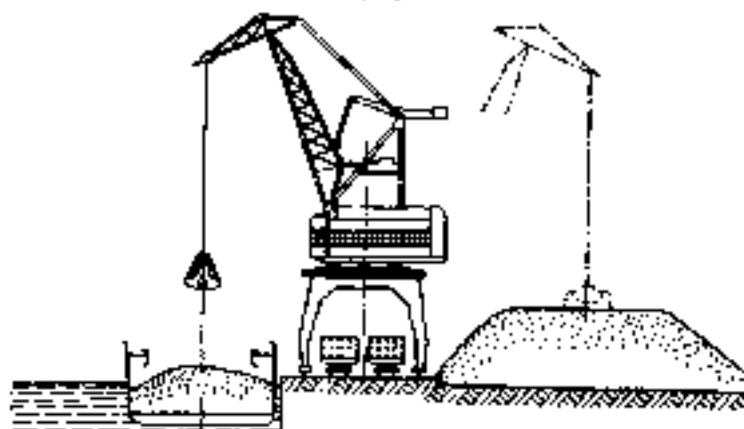


Рис. 6.45. Схема переміщення портальним краном вугілля
зі судна «склад-судно»

6.8.6. Баштові крани

На відміну від портальних, у баштових кранів між порталом і поворотною платформою розташовується башта, яка значно збільшує висоту крана.

Баштові крани застосовуються у випадках, коли вантажі необхідно піднімати на велику висоту. Стріла і вантаж урівноважуються за допомогою противагового пристрою. Вантажозахватний пристрій (каретка з гаком) може переміщатись по горизонтальній стрілі, змінюючи виліт стріли (рис. 6.46).

Для забезпечення більшої стійкості баштового крана звичайного типу портал заповнюється камінням чи бетонними плитами та іншим важким матеріалом, за рахунок маси яких зменшується висота центру ваги крана в цілому.

Висота підйому вантажів баштовими кранами сягає до 70 м, вантажність — до 40 т.

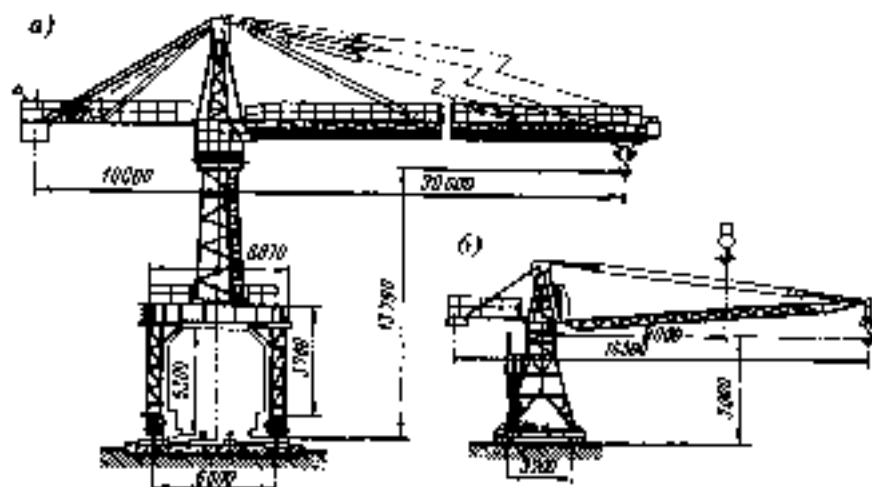


Рис. 6.46. Баштові крани:

- а — кран із введенням в проліт порталу залізничної колії.
б — баштовий кран звичайного типу.

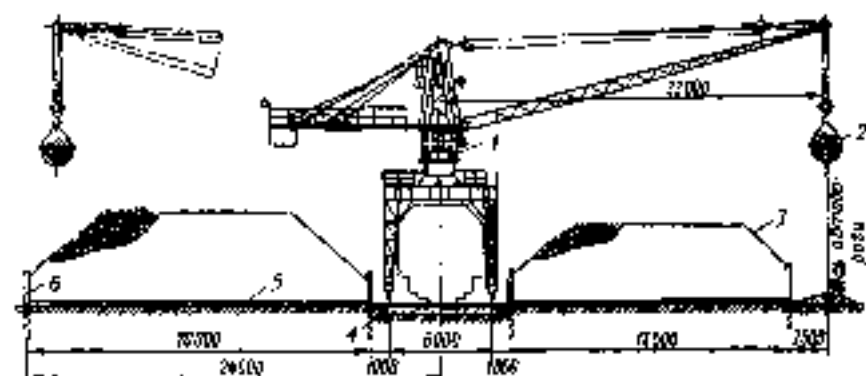


Рис. 6.47. Розв'язування кістматеріалів баштовим краном:

- 1 — кран; 2 — цетлевий захват; 3 — штабель; 4 — підкранова колія;
5 — вапталіа пліваліа; 6 — отороліа штабелі.

6.9.7. Поняття про стійкість кранів

Стрілові крани повинні мати достатню стійкість від можливого перекидання.

Стійкість може розглядатись у двох виразах і бути:

- **вантажною;**
- **власною (без вантажу)**

Найменша стійкість стрілових кранів спостерігається у випадках, коли поворотна частина розміщується поперек ходової рами.

Коефіцієнтом вантажної стійкості називається відношення моменту відносно ребра перекидання, який створюється силою ваги всіх частин крана з урахуванням додаткових навантажень (вітрового навантаження, інерційних сил, що виникають при пуску або гальмуванні механізмів підйому вантажу, повороту і переміщенні крана, а також зусиль, що виникають від найбільшого ухилу місцевості), до моменту, який створюється робочим вантажем щодо того ж ребра перекидання.

Коефіцієнт власної стійкості поворотного крана визначається як відношення моменту щодо ребра перекидання, який створюється силою ваги всіх частин крана з урахуванням ухилу площинки в бік перекидання за мінімального відхилу стріли і відсутності вантажу, до моменту, який створюється вітровим навантаженням щодо того ж ребра перекидання.

В усіх випадках коефіцієнт стійкості кранів має бути не меншим 1,15.

Для попередження перекидання, спричиненого перевантаженням, на пересувних поворотних стрілових кранах встановлюють показники відхилу стріли і бокового крену крана, обмежувачі вантажопідйомності, захватні рейкові пристрої та інші. Всі ці пристрої являються попереджувальними для машиніста крана, щоб він не піднімав вантаж масою більшою за граничну для даного відхилу стріли.

Обмеження граничного підйому стріли забезпечується автоматичним обмежувачем, який виникає дитгул. Боковий крен стрілового поворотного пересувного крана також загрожує стійкості. Показчик крену встановлюється в кабіні машиніста. Показники бувають механічні, в яких стрілка показує боковий нахил у градусях, і електромеханічні, в яких небезпечному крену крани відповідає звуковий або світловий сигнал.

Для попередження перекидання пересувних поворотних стрілових кранів і можливого пошкодження механізмів як у цих кранів, так і в крани баштових, колесних та інших, необхідно, щоб маса вантажу не перевищувала вантажопідйомності крана. Для обмеження маси вантажу, що піднімається, використовують спеціальний вантажний поліспаст або блок при з'єднаних поліспастах, іноді пружинні динамометри, інфредатні ваги

до 30 т, а за великої вантажопідйомності кранів - гідролічні або тензометричні силоміри.

На пересувних поворотних стрілових кранах також застосовують електромеханічні обмежувачі. Вони упереджують трагічний момент, який створюється вагою вантажу, і автоматично виникають механізм підйому при перевищенні підйомної сили на 10–12%.

Крім указаних пристроїв, на цих кранах використовують захвати, що закріплюються за головку рейки. Вони підвішуються до рами цівка крана і попереджають машиніста про ризик перекидання крана при спробі підняти вантаж більше встановленої вантажопідйомності. Захвати на утримання крана в процесі перекидання не розраховані.

Козлові, порталні, баштові і кабельні крани, які працюють на відкритих площадках, під дією сильного вітру і за великої сили зчеплення і гальм можуть самовільно переміщуватись на підкранових колесах і навіть перекинутися у разі наїзду з великою швидкістю на кінцеві упори. Ці крани оснащують автоматично діючими протипушниками захватами, які мають щелепи, що защемляють рейки, та розпірні клини.

6.10. Оснащення кранів і розрахунок їхньої продуктивності

6.10.1. Вантажозахватні пристрої кранів

Продуктивність кранів залежить від конструкції захватних пристроїв і правильного їх вибору для конкретного вантажу. Найчастіше застосовуються такі вантажозахватні пристрої кранів:

- **стропи** (рис. 6.18), які є найбільш поширеними і простими за конструкцією; вони виробляються із сталених канатів або ланцюгів і поділяються на:

- а — **універсальні стропи**, які являють собою замкнену канатну петлю, кінці каната з'єднуються між собою шляхом сплітання або застосування спеціальних затискачів;

- б — **стропи подешевшого типу** — одностійкові, виготовлені у вигляді відрізка каната, на кінцях якого є петлі (коуші) або гаки;

- в — **два-, три- та чотиристійкові стропи** для перенантаження контейнерів, пакетів, ящиків та інших шпунтованих вантажів, які також на кінцях мають пристрої для застроплення;

- г — **ланцюгові стропи** — для перенантаження великогазових вантажів масою більше 5 т; перевага їх перед канатними полягає у тому, що вони не скручуються, а значиний недолік — важчі ніж канати.

з – спеціальні стропи, які мають особливу конструкцію, призначену для перешантаження окремих конкретних пантажів (різних видів металу, лісоматеріалів, залізобетонних виробів тощо);

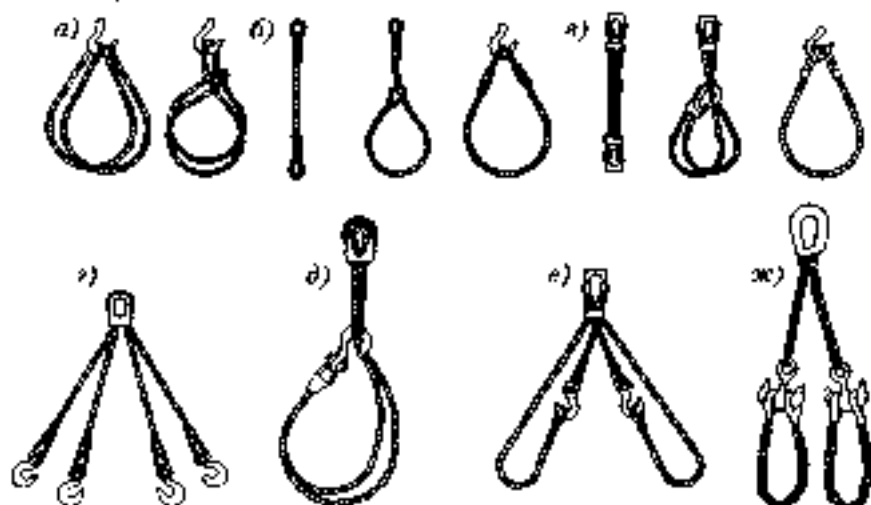


Рис. 6.48. Типи стропів і способи їх підвішування на гак крана:

- а – універсальний строп у вигляді кільцевого замкнутого каната;
- б – строп полегшеного типу у вигляді канатного відрізка з коушами на кінцях;
- в – такий же з двома вітками; г – чотирвітковий з гаками на кінцях;
- д – двовітковий з гачком на одному кінці і коушем – на другому;
- е – двовітковий з двома гаками на кінцях;
- ж – двовітковий ланцюговий строп.

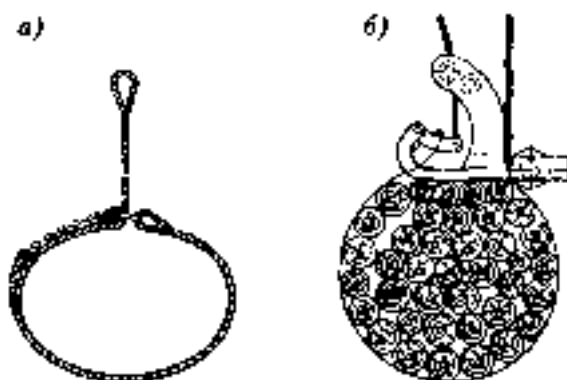


Рис. 6.49. Спеціальні стропи для кранеж лісоматеріалів:

- а – строп з ланцюговою ланкою; б – строп, що саморозчіплюється

Стропи із сталевих канатів і ланцюгів не рідше одного разу за шість місяців підлягають огляду і випробуванню під навантаженням в два рази більшим за робоче. На сталевій бірці, прикріпленій до стропів, вибивається номінальна навантажувальність і дата випробування;

- **гак**, які бувають однорогі (рис. 6.50, а) і дворогі (рис. 6.50, б), застосовуються у комплекті зі стропами; виробляються кованими, штампованими або пластинчастими. Гаки малої навантажувальності кріпляться безпосередньо до хвосту крана, тоді великих мостових, козлових і стрілових кранів підвішуються до траверс. Однорогі гаки часто мають запобіжні пристрої, які не допускають випадання канатів або коушів з гака при підйомі або опусканні вантажу. Запобіжні пристрої бувають з пружинними застібками (рис. 6.50, в) та інших конструкцій.

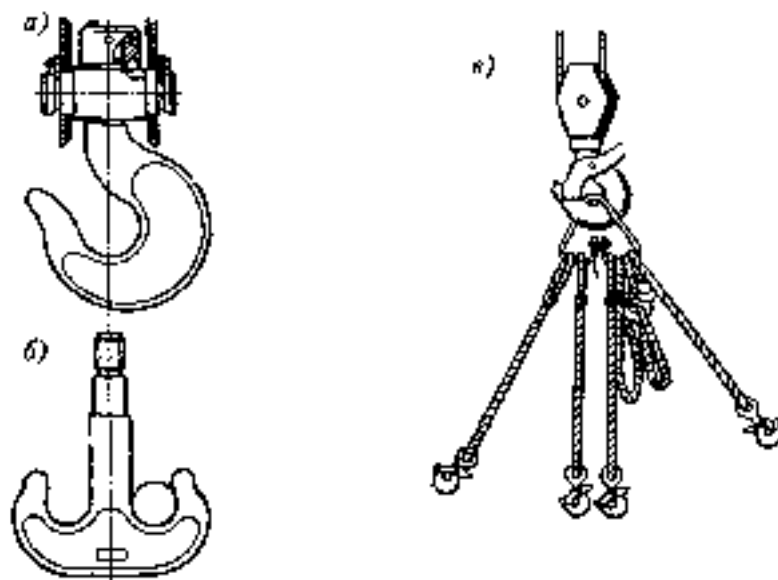


Рис. 6.50. Гаки:

а — однорогий; б — дворогий; в — з пружинною застібкою

Гаки для підйому вантажів масою більше 3 т мають обертатись на шарикових закритих опорах. Якщо вантаж має кільця, петлі, рими та інші захватні пристрої, то вантаж захоплюється безпосередньо гаком. За відсутності таких пристроїв на гак чи на обійму гака встановлюють спеціальні захватні пристрої, які мають відповідати роду вантажу. Його масі, конфігурації та габаритам. оберігати вантаж від пошкодження, забезпечувати щадний захват і збільшення вантажу, бути надійними та мішними, мати

мінімальну істотну масу. Гачки повинні мати такий заводу-виробника і паспорт, без якого не можуть перебувати в експлуатації;

- спеціальні захватні пристрої (рис. 6.51), найбільш поширені серед яких різні траверси та кліщові захвати, які утримують вантаж під дією сили тертя, пропорційної масі вантажу;
- електромагнітні захвати, які утримують вантаж магнітним притягуванням, що виникає у котушці при проходженні в ній електричного струму. Вони застосовуються для перевантаження дрібних сталевих і чавунних вантажів, сталевих стружки, металобрухту. Виготовляються електромагнітні круглої форми типу М і плоскої – типу ПМ вантажопідйомністю від 6 до 30 т. Вантажопідйомність електромагнітів залежить від сили струму, а також від сили намагнічування вантажу. Електромагніти важко і небезпечні в роботі, і не тільки у випадках припинення подачі струму, але і за нормальної роботи магніту є небезпека падіння окремих піднятих частин вантажу. На рис. 6.52 зображено електромагнітний захват М-42;

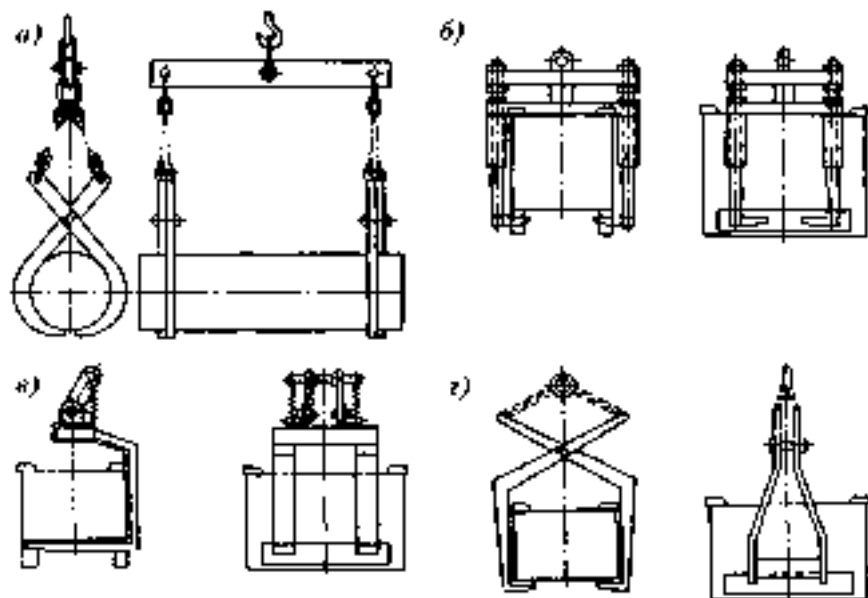


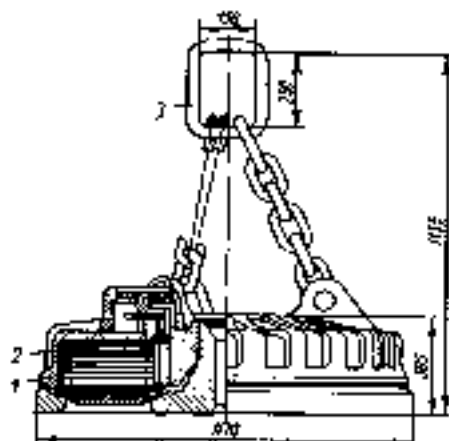
Рис. 6.51. Спеціальні вантажозахватні пристрої:

а – траверси з кліщовими захватами;

б – захват з лапами для промислової тири;

в – захват з лапами, г – захват з кліщово-кліщовий

Рис. 6.53 Електромагнітний захват М-42:
1 — корпус;
2 — катушка електромагнітної;
3 — кільце для підвішування магнітної пластини.



