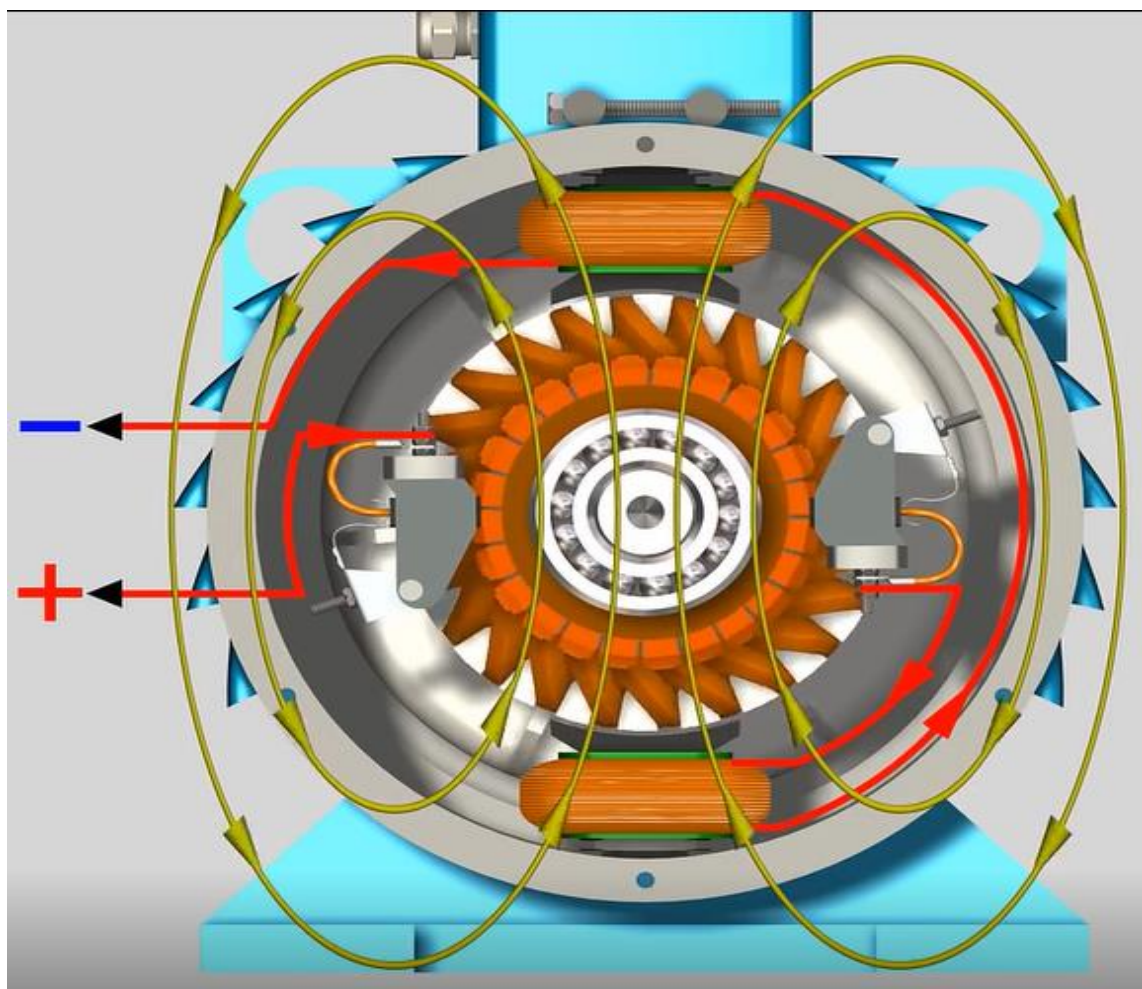


РОБОЧИЙ ЗОШИТ

ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
І САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ



Студент _____

Прізвище, ім'я, по батькові

Група _____

Київ - 2023

Робочий зошит для практичних занять і самостійної підготовки з дисципліни «Електричні машини» укладений на основі навчальної програми дисципліни «Електричні машини» з урахуванням вимог освітньо-професійних програм спеціальностей 141 «Електроенергетика, електроснабження та електромеханіка» та 273 «Залізничний транспорт».

Робочий зошит з електричних машин містить інструкційні карти для виконання лабораторних робіт, картки тестового опитування та задачі до матеріалу, який розглянуто на заняттях, опрацьованого студентами самостійно та для самоконтролю при підготовці до лабораторних занять та їх виконання.