- **грейфери** — основні пристрої для перевантаження сипких і кускових вантажів, які захоплюють і утримують вантаж замиканням спеціальних «щелеп»; за кількістю робочих щелеп грейфери бувають дво- і багатощелепні; за способом підвішування і роботи щелеп грейфери бувають одноканатні, двоканатні, чотирьоканатні та приводні, місткість грейферів 0,4–10 м³.

У **двоканатних грейферах** (рис. 6.53, а) одна група канатів служить для їх утримання, а друга — для розмикання і замикання щелеп. Підйомний механізм таких грейферів має двобарабанну лебідку. Грейфер складається з двох щелеп 1, прикріплених шпирірно за допомогою тят 3 до верхньої обойми 4, що підвішена на вантажних канатах 6. Нижній шарнір 2, який з'єднує внутрішні хімії щелеп, підвішений до канатів 5 замикання грейфера. Канати 5 намотуються на грейферний барабан 8, а канати 6 — на вантажний барабан 7. Коли грейфер висить на вантажних канатах, а замикаючі канати змотуються з барабана 8, грейфер під дією власної маси і маси нижньої обойми шарніра 2 розкривається. При одночасному опусканні вантажних і замикаючих канатів, грейфер, незалежно від положення щелеп, опускається і лягає на вантаж. Після замикання щелеп випускаються підйомні канати, які рухаються синхронно і грейфер піднімається із замкненими щелепами.

Одноканатний грейфер — це такий грейфер, у якого підйом або опускання і закривання щелеп відбувається одним вантажним канатом. Одноканатні змінені грейфери дають можливість використовувати кран для роботи з гаком і грейфером.

У одноканатного грейфера (рис. 6.53, б) вантажні канати 3 проходять через блоки поліспасту верхньої траверси 2 і нижньої головки 8.

У закритому стані грейфер утримується спеціальним замком 7, який розмикається при опусканні на вантаж, або за допомогою спеціального троса. Щелепи 5 грейфера з'єднані шарнірно між собою на нижній траверсі 6 і тягами 4 прикріплюються до верхньої траверси 2. У момент захвату вантажу головка 8 і траверса 6 з'єднуються між собою захватами замка 7, що розміщені на траверсі 6.

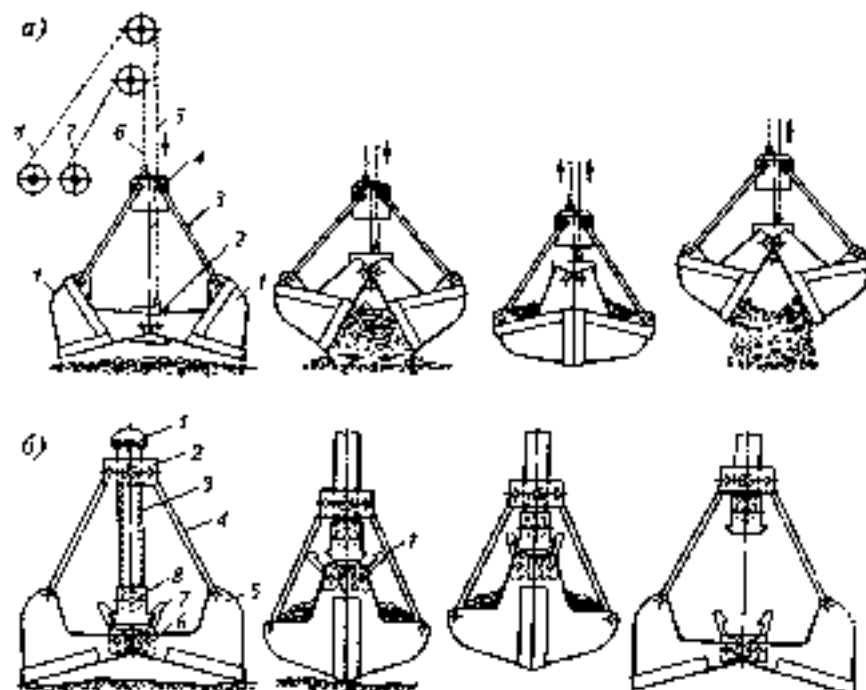


Рис. 6.53. Схеми роботи грейферів із двох і однієї вантажів:

а — двоканального: 1 — щелепа грейфера; 2 — шарнір нижньої обійми; 3 — тяга; 4 — верхня обійма; 5 і 6 — канати; 7 — вантажний барабан; 8 — грейферний барабан.

б — одноканального: 1 — верхня скоба; 2 — верхня траверса; 3 — вантажний канал; 4 — тяга; 5 — щелепа грейфера; 6 — нижня траверса; 7 — замковий захват; 8 — головка.

При підйомі краєм одноканального грейфера за скобу 1, яка служить для навішування грейфера на гак механізму підйому, відбувається зближення траверси 2 і головки 8. При цьому щелепи, повертаючись на своїх шарнірах на траверсі 6, заглиблюються у вантаж і грейфер наповнюється. Після замикання щелеп грейфер переміщується до місця розвантаження і

опускається на опорну поверхню вантажу, захвати 7 розкриваються, а головка 8 відокремлюється від нижньої траверси 6. Потім піднімається скоба 1, а з нею і верхня траверса 2, що приводить до розкриття грейфера і його вивантаження. Для нового захвату вантажу розкритий грейфер опускається на вантаж, опускається головка 8 і з'єднується з захватами 7. Розкриття грейфера можна виконати і без опускання грейфера на вантаж. У цьому випадку від запірного пристрою опускається шнур трос або ланцюг, за який потрібно потягнути, щоб захвати 7 відпустили головку 8 і далі можливість щелепам розкритися. У грейферах, які розкриваються на опорній поверхні, здійснюється більш плавне і безударне розкриття щелеп.

• **спеціальні грейфери**, які мають додаткове спеціальне оснащення, найбільш поширені з них:

а **гідроелектрогрейфери**, в яких замикання і розмикання щелеп відбувається гідроциліндрами, а підйом і опускання електрогрейфери гідропідйомним механізмом крана;

б **вібраційні грейфери**, у яких, крім електрогидравлічного приводу замикання щелеп, на кожній щелепі встановлюється електровібратор. Вібратор збільшує наповнення грейфера при роботі з важкими для переробки агрегатними або закам'юнілими вантажами. Більш ефективно використовуються такі грейфери у кранів, які мають гідропривод;

в — **відрибаючі грейфери**, які призначені для перевантаження силісних матеріалів, розсипаних тонким шаром на досить великій території. Ці грейфери мають достатньо широкі щелепи з прихиленими тупоріжучими кромками;

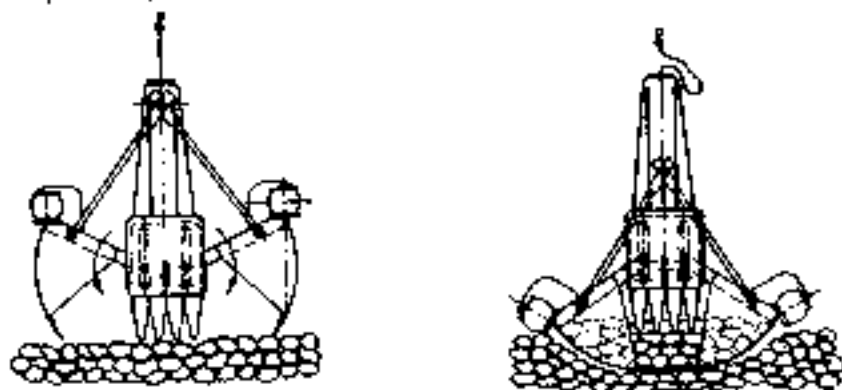


Рис. 6.54. Грейфер з вібраційними щелепами

• **акостропи** — застосовуються для перевантаження універсальних середньотоннажних контейнерів. Вони працюють автоматично,

без втручання стропальників. Автостроп (рис. 6.55) має раму 4, дві каретки 5 з механізмами захвату 2 і спрямовуючі козирки 16. Рама зварена з двох паралельних балок, на які котками опираються каретки 5. Ходовий гвинт 3 при обертанні від електродвигуна 6 з двоступенною передачею 8 (розділююю муфтою граничного моменту 7) зсуває або розсуває каретки. Кожна каретка обладнана двома механізмами захвату, виконаними у вигляді гачкових гребінок 1. Чотири підпружені гачки кожної гребінки вертикально рухомі, зварені з'єднанні ланцюги (три з них призначені для захвату контейнерів масою бруто 3 т, а крайній — для захвату контейнерів масою бруто 5 т). Для повної безпеки виконання робіт кожний так має блокуючий пристрій, який подає у хабітупу машиніста крана сигнал у випадку незадовільного застроплення будь-якого рима контейнера.

Козирки 16 призначені для направлення автостропа на контейнер. Вони зв'язані з висувною штангою 15 і фіксуються двома храповими пристроями 10 і 11, що запобігають зрушенню козирків під дією випадкових ударних зусиль. Управління двигунами захвату і поворотної головки розміщується в кабіні.

Захват контейнера здійснюється в такий послідовності. Перед захватом каретки зсуваються, доки не спрацює муфта граничного моменту. Ко-

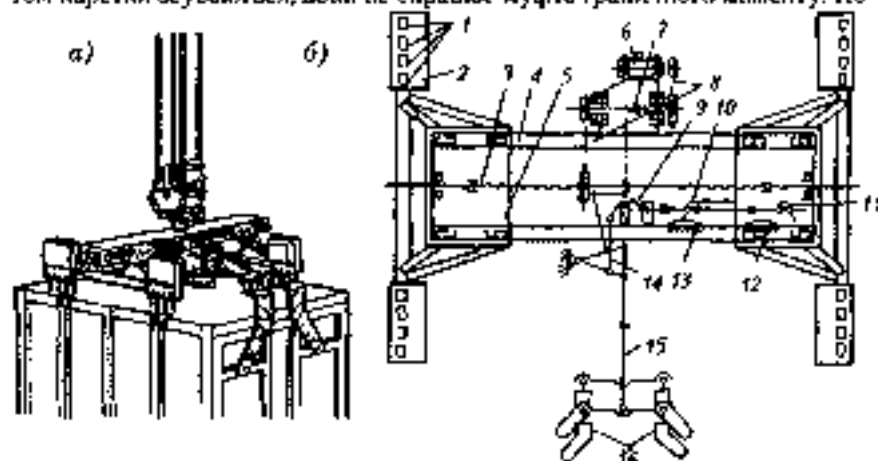


Рис. 6.55. Автостроп: а — загальний вигляд; б — принципова схема; 1 — гачкова гребінка; 2 — механізм захвату; 3 — ходовий гвинт; 4 — рама; 5 — каретка; 6 — електродвигун; 7 — муфта граничного моменту; 8 — двоступенева ланцюгова передача; 9 — верхній звольічний важіль; 10 — лівий храповий механізм; 11 — правий храповий механізм; 12 і 13 — права і ліва зубчаті рейки; 14 — нижній звольічний важіль; 15 — рухома штанга; 16 — спрямовуючі козирки.

анрки притискуються до бокової стінки контейнера. Гачки, упираючись до даху і стиснувши пружини, переміщуються вгору. Привод кареток виникає для розсування, гачки ковзають по даху контейнера, деякі з них під дією пружини і власної ваги опускаються в ринні пазухи і заховують ринні болти. Ці гачки (достатньо по одному з чотирьох від кожної ребринки) і піднімають контейнер. Для відстроєння контейнера каретки викаються на зсування і гачки, звільняючи ринні болти, виходять з па-зух рини.

• **спредери** — застосовуються для перевантаження великотоннажних контейнерів. Автоспредер для перевантаження контейнерів масою брутто 10 і 20 т (рис. 6.56) складається з трьох зварених прямокутних рам 1, 2 і 3. На верхній рамі 1 встановлені рухомі канатні блоки 6 поліпасти 7. Вітки поліпасти розведені, що забезпечує краще сприй-няття опорного моменту від механізму обертання, який розміщений на верхній рамі. Крім того розведені вітки поліпасти сприяють більш швидкому гасінню поздовжніх і поперечних коливань спредера і при-скоренню наведення його на контейнер.

Нижня рама 3 має наріжні захватні елементи у вигляді Т-подібних по-воротних штирів 5, які входять в овалені пази наріжних фітінгів контей-нерів. Для застроєння контейнера Т-подібні штирі повертаються на 90°. Переобачена система блокування і сигналізації для надійного фіксування поворотних штирів у наріжних фітінгах. Привод повороту штирів забез-печується гідроциліндрами. Для полегшення зведення спредера на кон-тейнер застосовуються спрямовуючі лапи 4. Для перевантаження контей-нерів масою брутто 20 і 30 т застосовуються автоспредери подібної конст-

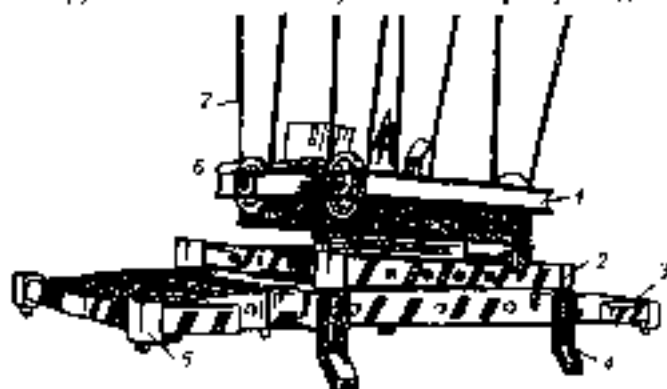


Рис. 6.56. Спредер для великотоннажних контейнерів масою 10 та 20 т:
1 — верхня рама; 2 — середня рама; 3 — нижня рама; 4 — спрямовуюча лапа;
5 — поворотний штир; 6 — рухомий канатний блок; 7 — поліпаст.

рукції з деякими відмінностями. Нижня рама цих спредерів використовується тільки для 30-тонних контейнерів, для роботи з 20-тонними контейнерами вона знімається і використовується проміжна рама.

6.10.2. Автоматизація управління кранами

Управління кранами і окремими їх механізмами буває місцеве і дистанційне.

Місцеве управління кранами здійснюється з кабіни управління, яка кріпиться до конструкції основа крана або його мізка. У більшості поворотних стрілових кранів кабіна розміщується на поворотній платформі крана.

Залежно від способу дії на основні механізми застосовуються такі пристрої управління.

- **важільні**, які механічним способом безпосередньо через систему важелів, тяг і канатів діють на виконавчі органи крана (муфти, гальма), вмикають і вимикають їх;
- **електричні**, які через багатопровідні електричні ланцюжки за допомогою електричного струму, а також із застосуванням телерадіоапаратури, впливають на виконавчі органи крана;
- **гідравлічні**, які впливають на виконавчі органи крана із застосуванням гідравлічних насосів, циліндрів, штовхачів, використовуючи стиснену рідину;
- **пневматичні**, які впливають на виконавчі органи крана із застосуванням компресорів, поршневих і діафрагмових штовхачів, використовуючи стиснене повітря.

Пульт управління механізмами крана розміщується в кабіні машиніста крана. Будова кабіни має забезпечувати необхідний огляд поля дії крана, а розміщення обладнання і пульта управління всередині кабіни має бути раціональним і зручним для машиніста. Від умов роботи його залежить продуктивність і надійність роботи в цілому перевантажувальному комплексі. Крани, які працюють на відкритому повітрі, повинні мати закриті кабіни з опаленням і вентиляцією, а за необхідності — герметичні з приладами кондиціонування повітря. Кабіна повинна мати висоту не менш 1,8 м за роботи на взірі і не менш 1,5 м — за роботи слухачи, площа має бути не меншою 2 м².

Важелі командоконтролерів управління механізмами підйому і пересування візка краще розміщувати в кабіні відповідно в правому і лівому підлокотниках крісла, педаль важеля командоконтролера руху крана — на

підлозі кабіни під правою ногою. Таке розміщення важелів зменшує втомлюваність, а виконання операцій здійснюється більш чітко і безпомилково.

Механізмами крана можна керувати також дистанційно з переносного пульта управління, застосування якого в багатьох випадках підвищує точність і швидкість виконання операцій завдяки тому, що машиніст може перебувати близько біля вантажу. Для роботи переносного пульта використовується багатожильний кабель довжиною 5 м і більше.

На сучасних кранах може застосовуватись телемеханічне частотно-кодове дистанційне управління, яке дозволяє передавати команди по радіо.

У Німеччині застосовується частотно-кодова система телеуправління, побудована на декафонах з використанням розподільчих декадних ламп. В Англії поширена мікрофонна система телеуправління, в якій звичайні апарати телеуправління замінені мікрофоном, прикріпленим до стрічки на голові оператора. Чотири прості слова використовують для подачі закодованих команд на підйом або опускання вантажу, чи переміщення вилки. П'яте слово подає кодований імпульс на зупинку будь-якого з цих рухів. На стрічці крім мікрофона прикріплений аварійний викидач, який приводиться в дію рухом голови. Вільні руки оператора можуть виконувати застроювання і відстроювання вилки.

При значному віддаленні машиніста від крана може застосовуватись система управління механізмами по радіо з використанням рашопередача і радіоприймача, а також промислових телевізійних апаратів.

При виконанні типових операцій, які циклічно повторюються, може запроваджуватись програмне управління механізмами крана, якщо воно не потребує частих і об'ємних коригувань.

6.10.3. Розрахунок продуктивності кранів

Продуктивність кранів як машин циклічної дії визначається за формулами 6.1 і 6.4:

$$P_T = \frac{3600}{T_{\Sigma}} \times P, \text{ т/год.} \quad P_{\Sigma} = P_T \times K_q \times K_B \times T_{\Sigma}; \text{ т/зм.}$$

Тривалість одного циклу козових кранів визначається за формулою:

$$T_{\Sigma} = t_{\Sigma} + 2 \times \varphi \times (t_{\text{в}} + t_{\text{хв}} + t_{\text{с}} + t_{\text{м}}) + t_{\text{к}}; \text{ с.} \quad (6.10)$$

де $t_{\text{в}}$ — час застроювання вантажу, с;

$t_{\text{хв}}$ — час відстроювання вантажу, с;

φ – коефіцієнт сумісності операцій (наприклад, для ковзових кранів $\varphi = 0,8$);

t_n – час підйому вантажу, с;

t_m – час опускання вантажу, розраховується аналогічно з часом підйому:

$$t_m = t_n + \frac{H}{V_{\text{сп}}} + t_{\text{пр}}^{\text{с}}, \quad (6.11)$$

де H – висота підйому вантажу, м;

$V_{\text{сп}}$ – швидкість підйому вантажу, м/с;

$t_{\text{пр}}^{\text{с}}$ – додатковий час для розгону і гальмування вантажу; ($t_{\text{пр}}^{\text{с}} = 1 - 1,5$ с);

$t_{\text{кр}}$ – час переміщення крана:

$$t_{\text{кр}} = \frac{L_{\text{кр}}}{V_{\text{кр}}} + t_{\text{пр}}^{\text{к}}, \quad (6.12)$$

де $L_{\text{кр}}$ – середня відстань пересування крана, м;

$V_{\text{кр}}$ – швидкість пересування крана, м/с;

$t_{\text{пр}}^{\text{к}}$ – додатковий час для розгону і гальмування крана, с, ($t_{\text{пр}}^{\text{к}} = 1 - 2$ с);

t_a – час переміщення талі чи візка крана:

$$t_a = \frac{L_a}{V_a} + t_{\text{пр}}^{\text{а}}, \quad (6.13)$$

де L_a – середня відстань пересування вантажного візка крана, м;

V_a – швидкість пересування вантажного візка крана, м/с;

$t_{\text{пр}}^{\text{а}}$ – додатковий час для розгону і гальмування вантажного візка, с, ($t_{\text{пр}}^{\text{а}} = 1 - 1,5$ с).

При визначенні T_k стрілових кранів t_a заміняється на $t_{\text{пов}}$ – час повороту стріли крана, який розраховується за формулою:

$$t_{\text{пов}} = \frac{\alpha}{360 \cdot n} + t_{\text{пр}}^{\text{п}}, \quad (6.14)$$

де α – кут повороту стріли крана, град;

n – швидкість обертання стріли, об/с;

$t_{\text{пр}}^{\text{п}}$ – додатковий час для розгону і гальмування стріли ($t_{\text{пр}}^{\text{п}} = 1 - 1,5$ с).

Маса вантажу, яка переміщується кранами за один цикл, при роботі з лавом і стрілами обмежується вантажопідйомністю крана, а стріловими кранами – крім того, висотою стріли.

Найбільша маса сипкого чи кускового вантажу, яка може перевантажуватись грейфером або ковцем за один цикл, визначається за формулою:

$$P = E \cdot \chi \times \varphi, \quad \text{т.} \quad (6.15)$$

- де C_1 — ємність грейфера, ковша, чи іншого захватного органу при перевантаженні масових сипучих і кускових вантажів, м³;
 γ — щільність, або питомі ваги вантажу, т/м³;
 ψ — коефіцієнт зливання грейфера, ковша чи іншого захватного органу

6.11. Конвеєри

6.11.1. Призначення і класифікація конвеєрів

Конвеєри — це транспортні засоби і машини безперервної дії, які переміщують силки і кускові вантажі безперервним потоком або пітучі вантажі з певним інтервалом без зупинки в горизонтальному чи близькому до нього напрямку.

За характером тягових органів конвеєри поділяються на групи:

- механічні з гнучким тяговим органом:
 - а — стрічкові;
 - б — ланцюгові (пластинчасті, скребкові, відвісні);
- механічні без гнучкого тягового органу:
 - а — гвинтові (шнекові);
 - б — інерційні;
 - в — вібраційні;
- самопливні нахилені:
 - а — гравітаційні;
 - б — гвинтові спуски;
 - в — роликкові спуски.

Конвеєри поділяються також на стаціонарні і пересувні.

Конвеєри можуть застосовуватись на вантажно-розвантажувальних роботах як самостійні машини, так і в складі навантажувачів і розвантажувачів безперервної дії і комбінованого типу.

6.11.2. Стрічкові конвеєри

Стрічкові конвеєри — це конвеєри з гнучким тяговим органом — стрічкою, яка одночасно є також вантажонесучим органом. Їх використовують для горизонтального і під кутом нахиленого переміщення сипких, кускових, тарних і штучних вантажів на значні відстані, а також для вантаження вагонів, автомобілів та іншого рухомого складу.

Стрічковий конвеєр (рис. 6.57) складається з таких основних частин:

- приводного барабана з приводом (приводна станція);

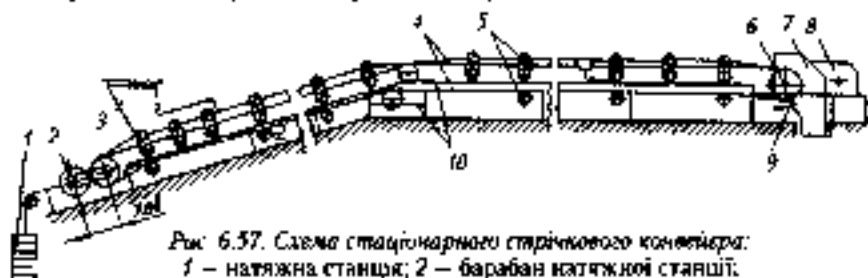


Рис. 6.57. Схема стаціонарного стрічкового конвеєра:

1 – натяжна станція; 2 – барабан натяжної стягшії;

3 – запобіжувальний пристрій; 4 – стрічка; 5 – роликові опори;

6 – приводний барабан; 7 – розвантажувальний пристрій;

8 – привідна станція; 9 – очисний пристрій; 10 – рама.

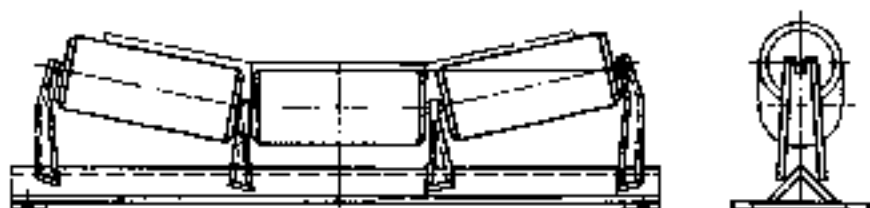


Рис. 6.58. Роликові опори жолобчасті для стрічок ширинною 1200–1400 мм

- натяжного барабана з натяжним пристроєм (натяжна станція);
- жорсткі рами, на кінцях якої вмонтовані барабани;
- гнучкої нескінченної стрічки, яка огинає приводний і натяжний барабани;
- роликових опор, які влаштовані між барабанами на рамі для спрямування і підтримування стрічки.

Роликові опори бувають рамі і жолобчасті (рис. 6.58).

У пункті подачі вантажу влаштовується завантажувальний пристрій, а у пункті прийому вантажу – розвантажувальний пристрій з очисним механізмом.

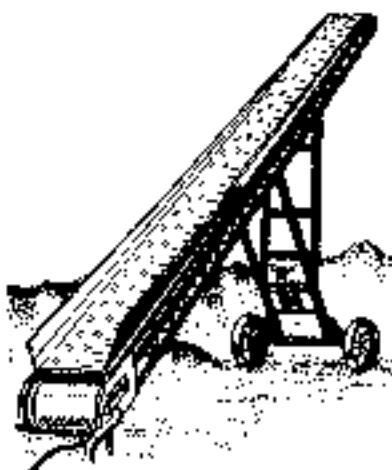


Рис. 6.59. Конвеєр стрічковий перешийний

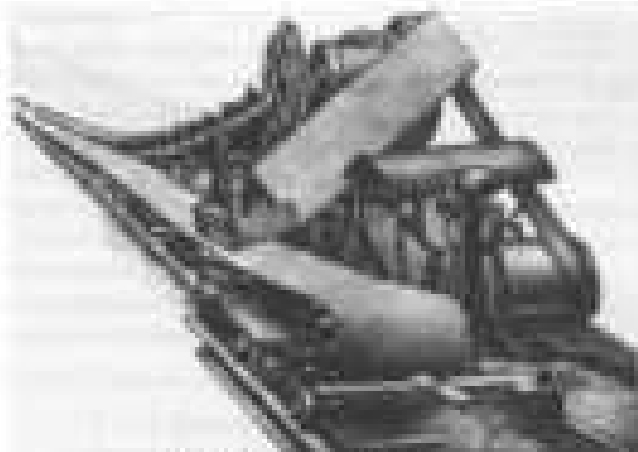


Рис. 6.16. Екструдер пластмас

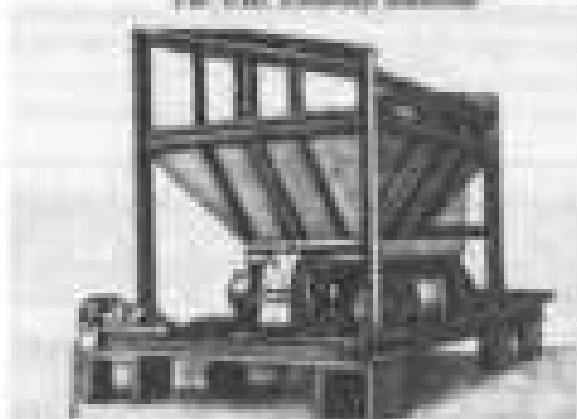


Рис. 6.17. Гранулювальний пристрій для пластмасових гранулятів

6.11.3. Календери і гнатопресові тисові органи

Листопресні календери бувають пластмасові, скляні і цукрові.

Пластмасові календери служать для перетворення листових литих пластмас, розігрітих в розливних вузлах, екструдуваних пластмасових шнурів, а також матеріалів, нагрітих до високої температури.

Цукрові преси у таких календерах служать пластмасі або листу з целюлози, які обробляють в тисових органах – дилерах.

Пластмасовий календер складається з таких основних частин:

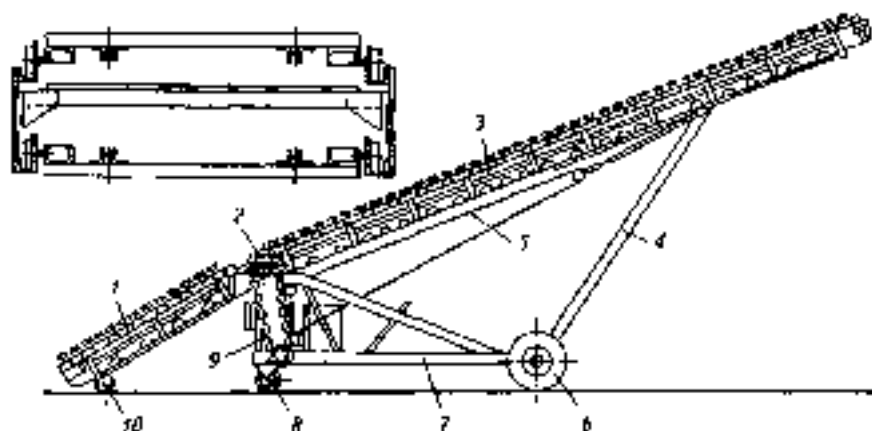


Рис. 6.62 Конвеєр пластичний передовий:

- 1 – нижня рама конвеєра; 2 – привідна зірочка; 3 – верхня рама конвеєра;
4 – укосина; 5 – канат; 6 – опорні колеса; 7 – рама ходливої частини;
9 – ланцюг; 10 – опорний ролик.

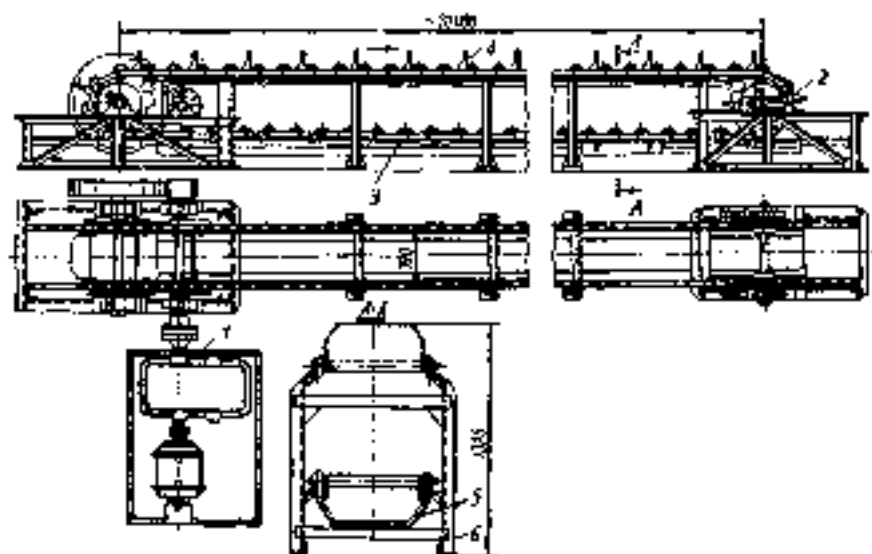


Рис. 6.63. Скріпковий конвеєр:

- 1 – привідна станція; 2 – напругна станція; 3 – тільові ланцюжки;
4 – скрібок; 5 – жолоб; 6 – станина конвеєра.

- жорсткої рами;
- двох приводних вірочок, жорстко закріплених на одній осі;
- двох натяжних вірочок, також жорстко закріплених на одній осі;
- двох замкнених ланцюгів (втулкових, втулково-роликів або роздільних), до яких прикріплені несучі елементи (пластини чи лотки);
- роликів сталі на початку і в кінці конвеєра.

Скребокні конвеєри в принципі подібні до пластинчастих, але в них вантаж переміщується в нерухомому жолобі за допомогою металевих скребоків, прикріплених до тягового ланцюга (рис. 6.63).

Підвісні ланцюгові конвеєри застосовуються на складах багатоярусного зберігання вантажів промислових підприємств.

6.11.4. Гвинтові та інерційні конвеєри

Гвинтові конвеєри (рис. 6.64) застосовуються для переміщення в горизонтальному або промії нахиленому напрямку сухих матеріалів: цементу, вапна, мінеральних пісків та інших матеріалів за допомогою гвинта (шнека), який обертаючись переміщує вантаж у закритому жолобі (колекторі).

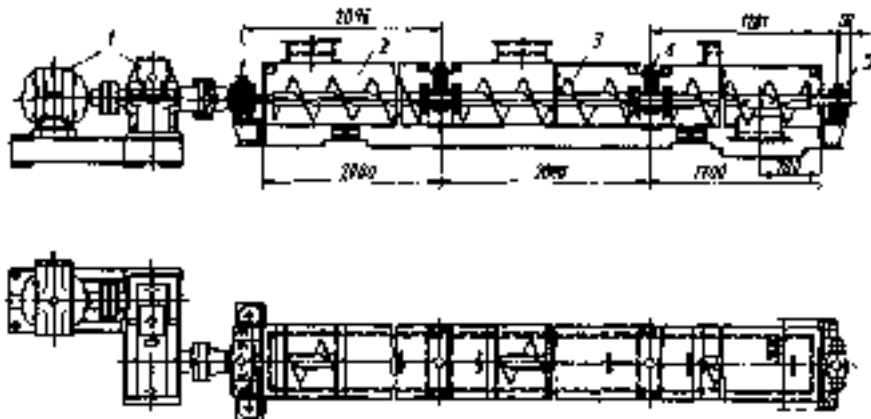


Рис. 6.64. Гвинтовий конвеєр.