Підготував викладач-методист

Київського електромеханічного фахового коледжу – Юрій СТУКАЛО

Вступ

Робочий зошит складений відповідно до навчального матеріалу і містить картки тестового опитування і задачі різного ступеню складності до кожної теми дисципліни, які забезпечують закріплення та поглиблення знань з матеріалу, вивченого на аудиторних заняттях, матеріалу опрацьованого студентами самостійно та для самоконтролю студентів при підготовці до лабораторних занять та їх проведення.

Для підвищення ефективності та якості навчального процесу, при підготовці до заняття студенти повинні опрацювати лекційний матеріал за підручником, відповісти на контрольні питання та дати відповіді на тести або розв'язати задачу. У пам'яті повинні бути зафіксовані основні визначення, правила, закони, явища та їх дія, формули, рівняння та їх виводи, основні елементи конструкції електричних машин, принцип дії електричної машини, її особливості, характеристики, засоби керування роботою машини та її параметрами, переваги та недоліки машин, галузь застосування. Особливу увагу слід звернути на технічну грамотність в термінології.

Рішення таких завдань розширюють кругозір студентів, учать логічному мисленню, розвивають просторові уявлення і просторове мислення. В результаті підвищується ефективність навчання і здійснюється кваліфікована підготовка до подальшої роботи за фахом.

Перш ніж приступити до відповідей на тестові запитання або рішення задачі, потрібно ретельно вивчити інструкцію до їх виконання, уважно прочитати питання або умову задачі, тобто твердо засвоїти, що дане і що потрібно визначити. Після аналізу питань або умови завдання, спираючись на теоретичні знання, отримані з лекцій і з літератури, що рекомендується, слід дати відповідь на тести або привести алгоритм рішення задачі.

Робочий зошит є обов'язковим для кожного студента при роботі як в аудиторії так і при виконанні домашніх завдань.

Для вивчення роботи електричних машин, різноманітної вимірювальної апаратури, засвоєння методики і техніки проведення електричних вимірів велике значення мають практичні роботи, виконуючи які студенти набувають відповідних навиків поводження з приладами і технічним обладнанням, розвивають спостережливість, привчаються глибше аналізувати фізичні процеси.

Враховуючи істотне значення лабораторних робіт, особливо для вивчення предмету «Електричні машини» необхідно повністю виконувати усі роботи, передбачені програмою, суворо дотримуватись організації занять, прийнятої в лабораторії.

В спеціальних лабораторіях коледжів, технікумів проведення лабораторних робіт здійснюється розрізненим засобом у вигляді лабораторного практикуму. При такій організації занять всі програмні роботи групуються в два або в три цикли в

кожний цикл входить декілька різних робіт, в залежності від загальної їх кількості, передбаченої діючою в коледжі програмою предмету «Електричні машини» для відповідної спеціальності. Студенти виконують послідовно всі роботи циклу бригадами з чотирьох або п'яти чоловік за графіком, складеним викладачем. Кожна бригада одержує своє завдання до певної роботи, після виконання якої переходить до наступної роботи. Така організація робочих занять дасть можливість більш ефективно використати обладнання і при обмеженій кількості їх виконати всі програмні роботи.

В залежності від змісту програми, за якою вивчаються електричні машини в даному навчальному закладі, користуються описами тільки тих лабораторних робіт, що передбачені програмою. Про це викладач завчасно повідомляє студентів.

Необхідно мати на увазі, що схеми з'єднання обладнання дані в загальному вигляді. Електроживлення з загального силового щита подається до індивідуальних щитків, встановлених біля кожного робочого стенду. На щитку може бути пакетний вимикач, що заміняє рубильник в схемі.

Теми лабораторних робіт

1. Дослідження конструкції машин постійного струму
2. Дослідження комутації в машинах постійного струму
3. Випробування генератора постійного струму незалежного збудження
4. Випробування генератора постійного струму паралельного збудження
5. Випробування генератора постійного струму змішаного збудження
6. Випробування двигуна постійного струму паралельного збудження
7. Випробування двигуна постійного струму послідовного збудження
8. Визначення ККД трансформатора
9. Включення трансформаторів на паралельну роботу
10. Дослідження особливостей конструкції машин змінного струму
11. Пуск і реверсування асинхронного двигуна
12. Випробування трифазного асинхронного двигуна
13. Випробування трифазного синхронного генератора
14. Включення синхронного генератора на паралельну роботу

1.1 Підготовка студентів до лабораторних робіт

Для того щоб свідомо виконувати роботи в лабораторії, студенти повинні підготуватися до них, не тільки вивчаючи теоретичну частину курсу, але й ознайомлюючись з методичними вказівками до виконання кожної роботи.