1 — привідна станція; 2 — колектор; 3 — гвинт;
4 — підвешний підшипник; 5 — кінцевий підшипник.

Інерційні, штовхальні і вібраційні конвеєри застосовуються для переміщення вантажів з передачею від однієї технологічної лінії до іншої. В них за рушійну силу використовується сила інерції при штовханні, колисальних рухах і вібрації (рис. 6.65).

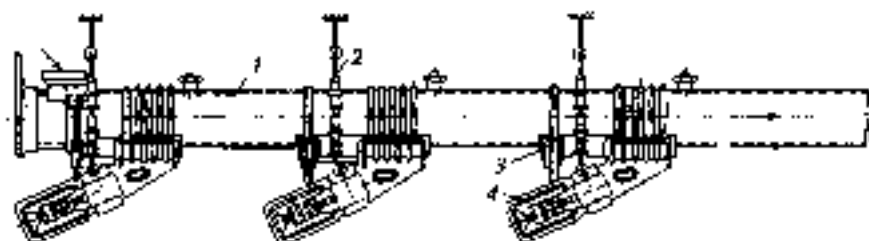


Рис. 6.65. Вібраційний конвеєр

1 — металева труба; 2 — підвіси труби; 3 — підвіси вібраторів; 4 — вібратори.

6.11.5. Розрахунок продуктивності конвеєрів

Продуктивність стрічкових конвеєрів залежить передусім від ширини стрічки і швидкості її руху.

Технічна продуктивність конвеєрів при переміщенні шотунних вантажів визначається за формулою 6.2:

$$P_T = 3600 \times \frac{q}{a} \times V; \text{ т/год.}$$

Технічна продуктивність для силкових і кускових вантажів визначається за формулою залежно від типу конвеєра:

- для стрічкових конвеєрів з рівною поверхнею стрічки:

$$P_T = 900 \text{ т} (0,9B - 0,05)^2 \times V \times \gamma \times \rho; \text{ т/год.} \quad (6.16)$$

де B — ширина стрічки, м;

$(0,9B - 0,05)$ — ширина поверхні стрічки, яка переміщує вантаж, з урахуванням впливу поля біля бортів стрічки, щоб уникнути розсипання вантажу, м;

V — швидкість руху конвеєрної стрічки, м/с;

γ — щільність вантажу, т/м³;

ρ — кут укосу вільно сформованого вантажу на стрічці під час руху (він складає 0,4–0,6 кута укосу цього ж вантажу в спокійному стані);

- для стрічкових конвеєрів із жолобчастою стрічкою:

$$P_T = K_{\text{ж}} \times (0,9B - 0,05)^2 \times V \times \gamma; \text{ т/год.} \quad (6.17)$$

де $K_{\text{ж}}$ — коефіцієнт, що залежить від форми перерізу вантажу на полотні стрічки конвеєра (залежно від нахилу він буде складати від 470 до 655);

- для скребкових конвейерів:

$$P_T = 3600 \times B \times h \times V \times \gamma \times \psi; \text{ т/год.} \quad (6.18)$$

де B – ширина жолоба, м;

h – висота скребка, м;

ψ – коефіцієнт заповнення жолоба (0,5).

- для гвинтових конвейерів:

$$P_T = 60 \times \frac{\pi D'}{4} \times S \times n \times \gamma \times \psi; \text{ т/год.} \quad (6.19)$$

де D – діаметр шнека, м;

S – крок гвинта, м;

n – швидкість обертання шнека, об/хв.

ψ – коефіцієнт наповнення жолоба (0,4).

6.12. Елеватори

6.12.1. Призначення і класифікація елеваторів

Елеватори – це машини безперервної дії, які застосовуються для вертикального або близького до вертикального переміщення сипких, кускових і штучних вантажів. Нахилені елеватори трапляються рідко.

За характером тягового органу елеватори поділяються на стрічкові і ланцюгові, а за характером захватного пристрою вони бувають:

- **ковшові (лорії)** – для переміщення сипких і кускових вантажів (піску, зерна, мінеральних та інших);
- **з жорсткими ланковими захватами** – для перевантаження циліндричних вантажів, сортового круглого металу, лісоматеріалів тощо;
- **з валцями чи колесами** – для піднімання тарю-штучних вантажів (у мішках, пакетах тощо).

Відстань між горизонтальними осями захватних органів називають кроком елеватора.

6.12.2. Будова і принцип дії ковшових елеваторів

Принципово ковшовий елеватор (рис. 6.66) складається з таких основних частин: приводного барабана або зірочок, привода (двигуна і редуктора з пультом управління), натяжного барабана або зірочок, натяжного

пристрою, тягового органу із захватними пристроями — ковшами, навантажувального і розвантажувального пристроїв.

Тяговізки органами ковшових елеваторів є стрічка або ланцюги. Стрічкові ковшові елеватори бувають двох модифікацій:

- з **глибокими ковшами** — для сухих легкосипких матеріалів;
- з **м'якими ковшами** — для вологих і погано сипких пилотодібних, зернистих і дрібнокускових вантажів.

Залежно від швидкості руху ковша, елеватори бувають швидко-рухомі з відцентровим розвантаженням і повільно-рухомі із самопливним вільним або спрямованим розвантаженням.

У швидко-рухомих елеваторах, коли кіш з вантажем підходить до барабана і починає повертатися, на вантаж, крім сили тяжіння, діє відцентрова сила. Гравітаційно-відцентрове розвантаження можливе, звичайно, за великої швидкості.

У повільно-рухомих елеваторах для попадання вантажу на відповідний лоток встановлюють відокремлюючі зірочки зі змінною напрямку руху тягових ланцюгів. Ковші влаштовують калемню замкненими, щоб борт переднього ковша був направляючим лотком для вантажу, який висипається з наступного. Іноді встановлюють елеватор під певним невеликим нахилом.

Для забезпечення нормального розвантаження ковша, їм надають відповідну форму залежно від роду вантажу і швидкості руху ковша.

Ковші характеризуються формою, розмірами і лінійною ємністю (відношенням ємності ковша до кроку).

Стандартні вертикальні ковшові елеватори загального призначення виробляють з чотирма типами ковшів, приєднаними на рис. 6.67

Закруглені глибокі ковші (рис. 6.67, а) застосовують для транспортування сухих сипких вантажів, які легко висипаються (зерно, дрібне вугілля, пісок тощо). Глибокі ковші виготовляють шириною від 140 до 1000 мм, ємністю від 0,33 до 57,3 л, лінійною ємністю від 1,6 до 84,0 л/м, з кроком ковшів на тяговому органі від 200 до 800 мм.

Закруглені м'які ковші з крутим надрізом передньої кромки (рис. 6.67, б) застосовують для переміщення вологих і погано сипких вантажів (цемент, вологий пісок тощо). М'які ковші мають ширину від 100 до 400 мм, ємність від 0,18 до 7,90 л, лінійну ємність від 0,9 до 15,8 л/м, крок ковшів 200–400 мм.

Гострокутні ковші (рис. 6.67, в) і **закруглені трапецієподібні ковші** (рис. 6.67, г) з направляючими лотками застосовують на елеваторах із замкненим розміщенням ковшів для переміщення важких кускових і абразивних вантажів (щебінь, гравій, крупне вугілля тощо). Гострокутні ковші мають ширину від 160 до 500 мм, ємність від 1,2 до 27,0 л, лінійну ємність

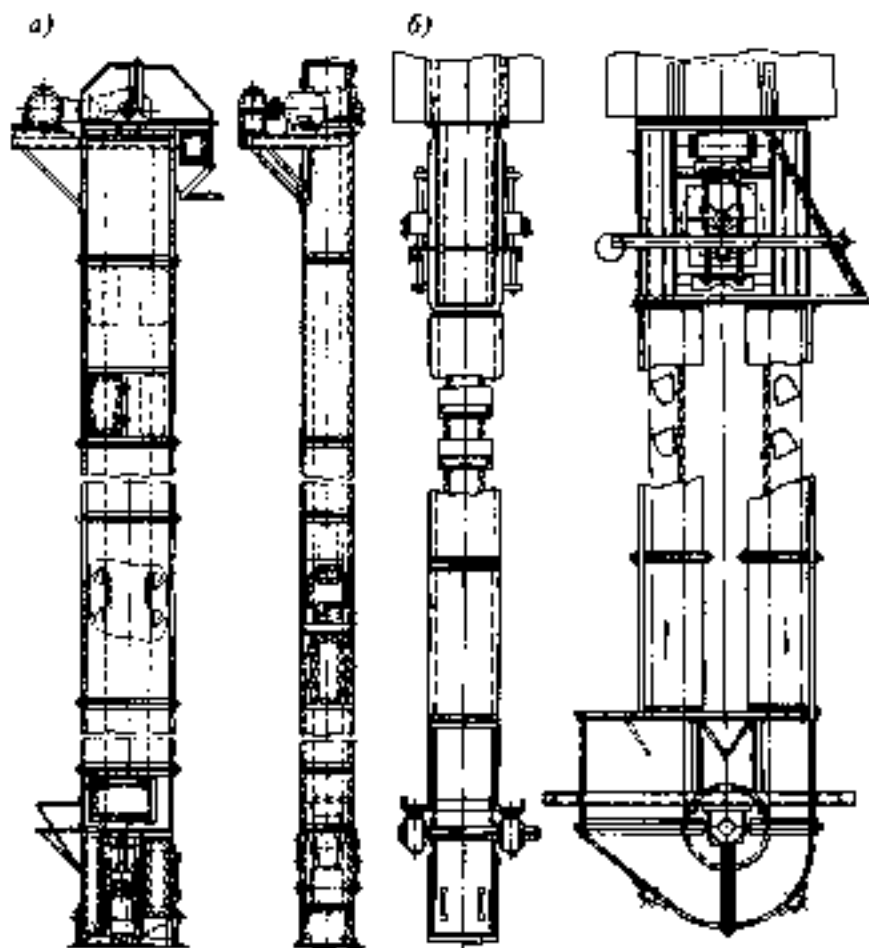


Рис. 6.66. Елеватор ковшовий:
а — стрічковий; б — дволанцюговий

від 7,5 до 68,0 л/м, хрок ковшів 160–400 мм. Трапецієподібні ковші широбляють шириною від 320 до 1000 мм, ємності від 7,6 до 172 л, лінійною ємністю від 30 до 275 л/м, з хроком ковшів 250–630 мм.

Для ковшових стрічкових елеваторів використовують як тяговий орган гумові стрічки з тканин такого ж типу, які застосовують у стрічкових конвеєрах. Число прокладок у стрічці при кріпленні ковшів за допомогою елеваторних болтів приймається не менше чотирьох.

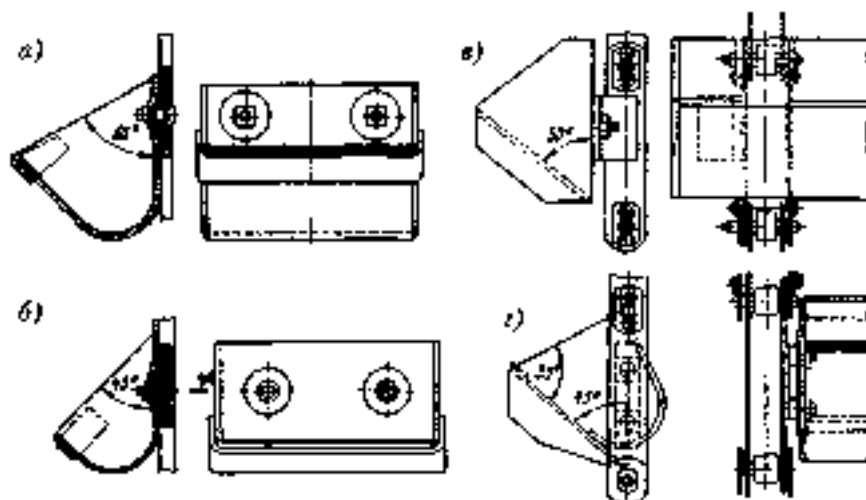


Рис. 6.67. Схеми кріплення ковша:

а — закруглений слабкий; б — закруглений міцний;
в — гострокінцевий; г — закруглений трапецієподібний

Ковші виробляють сталевими зварної конструкції товщиною стінок від 2 до 6 мм.

Металеві ковші кріпляться до стрічки за допомогою заглиблених (утолщених) болтів, або спеціального хомута (П-подібної скоби), або гумових бутелів, крізь які проходять осі з привареними до ковшів істаканками.

У ланцюгових елеваторів тяговим органом є пластинчасті ланцюги. За ширини ковшів до 250 мм застосовують один ланцюг з кріпленням ковшів спеціальними болтами посередині внутрішньої стінки, а за більшої ширини застосовують два ланцюги з кріпленням до задньої стінки (рис. 6.67, в) або до бокових стінок ковшів (рис. 6.67, г).

Для запобігання падіння тягового органа (ланцюгів і ковшів) застосовуються спеціальні вловлювачі, а на стрічкових елеваторах бокові стінки ковшів з'єднуються між собою сталевими канатами, які йдуть без натягування вздовж стрічки і утримують ковші від падіння у випадку обривання стрічки. Ковшові елеватори розміщують у металевому кожусі або трубі для запобігання розпилювання вантажу і забруднення навколишнього середовища. Крім того, це покращує роботу елеватора і збільшує його продуктивність.

6.12.3. Елеватори для штучних вантажів, їх різновиди, застосування

Елеватори для штучних вантажів за своєю конструкцією подібні до ковшових. Різниця полягає в тому, що замість ковшів до ланцюгів прикріплюються інші захвати, що відповідають роду і формі вантажів.

Для циліндричних вантажів (рулонів, бочок тощо) застосовуються гачки, для ящиків, мішків та інших тарних вантажів — полиці або кошики.

Елеватори мають самозахватні і самоскидаючі пристрої і гальма.

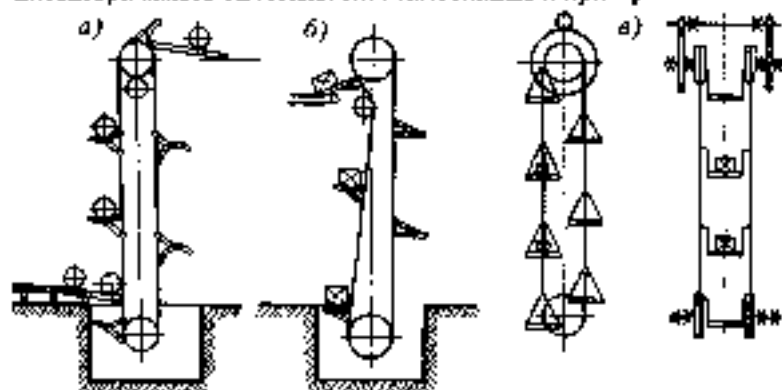


Рис. 6.68. Елеватори для штучних вантажів:
а — з гачками; б — з полицями; в — з кошиками.

Кошикові елеватори застосовують в багатоповірхових складах. Вони мають шарнірно-рухомі кошики для вантажу. Шарніри, які з'єднують кошику з ланцюгами, розміщені вніз і центри ваги, що забезпечує

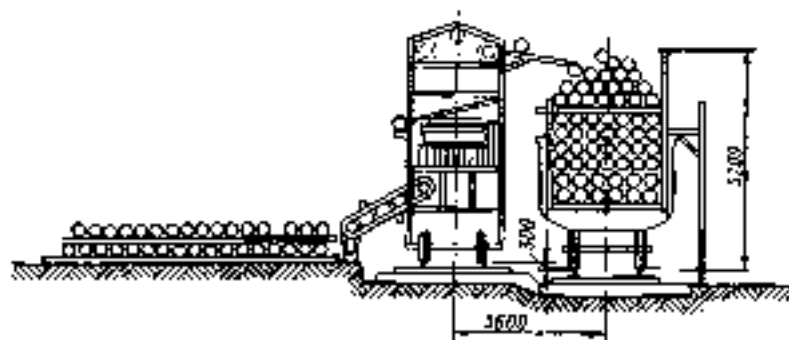


Рис. 6.69. Елеватор ЕХД-3 на заводському наконі з циліндричними вантажами

вертикальне положення коліски при переміщенні вантажу і можливість відхилення її при розвантаженні. У коліски вантаж потрапляє з конвейєра або нахильного лотка, а при відхищенні коліски від вертикального положення вантаж під дією сили ваги розвантажується.

Елеватори з жорсткими гачковими захватами (рис. 6.69), які називають елеваторами-штабелерами, застосовують для завантаження в рухомий склад бочок, круглих лісоматеріалів, пакетів круглого сортового металу, а також для укладання їх у штабелі на великій висоті.

6.12.4. Розрахунок продуктивності елеваторів

Технічна продуктивність конієвих елеваторів визначається за формулою:

$$H_T = 3,6 \times \frac{V}{a} \times E_z \times \gamma \times \psi; \text{ т/год.} \quad (6.20)$$

де E_z — ємність коша в літрах;

a — відстань між кошами — крок елеватора, м;

V — швидкість тяглого елемента, м/с; в швидкохідних елеваторах 1–2 м/с, в тихохідних елеваторах 0,3–0,6 м/с;

γ — щільність вантажу, т/м³;

ψ — коефіцієнт наповнення коша (залежно від роду вантажу він дорівнює: для порошкоподібних вантажів 0,8–1,0, для зерношук 0,75–0,9, для кускових вантажів середніх розмірів 0,6–0,7, для важких великокускових вантажів 0,5–0,6).

Технічна продуктивність елеваторів для штучних вантажів визначається за формулою 6.2:

$$H_T = 3600 \times \frac{V}{a} \times q; \text{ т/год.}$$

де V — швидкість руху несучого елемента машини, м/с;

a — відстань між захватними органами, м;

q — маса вантажного місця, т.

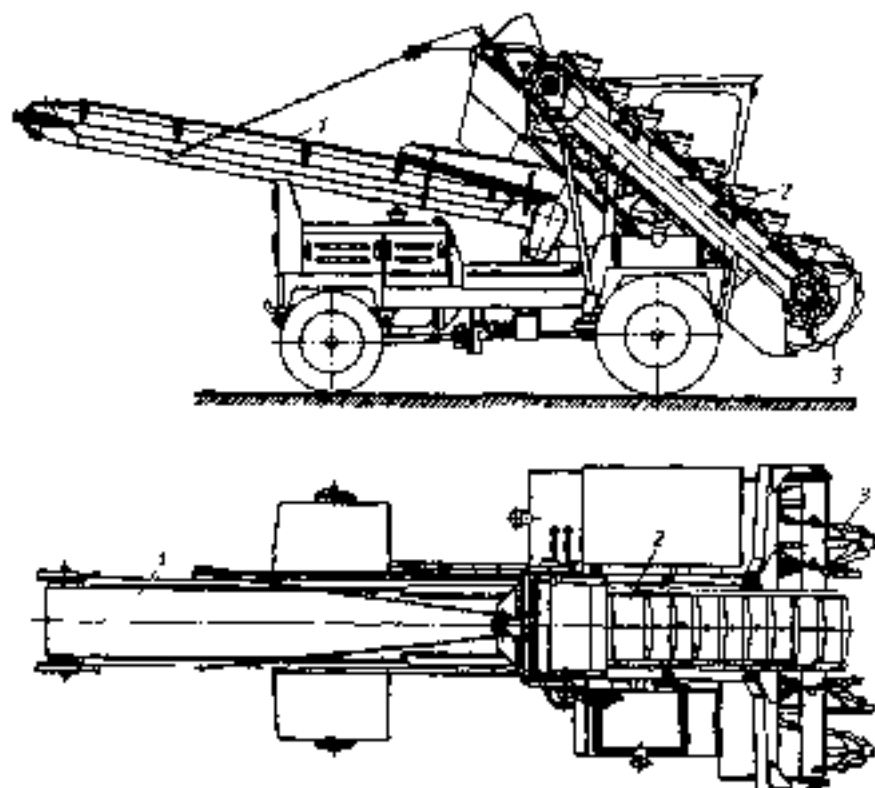


Рис. 6.71. Мобільна конвеєрна елеваторно-копальна машина з ланцюговим живильником

1 — підйомно-поворотний стрічковий конвеєр;
2 — ланцюговий ковшований елеватор; 3 — шнековий живильник.

- ходової частини;
- силових механізмів з передчашем.

Найширше застосовуються багатоковшові навантажувачі з підтримувачими лапами (рис. 6.70), шнековими (рис. 6.71), роторно-ковшовими (рис. 6.72), скребковими та іншими живильниками.

Принцип роботи навантажувачів безперервної дії можна розглянути на рис. 6.71 і 6.72. Живильником 3 вантаж за штабеля подається на ланцюговий ковшований елеватор 2 (рис. 6.71) або прийомний стрічковий конвеєр 2 (рис. 6.72) з якого подається на підйомно-поворотний навантажувальний конвеєр 1, який завантажує автомобіль або піший рухомий склад. Найпоширеніші живильники приведені на рис. 6.73.

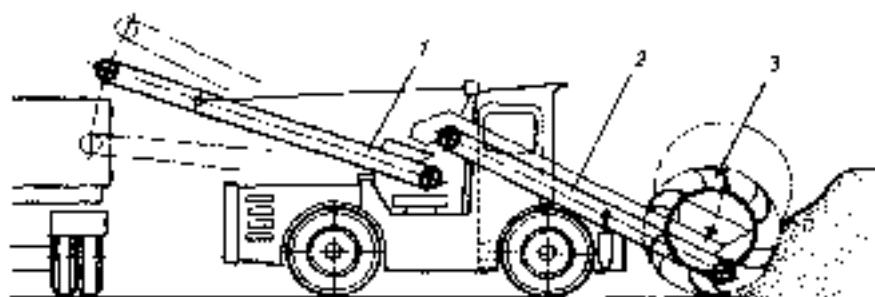


Рис. 6.72. Розвантажувальна машина з роторно-ковшовим живильником:
1 — навантажувальний конвеєр; 2 — привідно-стричковий конвеєр;
3 — роторно-ковшове колесо.

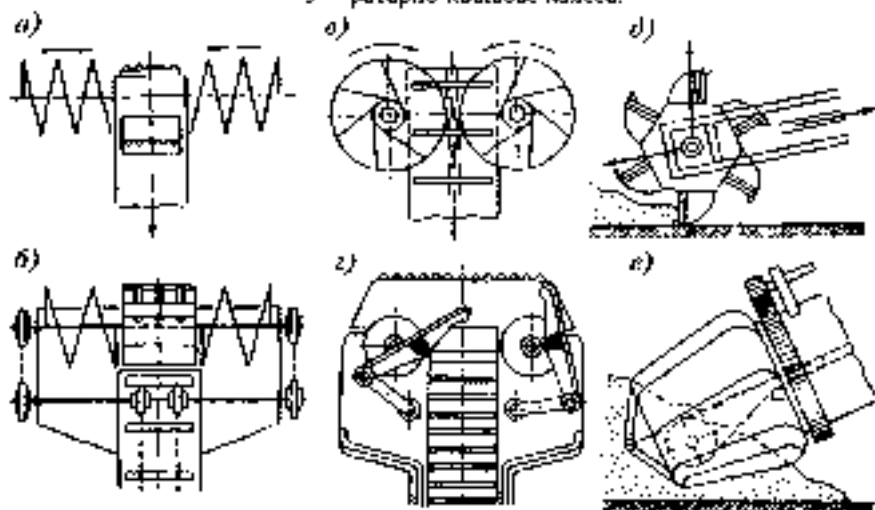


Рис. 6.73. Схеми живильних пристроїв розвантажувальних безперервної дії:
а, б — гвинтові живильники; в — підвіблюючі диски; г — підвіблюючі лапи;
д — роторно-ковшове колесо; е — кутова головка

6.13.2. Механічні розвантажувальні машини безперервної дії

Розвантажувачі безперервної дії використовуються для вивантаження сипких і дрібно-кускових вантажів з вагонів.

Для вивантаження з кригних вагонів калійної солі, суперфосфату і багатьох порошкоподібних вантажів, які перевозяться без тари, широко використовується самохідна машина МВС-4М (рис. 6.74 і 6.75), змонтована

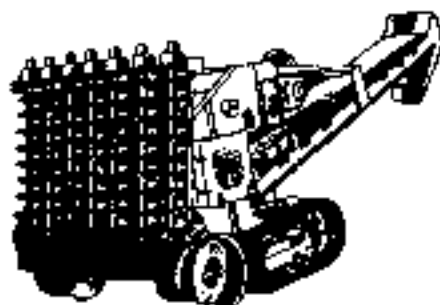


Рис. 6.74. Загальний вигляд розвантажувально-навантажувальної машини MBC-4M з вертикальним шпиром обвалювачем

на гусеничному візку, який пр-ремщується вперед і назад зі швидкістю 5 м/хв.

Машина складається з вертикального багатощелепового обвалювача, який призначений для розпушування вантажу, захватного ковшового елеватора, нижнього підрибляючого гвинтового живильника-шнека і відвалювального поворотного стрічкового конвейера ширинною стрічки 0,5 м.

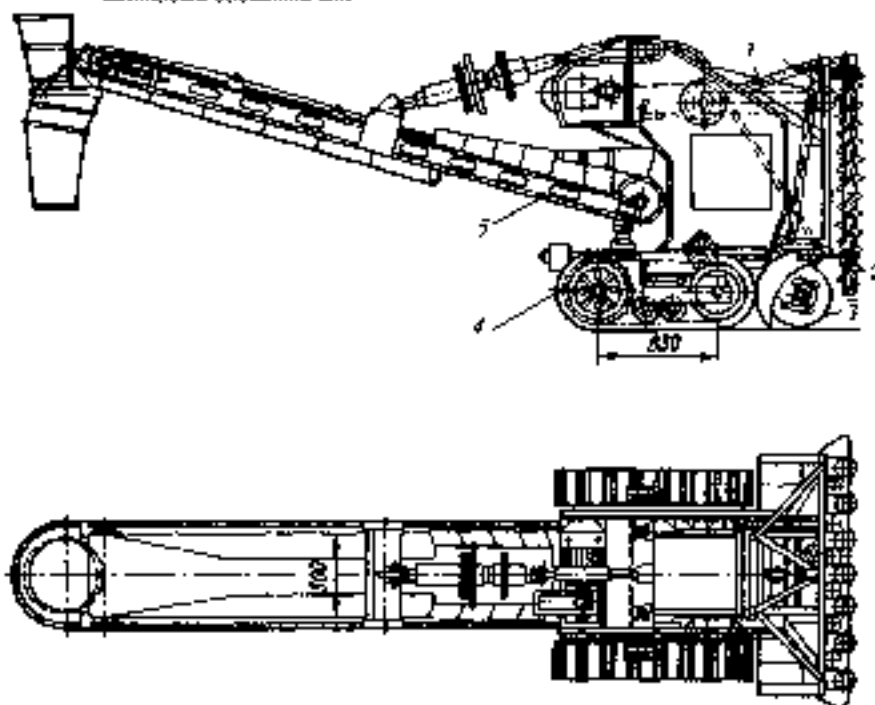


Рис. 6.75. Розвантажувальна машина MBC-4M у двох проекціях:
1 — захватний ковшовий елеватор; 2 — багатощелеповий обвалювач;
3 — підрибляючий гвинтовий живильник; 4 — гусеничний візок;
5 — відвалювальний стрічковий конвейер.

При розвантаженні вантажу з критого вагона машина заходить до нього через дверний отвір, а потім розвертається і від середини переміщується до торцевих стін вагона, розпушуючи вантаж шнековим обвалювачем. Гвинтовий шнек-живильник підгрибає вантаж до приймально-го пристрою балатоковшового елеватора. Елеватор піднімає вантаж і передає його на стрічковий конвеєр для подальшого переміщення до приймальних пристроїв або до штабелю.

Машина компактна і маневрена, але досить складна: має шість ланцюгових приводів зі значною кількістю конструкційних вузлів і активних деталей, які працюють у важких умовах. Маса машини — 3,3 т.

Обслуговують машину 2–3 механізатори. Технічна продуктивність машини сягає до 60 м³/год, експлуатаційна годинна — до 30 м³/год. Суттєвий недолік машини полягає в тому, що частина вантажу залишається у вагоні, який потрібно окремим спеціальним механізмом підгрибати до забірного пристрою або після роботи очищати вагон від залишків вантажу.

Для розвантаження із залізничних нагнізавгонів і платформ вугілля, трапля, піску використовується ковшово-елеваторний розвантажувач ТР-2 або С-492. Він являє собою портал 1 (рис. 6.76), який переміщується вздовж вагонів зі швидкістю 3 м/хв на спеціально укладених рейках шириною колії 3 м, перекриваючи залізничну колію з вагонами, що розвантажуються. В середині порталу розміщена рама 4 з двома синхронно працюючими ланцюговими ковшовими елеваторами 2, які мають 2 приводи. Елеватор піднімається і опускається відносно рами. На порталі вмонтований реверсивний приймальний стрічковий конвеєр 3 і відвальний стрічковий конвеєр 5.

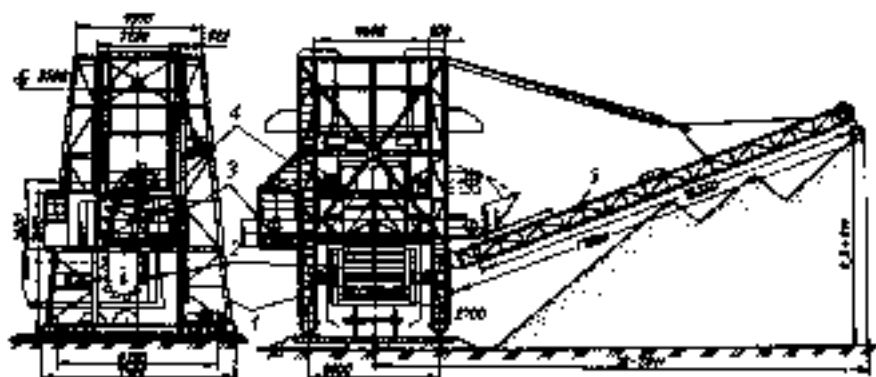


Рис. 6.76. Розвантажувальний ковшово-елеваторний машина ТР-2 (С-492): 1 — портал; 2 — ковшовий ланцюговий елеватор; 3 — приймальний стрічковий конвеєр; 4 — рама; 5 — відвальний стрічковий конвеєр.

Ковшові елеватори опускаються на поверхню вантажу біля торцевої стінки напіввагона і заглиблюються в нього так, щоб ковші не доходили до підлоги вагона на 50–60 мм. Потім машина працюючи пересувається вздовж напіввагона і вибирає матеріал з його кузова.

Розвантажувач обладнаний автоматичними обмежувачами механізмів підйому і опускання елеватора. У кузові напіввагона залишається невантаженим до 5–6% вантажу, для повного розвантаження необхідне ручне або механізоване очищення.

Технічна продуктивність розвантажувача — 450 т/год, експлуатаційна годинна — 300 т/год. (в зимовий час — до 150 т/год). Маса машини — 34,5 т. Обслуговує розвантажувач один працівник.

6.14. Пневматичні вантажно-розвантажувальні установки

Принцип дії пневматичних вантажно-розвантажувальних машин полягає в тому, що вантаж переміщується з потоком повітря, яке усмоктується або нагнітається і рухається в закритих трубах або шлангах.

За принципом дії вони поділяються на:

- **усмоктувального типу;**
- **нагнітального типу;**
- **комбінованого типу.**

В системі трубопроводів машини усмоктувального типу (рис. 6.77) здійснюється розрідження повітря, сопло живильника 1 опускається на вантаж, частинки якого втягуються в трубопровід і переміщуються в ньому, а в кінці трубопроводу в осаджувальній камері 2 втрачають кінетичну енергію і осідають, повітря ж через фільтри виходить в атмосферу. Ці установки найбільш ефективно використовуються при переміщенні вантажу на невеликі відстані.

У машинах нагнітального типу (рис. 6.78) вантаж через лійку 1 самопливом або механічно за допомогою шнекового пристрою 2 потрапляє у змішувальну камеру 3, куди під тиском нагнітається повітря, яке підхватює і спрямовує вантаж у трубопровід, в кінці якого в осаджувальній камері вантаж складається. Ці машини найбільш ефективно працюють при переміщенні вантажів на великі відстані.

В машинах комбінованого типу (рис. 6.79) поєднані дві системи: усмоктувальної і нагнітальної дії. З осаджувальної камери усмоктувальної системи вантаж потрапляє через проміжний прийомний бункер 6 у нагнітальну систему. Усмоктувальна система в даній машині використовується для власного навантаження, а нагнітальна система — для транспортування у склад.

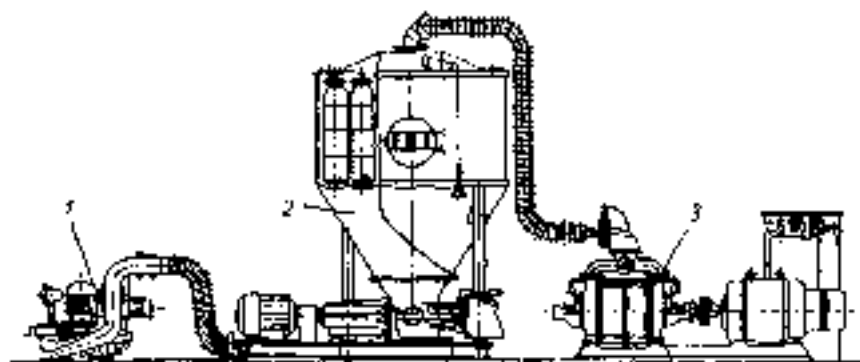


Рис. 6.77. Пневматичний розвантажувач С-559 уг.маштапильного типу:
1 – живильний пристрій; 2 – посадкувальна камера; 3 – вакуумний насос.

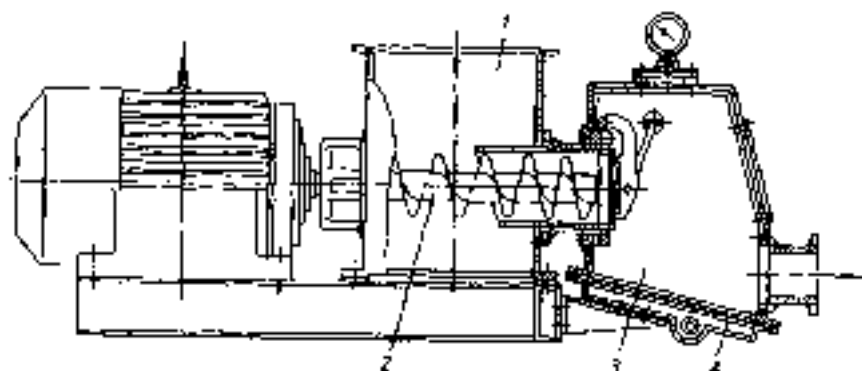


Рис. 6.78. Гвинтовий пневматичний насос С-449
з асорокамерою у розвантажувачі напітального типу.
1 – лінійка; 2 – шнек; 3 – змішувальна камера; 4 – пориста перегородка.

На залізничному транспорті найбільш поширені пневморозвантажувачі усмоктувального і комбінованого типу для звантаження з вагонів зерна, мукни, цементу та інших порошкових і пілоподібних вантажів, що переходять без тари в критих вагонах, цистернах, хопперах. Пневморозвантажувачі не допускають розкидання вантажу і забезпечують нормальні умови праці.

Іноді при переміщенні деяких пілоподібних, зернових або гранульованих вантажів використовують відцентрові вентилятори, які допускають проходження через них суміші повітря з частинками вантажу. У цьому випадку вся система установки значно спрощується і складається з усмоктувальних труб, які з'єднуються біля вентилятора в одну трубу, і

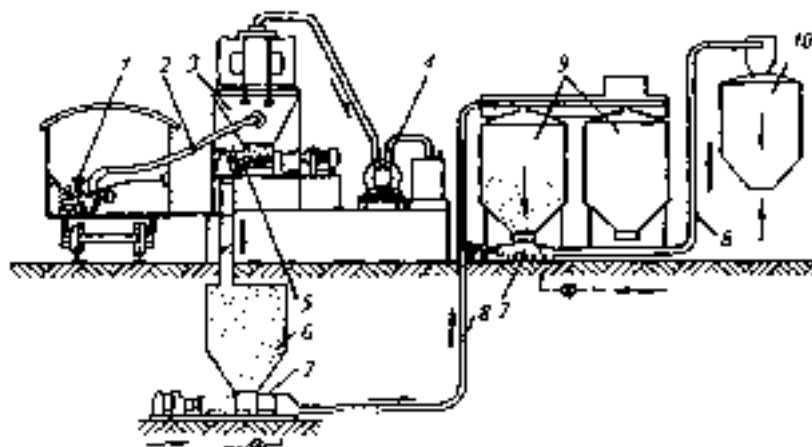


Рис. 6.79. Схема розвантажувача цементу з крилого валу розвантажувачем ковпачкового типу:

1 - захватний пристрій; 2 - шланг; 3 - осаджувальна камера; 4 - вакуумний напіс; 5 - забірний піпек; 6 - пневматичний бункер; 7 - пневматичний гнотосифний насос; 8 - цементний пробір; 9 - сніжок; 10 - бункер.

нагнітаючої труби, яка виходить з вентилятора і розгалужується в різних напрямках.

Для кращого перемішування повітря з частинками вантажу при розвантаженні рухомого складу і переміщенні вантажу в склад використовують

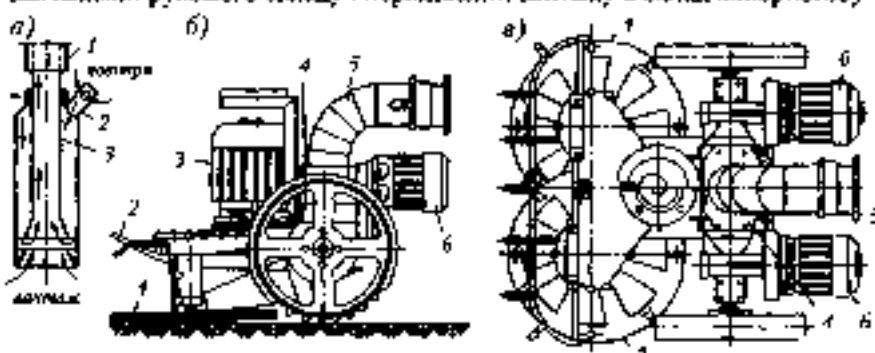


Рис. 6.80. Пневматичні заборні пристрої.

а - сопло: 1 - робочий трубопровід; 2 - регулятор; 3 - заборна камера;
б, в - дисковий устатковувальний живильник (б - вигляд збоку,
в - вигляд зверху): 1 - підрибачні диски; 2 - зубчастий обвалювач;
3 - електродивігун підрибачних дисків; 4 - сопло; 5 - оборотний патрубок;
6 - електродивігун приводних коліс.

ються спеціальні забірні пристрої: усмоктувальні сопла і нагнітальні дискові, гвинтові і камерні живильники.

Усмоктувальне сопло (рис. 6.80, а) складається із забірної насадки 1, до якої повітря потрапляє через регулятор 2, і змішувача з пінтажем, утвореного при вході до забірної насадки суміш повітря і вантажу, і ця суміш потрапляє до робочого трубопроводу 1.

6.15. Гідравлічний спосіб розвантаження вагонів і переміщення вантажів

Принцип дії гідравлічних розвантажувальних установок полягає в тому, що вантаж переміщується течією води, створюючи так звану «пульпу», яка під тиском води спрямовується в певному напрямку, а на місці складування відокремлюється від неї.

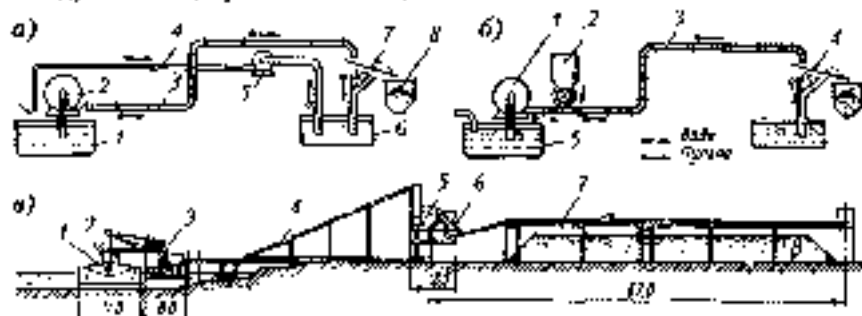


Рис. 6.81. Схеми гідротранспортних установок:

- а - із землесосом, який переміщує пульпу: 1 - пульпа; 2 - пульпонасос; 3 - пульпотрубопровід; 4 - відотрубопровід; 5 - насос зворотного руху води; 6 - резервуар; 7 - відокремлювач; 8 - приймальний бункер;
- б - з камерним живильником і відцентровим насосом для води: 1 - водяний насос; 2 - завантажувальний пристрій; 3 - трубопровід; 4 - приймальний пристрій; 5 - резервуар води;
- в - усмоктувально-нагнітальна гідроустановка для розвантаження гравійно-піщаної маси: 1 - усмоктувальна труба; 2 - патрубки; 3 - землесосний розвантажувач; 4 - нагнітальний трубопровід; 5 - сортувальна башта; 6, 7 - похилі конвеєри; 8 - штабель.

Гідравлічним способом розвантажують з вагонів буряки на цукрових заводах, картоплю на спиртозаводах, гравій і щебінь дрібних фракцій на заводах будматеріалів, пісок, кам'яне вугілля, руди кольорових металів та інші вантажі, які після вивантаження, згідно з виробничим технологічним процесом, підлягають водяній обробці.

Установки гідралічного транспорту використовуються таких видів:

- **самопливні**, в яких пульпа переміщується в жолобах, лотках з необхідним ухилом;
- **напірні з використанням гідроелеваторів**, за допомогою яких пульпу засмоктують із зумфа і далі переміщують трубопроводами;
- **напірні з перекачуванням землесосом і засмоктуванням пульпи із зумфа**;
- **напірні з перекачуванням землесосом і набиральним пульпи з приймального бункера**, в який подається попередньо підготовлена пульпа або розпильно вода і твердий вантаж, з якого повім пульпа утворюється в бункері;
- **напірні з перекачуванням землесосом з плаваючого пристрою для буріння**, коли засмоктування пульпи здійснюється з-під води і не потрібні спеціальні смиксті для створення пульпи.

Найбільш простим і дешевим є самопливний гідралічний транспорт, який використовують у відповідних топографічних умовах. Самопливним гідралічним транспортом пульпа переміщується в лотках з ухилом 0,03–0,04, а за високих концентрацій пульпи з домішками твердого вантажу в пульпі до 14% – з ухилом 0,04–0,06.

Якщо немає можливості за певних топографічних умов використовувати самоплив пульпи, тоді використовують гідралічний транспорт напірної дії.

На рис. 6.81, а показана принципова схема установки з перекачуванням пульпонасосом 2 або землесосним пристроєм, що подає пульпу 1 у пульпо-трубопровід 3, з якого вона постує на грохот і водовідокремлювач 7, далі вода потрапляє в резервуар 6, а вантаж – в приймальний бункер 8, за необхідності зворотного повернення води, передбачається насос 5 і водопровід 4.

На рис. 6.81, б показана принципова схема установки, коли вантаж і вода подаються окремо. Водяний насос 1 набирає воду з резервуара 5 і нагнітає в трубопровід 3 чисту воду, а вантаж підготовлений до переміщення, вводиться через спеціальний пристрій 2, який складається із камери з живильником. Пульпа трубопроводом 3 подається в приймальний пристрій 4, де здійснюється відділення вантажу від води, як в попередній схемі.

Гідротранспортна установка в усіх випадках складається з головної станції, трубопроводів, перекачувальних станцій і станцій зневоднення вантажу. Головна станція складається із землесоса з електродвигуном, трубопроводів пульпи і води, гідроелеватора, грохота зі спеціальним електродвигуном. Перед головною станцією влаштовується ємність об'ємом, достатнім на 3–4 год. роботи, звідки пульпа вугілля, концентрату руди або інших вантажів потрапляє в приймальний пристрій головної станції.

Для транспортування піску над приймальною коронкою головної станції встановлюють нерухомий колосниковий грохот з ґратами та каліваційний грохот для сортування вантажу і забезпечення можливості попадання фракції більше 20 мм. Головну станцію для піску встановлюють у кар'єрі і переміщують з місця на місце не частіше однієї рази на рік. Для руди і пилілля, які транспортують від збагачувальної фабрики, головну станцію встановлюють стаціонарно, і пилуна поступає безпосередньо з бункера до гідроелеватора. Подача води в гідроелеватор під напором 30–50 м здійснюється насосною станцією.

Напірний гідравлічний транспорт з використанням гідроелеваторів використовують для переміщення вантажів на невеликі відстані (до 1 км).

Гідромеханізація використовується для розвантаження піщано-гравійної суміші з кораблів (рис. 6.81, а). Піщано-гравійна суміш розміщується патрубками 2 і землесосним розвантажувачем 3 через усмоктувальну трубу 1, далі нагнітальним трубопроводом 4 подається до сортувальної башти 5 з водовідокремлювачем і грохотами та конвейерами 6, 7 — до штабелів 8. Пісок сортують на фракції 1,2–5 і 0,5–1,2 мм і конвейерами подають на склад для укладання в штабелі. Гравій сортують за допомогою грохотів. Гравій фракцій 5–10 і 10–20 мм складають конвейером також в окремі штабелі, а фракції понад 20 мм подають у бункер, з якого конвейером направляють до дробильно-сортувальної установки.

Переваги гідравлічного способу розвантаження: простота будови обладнання, висока продуктивність.

Недоліки: великі витрати води і енергії, складність пристроїв зневоднення вантажу і відведення води, а також потреба великих площ для складування вантажів.

6.16. Спеціальні вантажно-розвантажувальні машини

6.16.1. Вагоноперекидачі

Вагоноперекидач — це розвантажувальна машина, яка розвантажує вагон шляхом повертання його в положення, що забезпечує повне висипання вантажу.

Залежно від способу перекидання, вагоноперекидачі бувають таких видів:

- **торцевий** (рис. 6.82), який являє собою щирірно закріплену платформу з переднім упором, що утримує вагон на платформі при її нахилі, нахил виконується під кутом 50–70° щодо поперечної осі, висипання

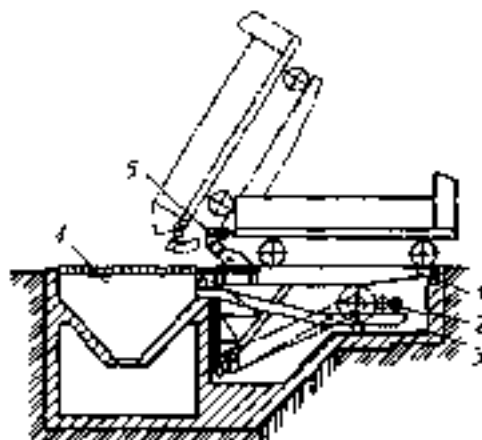


Рис. 6.82. Схема торцевого вагоноперекладача

1 — поворотна платформа; 2 — привод.

3 — заглиблення; 4 — приймальний буфер; 5 — торцевий упор.

вантажу здійснюється через відкинуту торцеву стінку. Продуктивність таких вагоноперекладачів складає 10–15 вагонів за годину;

- **ротаторний** (рис. 6.83 і 6.84), який являє собою платформу і колекторі; платформа повертається під кутом $160\text{--}170^\circ$ навколо подовжньої осі, що розміщена в середині контуру вагона. Вантаж висипається з напіввагона по боковій стіні вниз. Продуктивність — до 30 напіввагонів за годину;
- **боковий** (рис. 6.85), який являє собою платформу, встановлену на спеціальних колісках; платформа повертається з напіввагоном під кутом $160\text{--}180^\circ$ навколо подовжньої осі, що розміщена поза контуром вагона і значно вище рівня головок рейок. Висипання вантажу також здійснюється по боковій стіні вниз. Продуктивність — до 25 напіввагонів за годину. Боковий вагоноперекладач, на відміну від ротаторного, не потребує великого заглиблення приймального пристрою;
- **комбінований** — подібний до бокового, з поворотом критого вагона на платформі в поперечній і подовжній площинах і з одночасним виконанням поперечних коливань в різні боки для висипання силкових вантажів через отвір бокових дверей.

Торцеві, ротаторні і бокові вагоноперекладачі можуть бути стаціонарними і пересувними, комбіновані — тільки стаціонарні. Ротаторні і бокові розвантажують напіввагони, комбіновані — криті вагони; торцеві не набули широкого застосування, тому що у вітчизняних напіввагонів торцеві двері відчиняються в середину (у європейських напіввагонів — назовні).

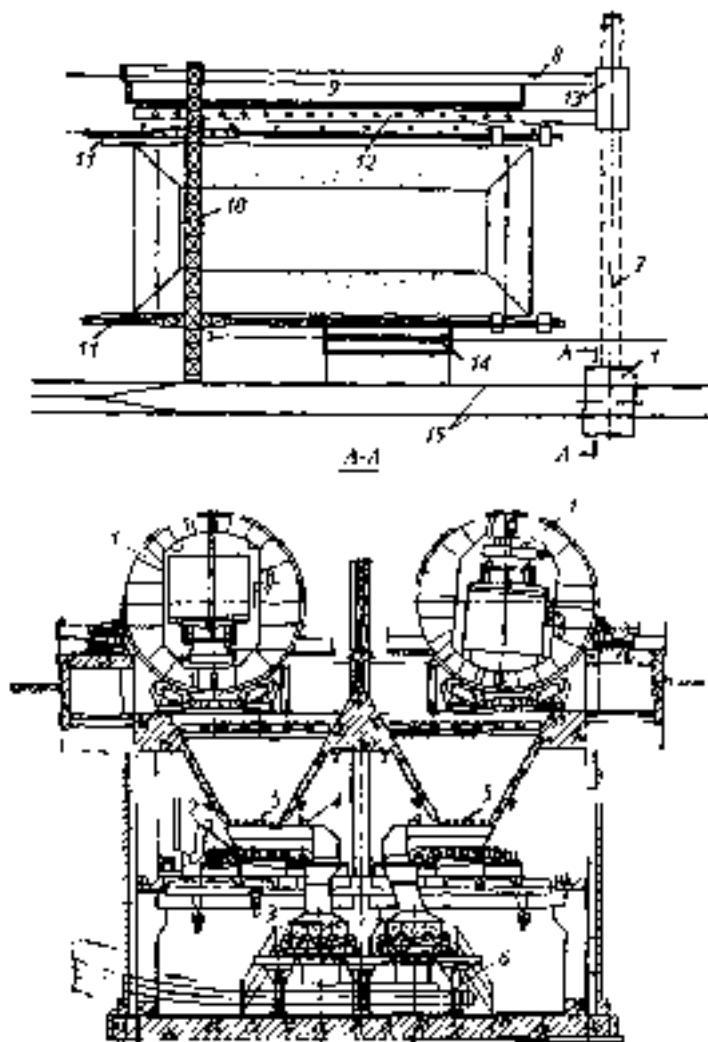


Рис. 6.83. Схема розвантаження вузла на ТЕС із застосуванням роторних вагономерекіднів:

1 – вагономерекідень; 2 – стрічковий живильник; 3 – дискозубчата дрибінка; 4 – вертикальний рейковий шибєр; 5 – затвор (заставка); 6 – стрічкові конвейєри №1 і 2; 7 – підземна галерея конвейєра №1 і 2; 8 – галерея стрічково-го конвейєра №3; 9 – приймальна траншея; 10 – висхідний перекидальний; 11 – відкриваль рейки; 12 – галерея стрічково-го конвейєра №6; 13 – башта звантаження; 14 – рівноважуальна резервна естакада; 15 – залізничні колії.

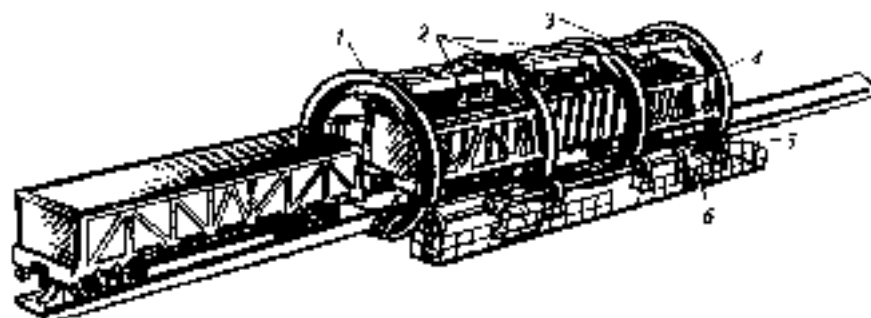


Рис. 6.84. Стационарний ротарний паливоперекладач НРК-125.

1 — лоток; 2 — рибункери для розвантажувальних вагонеток; 3 — верхні бочки; 4 — фірми; 5 — роликові балансувальні опори; 6 — привід.

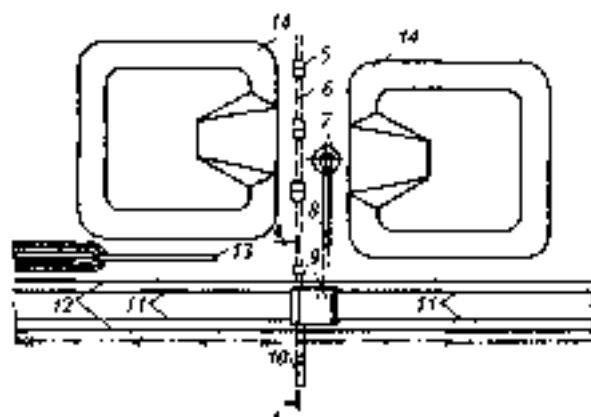
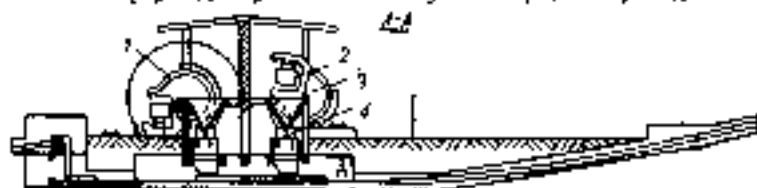


Рис. 6.85. Схема комбінованої механізації розвантажування палива із лотковою ланкою близько паливоперекладача:

1 — паливоперекладач; 2 — лотковий ланка; 3 — приймальний бункер; 4 — реверсивний стрічковий живильник; 5 — підземні бункери; 6 — підземна галерея зі стрічковим конвеєром для подачі вугілля зі складу; 7 — перемінний відвал; 8 — галерея зі стрічковим конвеєром для подачі вугілля на склад; 9 — приймальний пристрій (паливоперекладач і бункер); 10 — галерея зі стрічковим конвеєром паливоподачі; 11 — залізничні розвантажувальні колії; 12 — об'їзні колії; 13 — розвантажувальна естакада; 14 — штабель вугілля.

6.16.2. Інерційні вагонорозвантажувальні машини

Інерційні вагонорозвантажувальні машини (ІРМ) — це машина, що забезпечує за рахунок коливань вагона інерційне переміщення вантажу від торцевих стін до дверного отвору, через який висипається.

ІРМ застосовується для розвантаження сипких, лещавко-зернових, вантажів із критих вагонів (рис. 6.86).

Порівняно з вагоноперекладачем комбінованого типу, який теж розвантажує криті вагони, ІРМ має меншу металомісткість і енергоємність, не потребує значних заглиблень приймальних пристроїв. Машина забезпечує лисове ривантаження і очищення вагона від залишків вантажу на 10–12 хвилин.

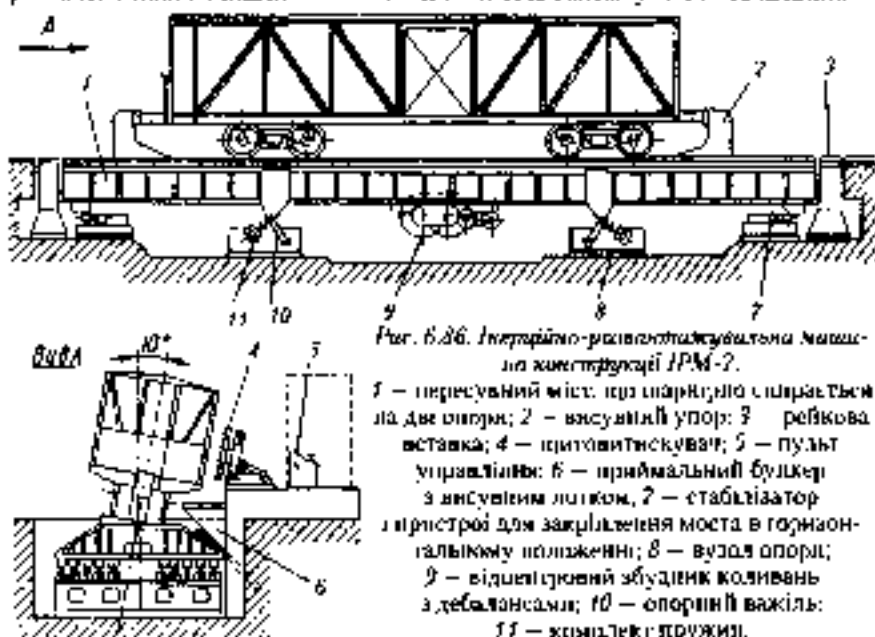


Рис. 6.86. Інерційно-розвантажувальна машина конструкції ІРМ-2.

1 — пересуваний міст, що шарнірно спирається на два упори; 2 — висувний упор; 3 — рейкова вставка; 4 — кріпильний кувач; 5 — пульт управління; 6 — приймальний бункер з висувним лотком; 7 — стабілізатор пристрої для закріплення моста в горизонтальному положенні; 8 — вузол опори; 9 — відшнурковий збудник коливань з демпферами; 10 — опорний важіль; 11 — комплект пружин.

6.17. Машина для очищення вагонів і розпушування вантажів, які змерзлися. Тепляки

6.17.1. Машина для очищення вагонів

Для очищення цитків від залишків вантажу застосовуються:

- вібратори, які бувають таких видів:

а — **накладні**, які устано­влюються на верхній пояс кузова напіввагона і надають вагону вертикальні коливання (рис. 6.87);

б — **внутрішні**, які оду­скаються безпосередньо на оду­щені кришки люків напіввагонів;

в — **поздовжньої дії** (міжвагонні), які устано­влюються в проміжку між кузовами двох напіввагонів і надають вагону по­здовжнє коливання (очи­щають одночасно два ва­гони);

г — **стаціонарні**, які устано­влюються на бункерах і на­півперекладачах;

- **самохідна ціткова машина**, яка монтується на порталі, що пере­міщується на залізничній колії; горизонтальні цітки очи­щають підлогу вагона, пер­тикальні — стіни; машина може повністю очистити напів­вагон за 5 хвилин;
- **стаціонарні і пересувні пневматичні пристрої** газодинамічного очи­щення, які викорис­товують реактивну струю відпра­цьованих газів турбогаз­интового або реак­тиного двигуна; головний недолік — це великий шум і пилоутворення.

Продуктивність — 250–500 напіввагонів за годину.



Рис. 6.87. Накладний вібратор для кузова напіввагона

6.17.2. Машини для розпушування вантажів, які змерзлись. Тепляки

Для механічного розпушування вантажів, які змерзлись, застосову­ються:

- **бурфрезерні розпушувачі**, змонтовані на порталах (рис. 6.88), мають бурфрезерні розпушувачі, які заглиблюються у вантаж у напіввагоні і розпушують його;
- **вібророзпушувачі** типу ДП-6С, які підвішуються до гаків кранів. Вібророзпушувач складається із вібробудника, підлоги із штирми (15 штук), вантажної підвіски до крана і електрообладнання. Він працює в комплекті із спрямовуючим приладом, що запобігає пошкодженню вагонів (рис. 6.89);
- **штангові клинові розпушувачі**, які устано­влюються на самохідній фермі, в прольоті якої розміщуються розвантажувальні колії: на фермі

рухається ліжок на котках. На рамі ліжка вмонтовані штанга з клином, приводи руху і повороту штанги та керування самого ліжка; штанга з клином заглиблюється у вантаж, розпушує і проштовхує його у відкриті люки напіввагона (рис. 6.90);

- **віброударний розпушувач**, робочим органом якого є електровібромолот, що надає широким покладівці ударні імпульси вниз, ці імпульси розкладають моноліт замерзлого вантажу, а вібрація його розпушує (рис. 6.91).

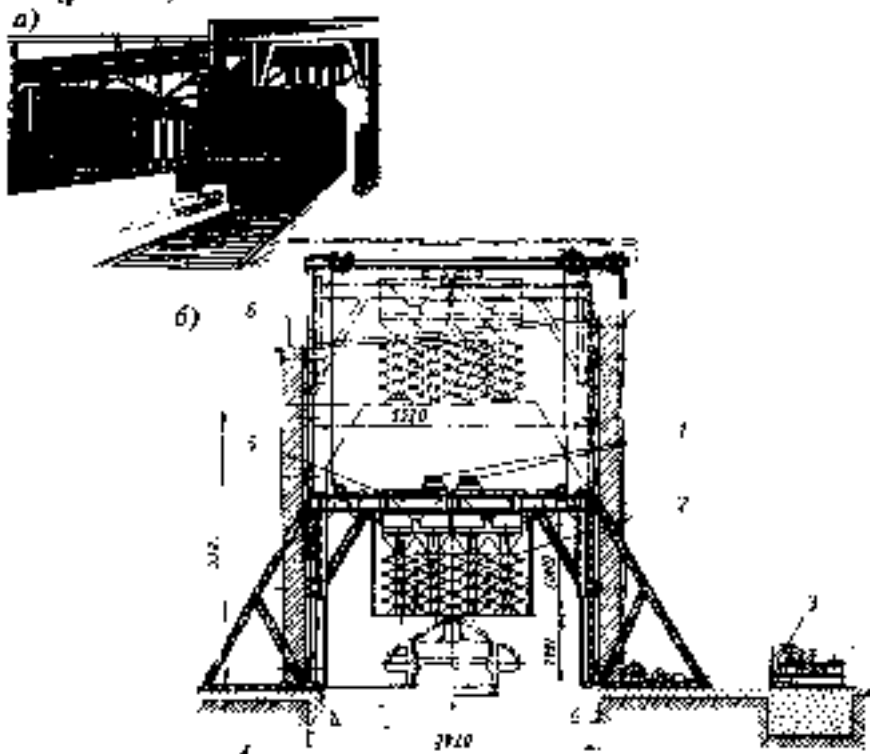


Рис. 6.88. Бурифрезерний розпушувач:

- а — загальний вигляд; б — принципова схема будови:
 1 — електропривод; 2 — бурифрезерні барабани; 3 — збідка;
 4 — приймальний бункер; 5 — каретка; 6 — портал.

Для відновлення сплоскості мерзлого вантажу можуть застосовуватись тепляки.

Тепляк — це закрита споруда, яка має три відділення: пічне, машинне і камеру розігрівання. В камеру розігрівання подаються патени із вантажами,

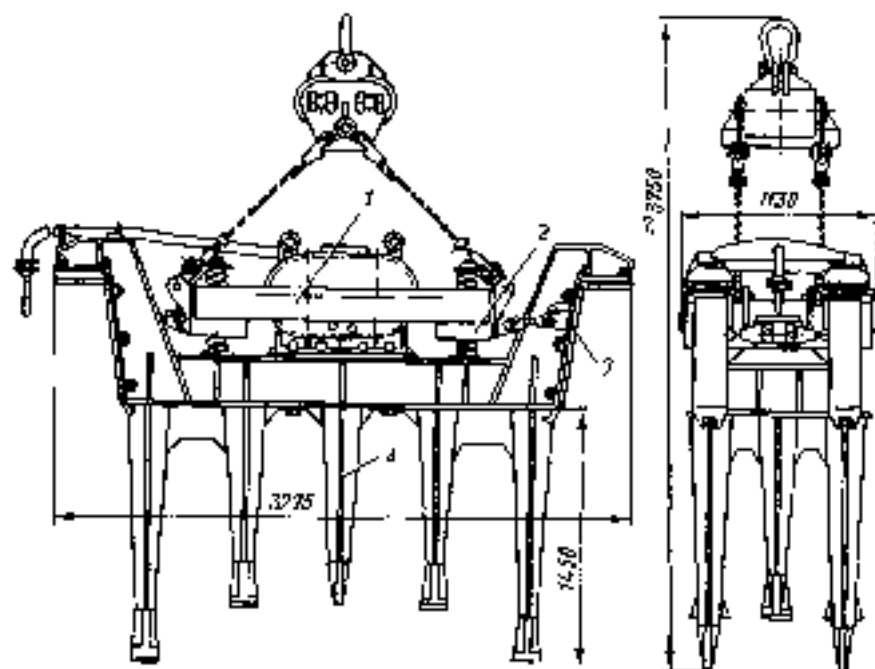


Рис. 6.89 Вібродотушувач ДП-6С:

1 – вібробудівник, 2 – спрямовувачий пристрій;
3 – привагжувальна підійска, 4 – штирі робочого органу.

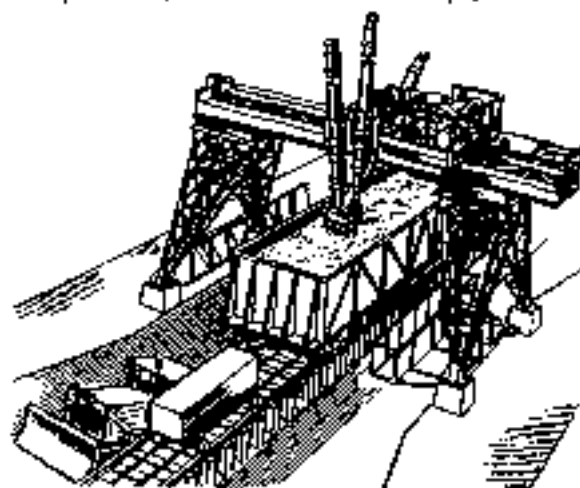


Рис. 6.90 Розмінувач шпичково-валюного типу

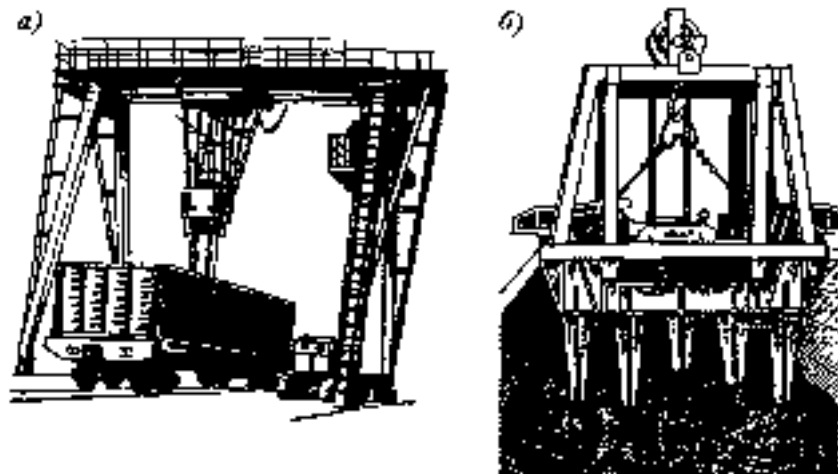


Рис. 6.91. Вібродарний агрегат на портові:
а - загальний вигляд; б - розпушувальні кланні

які змерзались, нагнітається розпруге повітря з газачи. Акі після віддачі тепла підняються в пичку відділення, там нагріваються і чинув нагнітаються в камеру. Термін розігрівання пентажу від 1,5 до 4 годин.

На деяких підприємствах всередині тепляків додатково устальюють генератори інфрачервоного випромінювання, що значно доскорює процес розпушування.

Крім теплових засобів відновлення силкості вантажів ще застосовують ультразвук і низькочастотні електромагнітні коливання.

6.16. Технічне обслуговування і ремонт вантажно-розвантажувальних машин

6.16.1. Технічний нагляд і утримування вантажно-розвантажувальних машин і механізмів

Щоб реалізувати високу продуктивність, забезпечити безпеку робіт і зберегти цілість вантажів вантажно-розвантажувальні машини і механізми мають утримуватись у справності і правильно експлуатуватись.

За технічний стан машин і обладнання, правилах їх експлуатацію відповідає працівник, який безпосередньо працює на них.

Вантажолійдонні машини, вантажодхватні органи і пристрої мають бути виготовлені і утримуватись відповідно до правил Держтехнагляду і

перед експлуатацією пройти в повному обсязі технічний огляд на підприємстві, де вони виготовлені.

Всі захватні пристрої, передусім гаки і стропи, мають проходити регулярний огляд комісією Держтехнагляду, дані про огляд фіксуються на навішених бітках (вантажопідйомність, дата випробування).

Нові крани, що надходять із заводів на підприємствах, і далі періодично (раз в 3 роки) в процесі їх експлуатації мають проходити повний технічний огляд, який виключає перевірку технічного стану, статичне і динамічне випробування. Ці роботи виконуються під наглядом спеціальної комісії, до якої має входити інспектор Держтехнагляду.

Під час статичних випробувань кран піднімає вантаж масою на 25% більше номінальної вантажності на висоту 200–300 мм і витримує 10 хвилин. Вантаж при цьому не повинен опускатись і не повинна виникати деформація в конструкціях крана.

Під час динамічних випробувань вантаж піднімається і опускається з різними швидкостями масою на 10% більше за номінальну вантажність.

Всі машини і механізми, що належать МЧ і МЧД, повинні мати технічний паспорт і інвентарний номер, а автокрани і самохідні машини крім того мають бути зареєстровані в ДІАІ (Державний автомобільний інспекції).

Вантажно-розвантажувальні машини, що перебувають в експлуатації, не менш як 2 рази на рік мають проходити огляд, статичне і динамічне випробування, а також щорічний огляд для перевірки їх товщини до робіт в зимових умовах.

6.16.2. Основні положення про планово-попереджувальне обслуговування і ремонт вантажно-розвантажувальних машин

Система Планово-Попереджувального технічного обслуговування і ремонту передбачає:

- **зміне обслуговування**, до якого відносять зовнішній контроль, підготовку до роботи, заправлення машини паливом і мастилом, перевірку дії основних вузлів;
- **технічне обслуговування ТО-1**, до якого, крім робіт змінного обслуговування, також входять додатковий огляд технічного стану машини і усунення дрібних несправностей;
- **технічне обслуговування ТО-2**, до якого крім робіт ТО-1 входять роботи, передбачені спеціальною інструкцією технічного обслуговування для даної машини

- **технічне обслуговування ТУ-3** для стрілових кранів на пневмоколісному, гусеничному і залізничному ході, одноконісних навантажувачів, екскаваторів та інших кранів великої вантажності;
- **сезонне обслуговування** (осіннє і зимове) для підготовки вантажно-розвантажувальних машин до роботи в зимових чи літніх умовах; цей вид обслуговування, як правило, сумішають з ТУ-2 або іншим видом ремонту;
- **поточний ремонт**, до якого належать роботи з частковим розбиранням машини для виявлення і усунення несправностей у складі вузлів і агрегатів;
- **капітальний ремонт**, яким передбачається повне розбирання машини, ремонт всіх базових вузлів, деталей, заміна зношених новими; в результаті машина повністю відновлюється.

Періодичність ремонтів машини визначається терміном тривалості їх роботи.

6.18.3. Ремонтно-технічна база вантажного господарства

Для справної експлуатації, утримування вантажно-розвантажувальних машин і виконання необхідних ремонтів залізниці повинні мати відповідну ремонтно-технічну базу, яку складають:

- **дорожній механічний майстерні** — для виконання капітального ремонту вантажно-розвантажувальних машин і виготовлення для них запчастин;
- **майстерні механізованих дистанцій і виробничих ділянок**, в яких виконується капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування вантажно-розвантажувальних машин;
- **версезувні технічні засоби** (вагони-майстерні і автомайстерні);
- **гаражі, навіси і намети** для відстою вантажно-розвантажувальних машин на колісному і гусеничному ході;
- **зарядні станції**;
- **виробничі, службові і побутові приміщення**.

Контрольні питання до розділу 6

1. Привести класифікацію вантажно-розвантажувальних робіт на залізничному транспорті. Що розуміють під терміном «Прямий варіант»?
2. Які структурні підрозділи на залізницях виконують вантажно-розвантажувальні роботи? Що розуміють під термінами «Елементна механізація» і «Комплексна механізація і автоматизація»?
3. Як класифікуються вантажно-розвантажувальні машини за технологічним процесом і напрямком переміщення вантажів?
4. Перерахувати основні техніко-експлуатаційні показники вантажно-розвантажувальних машин, дати визначення технічної і експлуатаційної продуктивності.
5. Як визначається технічна продуктивність машини періодичної і безперервної дії?
6. Як визначається експлуатаційна продуктивність машин?
7. Як розраховується необхідна кількість вантажно-розвантажувальних машин?
8. Перерахувати засоби механізації. Яке призначення перехідних містків, східців і трапів?
9. Як бувають дошки, який принцип їх дії?
10. Як застосовуються ручні візки і роликотні пристрої для переміщення вантажів невеликої маси?
11. Перерахувати і коротко охарактеризувати найпростіші машини і механізми для вертикального і горизонтального переміщення вантажів.
12. Пояснити призначення і привести класифікацію навантажувачів періодичної дії.
13. Пояснити будову електронавантажувачів.
14. Пояснити будову автономних навантажувачів.
15. Пояснити будову тракторних навантажувачів.
16. Які особливості будови електровантажера, чим він відрізняється від звичайного електронавантажувача?
17. Як розраховується продуктивність навантажувачів періодичної дії?
18. Пояснити призначення і привести класифікацію кранів. Що розуміють під терміном «протяг крана»?
19. Як бувають кабельні крани, який принцип їх роботи?
20. Як бувають підйомники, який принцип їх роботи?
21. Як бувають змстові крани і як вони побудовані?
22. Як бувають козлові крани і як вони побудовані? Чим відрізняється не-ревантажувальний міст від звичайного козлового крана?

23. Які бувають стрілові крани, яка їх будова? Що розуміють під терміном «виліт стріли крана»?
24. Як побудовані і працюють стрілові крани на залізничному ходу?
25. Як побудовані і працюють автомобільні крани?
26. Як побудовані і працюють пневмоколійні і туселічні крани на крановому шасі і крані-екскаватори?
27. Як побудовані і працюють порталні і напівпортальні крани?
28. Як визначається стійкість кранів і які здійснюються заходи для попередження їх перекидання?
29. Перерахувати і коротко охарактеризувати основні вантажопідіймальні пристрої кранів.
30. Які пристрої управління застосовуються на кранах? Охарактеризувати перспективи автоматизації роботи кранів.
31. Як розраховується продуктивність кранів?
32. Дати визначення конвейєра. Які бувають конвейєри?
33. Як побудований стрічковий конвейєр і як він працює?
34. Як побудовані і працюють ланцюгові конвейєри (пластинчасті, скребкові і підвісні)?
35. Як розраховується продуктивність конвейєрів?
36. Дати визначення елеватора. Які бувають елеватори? Що розуміють під терміном «крок елеватора»?
37. Як побудований і працює ковшовий елеватор?
38. Як побудовані і працюють елеватори для штучних вантажів?
39. Як розраховується продуктивність елеваторів?
40. Як побудовані і працюють механічні навантажувачі безперервної дії? Які застосовуються в них живильні пристрої?
41. Як побудовані і працюють механічні розвантажувальні машини?
42. Як побудовані і працюють пневматичні розвантажувальні машини? Якого типу пневморозвантажувачі застосовуються на залізницях?
43. В чому полягає суть гідравлічного способу розвантаження вагонів?
44. Які бувають вагоноперекидачі, який принцип їх роботи? В чому полягає різниця між боковим і роторним вагоноперекидачами?
45. Пояснити принцип дії гідролінійної вагонорозвантажувальної машини (ГРМ).
46. Перерахувати і коротко пояснити принцип дії машин для очищення вагонів.
47. Перерахувати і коротко пояснити принцип дії машин для розпушування замерзлих вантажів.
48. Як проводяться статичні і динамічні випробування вантажно-розвантажувальних машин?

49. Які види техобслуговування і ремонтів передбачені при утриманні вантажно-розвантажувальних машин?
50. Коротко охарактеризувати ремонтно-технічну базу вантажного господарства.

Література

1. Бартові Е.Т. Газотурбовозы и турболозоды. — М.: Транспорт. 1978. — 311 с.
2. Вантажні вагони залізниць України колії 1520 мм. Керівництво по депольському ремонту, ЦВ-0017. — К.: Укрзалізниця, 1998. — 186 с.
3. Геодезія. Ч. 1, під ред. Могильного С.Г. і Войтенка С.П. — Чернілів: Чернігівські обереги, 2002. — 408 с.
4. Голубков Н.В., Кирсов В.С. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства. учебник для техникумов. — М.: Транспорт, 1981. — 350 с.
5. Дробинский В.А., Егунов Н.М. Как устроен и работает тепловоз. — М.: Транспорт. 1980. — 367 с.
6. Дьомін Ю.В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення). — К.: Юніком-Прес, 2001. — 342 с.
7. Единая тарифно-статистическая номенклатура грузов (тарифное руководство №1). — К.: Транспорт України, 1998. — 413 с.
8. Единая транспортная система. под ред. Галабурды В.Г. — М.: Транспорт, 1999. — 303 с.
9. Железнодорожный транспорт в современных условиях, под ред. Богданова В.М. — М.: Интекст, 2000. — 183 с.
10. Железнодорожный транспорт. Энциклопедия, под ред. Конарева Н.С. — М.: ВРЭ, 1995. — 559 с.
11. Железные дороги. Общий курс, под ред. Уздина М.М. — М.: Транспорт, 1991. — 295 с.
12. Закон України про залізничний транспорт. №273/96 — ВР від 4.07.1996 зі змінами і доповненнями станом на 2005 рік.
13. Закон України про транспорт, №232/94 — ВР від 10.11.1994 зі змінами і доповненнями станом на 2003 рік.
14. Залізничний транспорт України, науково-практичний журнал. — К.: Укрзалізниця, 1996—2005.
15. Звєздкин М.Н. Электрооснабжение электрифицированных железных дорог. — М.: Транспорт, 1985. — 263 с.
16. Инструкция по обслуживанию в эксплуатации эластомерных поглощающих аппаратов 73 ЗВ, ЦВ-0018. — К.: Укрзалізниця, 1998. — 23 с.
17. Исаев И.П., Фрайфельд А.В. Беседы об электрической железной дороге. — М.: Транспорт. 1989. — 356 с.
18. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, ЦВ-0001. — К.: Транспорт України, 1995. — 505 с.

19. Інструкція з сигналізації на залізницях України, ЦП-0001. – К.: Транспорт України, 1995. – 237 с.
20. Інструкція з технічного обслуговування і ремонту обладнання тягових підстанцій, пунктів живлення і секціонування електрифікованих залізниць, ЦШЕОТ-0013. – К.: Укрзалізниця, 1999. – 205 с.
21. Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів, ЦП-0095. – К.: Укрзалізниця, 2002. – 40 с.
22. Інструкція зі складання графіку руху поїздів на залізницях України, ЦД – 0040. – К.: Транспорт України, 2002 – 162 с.
23. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України, ЦТ-ЦВ-ЦТ-0015. – К.: Укрзалізниця, 2004. – 144 с.
24. Інструкція по ремонту і обслуговуванню автономного пристрою рухомого складу залізниць України, ЦВ-ЦД-ЦТ-0014. – К.: Укрзалізниця, 1998. – 200 с.
25. Інструкція по устрою та утриманню колії залізниць України, ЦП-0050. – К.: Транспорт України, 1999. – 244 с.
26. Інструкція про порядок складання технічного паспорта дистанції колії, звітів про колійне господарство і про захисні лісонасадження, ЦП-ЦД-0052. – К.: Транспорт України, 1999. – 51 с.
27. Калинин В.К. Электропоезда и электропоезда. – М.: Транспорт, 1991. – 480 с.
28. Юрла Г.М., Никітько О.М., Агієнко І.В. Залізничні України. історичний нарис. – Дніпропетровськ: Арт-Пресс, 2001. – 328 с.
29. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року, рішення Комісії Міністрів України №58 від 23.10.2001.
30. Крейниг З.П., Корникова Н.П. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути. – М.: УМК МПС России, 2001. – 768 с.
31. Кузнірчук В.П., Петров В.Л., Зеркалов Д.В. Перевезення вантажів залізничним транспортом. довідник. – К.: Основа, 2001. – 512 с.
32. Мазуров Е.А. Техническое обслуживание грузовых и пассажирских вагонов. – М.: Транспорт, 2000. – 229 с.
33. Нормативи по гальмам, ЦВ-0011. – К.: Укрзалізниця, 1998. – 18 с.
34. Осипов С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов, учебник для техникумов и колледжей жд транспорта. – М.: МПС, 2000. – 592 с.
35. Падии В.А. Погрузочно-разгрузочные машины. Справочник. – М.: Транспорт, 1981 – 448 с.
36. Пастухов И.Ф., Лукин В.В., Жуков Н.И. Вагоны Учебник для техникумов жд транспорта. – М.: Транспорт, 1998. – 280 с.

37. Перевозки крупнотоннажных контейнеров и автомобилей в сообщении Европа – Азия. Справочник. – М.: Интекст, 1999. – 256 с.
38. Подвижной состав и основы тяги поездов, учебник для техникумов ж.д. транспорта. Под ред. Осипова С.Н. – М.: Транспорт, 1990. – 336 с.
39. Положення про дисципліну працівників залізничного транспорту. Постанова Кабінету Міністрів України №55 від 26.01.1993 зі змінами і доповненнями станом на 2005 рік.
40. Положення про систему планово-посереджувального ремонту та технічного обслуговування електровозів, тепловозів, електро- та дизель-поїздів, наказ Укрзалізниці №196-Ц від 04.04.2001.
41. Поляков Ю.Н. Внимание! – Транспорт. – М.: Транспорт, 2000. – 184 с.
42. Правила експлуатації вантажних вагонів при новій системі ремонту і технічного обслуговування на основі лодачі в ремонт з урахуванням фактично виконаного обсягу робіт (пробіг в кілометрах), наказ ВЗТ-187 від 10.04.2000.
43. Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Поліграф сервіс, 2002. – 133 с.
44. Правила тяговых расчетов для локомотивной работы. – М.: Транспорт, 1985. – 287 с.
45. Про впровадження системи технічного обслуговування та ремонту пасажирських вагонів, наказ Мінтрансу України №550-Ц від 29.10.2002
46. Развитие локомотивной тяги, под ред. Фукринского П.А. и Бевзенко А.Н. – М.: Транспорт, 1988. – 344 с.
47. Сидоров Н.М., Сидорова Н.Н. Как устроен и работает электровоз. – М.: Транспорт, 1988. – 223 с.
48. Сидлов К.Ю., Цуканов П.П. Устройство пути и станций. – М.: Транспорт, 1982. – 320 с.
49. Справочная информация (Тарифное руководство №4 железных дорог Украины). – К.: Логос, 2001. – 160 с.
50. Статистичний щорічник України. Київ: Державний Комітет статистики України, 2000–2004.
51. Статут залізниць України. – К.: Транспорт України, 1998. – 83 с.
52. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, утриманню безстікової колії, ЦШ-0081. – К.: Укрзалізниця.
53. Тимчасова інструкція з організації швидкісного руху пасажирських поїздів. Вимоги до інфраструктури та рухомого складу. – К.: Укрзалізниця, 2002. – 51 с.
54. Типовой технологический процесс работы механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ. – М.: Транспорт, 1984. – 113 с.

55. Українські залізничні на злам століть, газета залізничників України, «Магістраль» №52–53, 1999.
56. Фрайфельд А.В., Бондарев Н.А., Марков А.С. Устройство, сооружение и эксплуатация контактной сети и воздушных линий. — М.: Транспорт, 1987. — 336 с.
57. Фришман М.А., Пономаренко Н.А., Финицкий С.И. Конструкция железнодорожного пути и его содержание. — М.: Транспорт, 1987. 351 с.

ДЛЯ НОТАТОК

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Михайло Павлович Корпійчук

Ніна Володимирівна Липовець

Дмитро Олексійович Шамрай

ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛУЗІ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Частина 1
(розділи 1–6)

Підручник

Друге видання, виправлене

Відповідальний за випуск — *Дмитро Терещенко*

Редактор — *Дмитро Терещенко*

Верстка *Світлана Думанецька*

Формат 60х84 1/16. Папір офсетний.

Гарнітура PetersburgC. Друк офсетний.

Умови друк. арк. 29,06. Обл.-вид. арк. 34,5.

Підписано до друку 03.12.07. Зам. №7-899.

ТОВ «Видавництво Дельта»

04213, м. Київ, вул. Прирічна, 37, оф. 145

Свідоцтво про реєстрацію № 2044 від 23.12.2004

тел./факс 463-49-47, тел. 412-93-83

e-mail: delta_vidav@ukr.net

Віддруковано в друкарні ЦПВФ.

Підручник для
професійно-технічних училищ,
технічних шкіл та вищих
навчальних закладів
залізничного транспорту
1 і 2 рівнів акредитації