При підготовці до роботи, студенти повинні повторити теоретичний матеріал, користуючись рекомендованою літературою.

Потім студентам необхідно детально ознайомитись зі змістом роботи, з'ясувати поставлену мету, визначити перелік приладів і обладнання, розглянути схеми з'єднання приладів, з'ясувати найбільш прийняті номінали вимірювальних приладів і технічні дані обладнання, уважно прочитати розділ - «Хід роботи».

Звернути увагу на рекомендовані електричні режими, методику виконання вимірів і необхідних обчислень, ознайомитися з формами таблиць для запису результатів спостережень.

На всі питання, що виникли під час підготовки, бажано знайти відповідь, користуючись рекомендованою літературою. Невирішені питання слід записати в робочий зошит і звернутись за консультацією до викладача.

1.2 Виконання лабораторних робіт

Для успішного виконання лабораторних робіт у відведений за розкладом час, студенти повинні точно дотримуватись наступних основних положень, визначаючих порядок і методичну послідовність дій під час лабораторних занять.

1. Точно виконувати вимоги внутрішнього розпорядку, встановленого в лабораторії навчального закладу, і суворо дотримуватись правил техніки безпеки під час роботи з електричними машинами.
2. На початку першого заняття в лабораторії ознайомитись з розташуванням робочих місць, з призначенням розеток, вимикачів і інших комутаційних елементів, встановлених на лабораторних стендах.
3. Лабораторні роботи студенти виконують бригадами (по 4-5 чоловік).
4. Лабораторні роботи проводяться за розкладом відповідно графіку, складеному викладачем.
5. Кожну лабораторну роботу виконують на певному стенді, біля якого прикріплена табличка з її номером відповідно тематиці, складеної викладачем.
6. Головне при виконання роботи – максимальна самостійність студентів. Виконуючи лабораторну роботу, студенти повинні виявляти ініціативу в подоланні труднощів. Звертатись до викладача слід лише тоді, коли вичерпані всі можливості вирішення питань.
7. Перед виконанням завдання передусім треба ознайомитись з обладнанням і його технічними характеристиками відповідно вказівкам, наведеним в описі роботи, що виконується.

8. З'єднуючи прилади і апаратуру, необхідно прагнути до того, щоб кола були простими і наочними, щоб контакти були щільно затиснуті, а з'єднані провідники були б якомога коротшими, але не натягнуті. Дуже добре основні струмові кола монтувати провідниками відносно великого однакового перетину і однакового кольору, а вимірювальні і інші кола з'єднувати гнучкими провідниками меншого перетину і іншого кольору.
9. До викладача або керівника треба звертатися з проханням перевірити, чи правильно зібрана схема, спочатку особисто переконавшись в цьому. При самостійній перевірці схеми потрібно переконатись не тільки в правильності виконання з'єднань, але і в достатній щільності всіх контактів і затискачів, в правильності встановлення перемикачів, ручок реостатів, рубильників і інших приладів. Треба переконатись також в тому, що всі вказані стрілки всіх приладів встановлені в початкових (нульових) положеннях.
10. Джерела живлення підключають тільки після дозволу викладача, а вимикають їх після закінчення роботи.
11. Якщо потрібно здійснити переключення в схемі, обов'язково треба вимкнути джерела живлення. Знову включити їх можна лише з дозволу викладача.
12. Про виявлення несправності приладів і апаратури повідомити викладачу. Самостійно усувати несправності забороняється.
13. Лабораторні роботи виконують відповідно методичних вказівок. При цьому студенти повинні в своїх робочих зошитах записати показання приладів і послідовність виконання завдання. Оформлювати записи необхідно охайно, розбірливо і точно.
Під час виконання лабораторних робіт треба бережно поводитися з приладами, апаратурою і обладнанням.

1.3 Оформлення виконаних лабораторних робіт

1. По кожній виконаній лабораторній роботі студент складає звіт.
2. Обчислення всіх необхідних величин, запис результатів зводять в таблиці.
3. Умовні позначки елементів схем, приладів і обладнання, скорочені назви обов'язково оформлювати у відповідності ЄСКД і інструкціям.

Графіки, що характеризують залежності, отримані під час виконання лабораторної роботи, звичайно креслять на міліметровому папері або, в крайньому випадку, на папері в клітку. У верхній частині графіка повинен бути надпис, що пояснить показану на ньому залежність.

2 Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт

Починаючи роботу з лабораторії електричних машин, студенти повинні звернути особливу увагу на дотримання всіх правил техніки безпеки. Виконуючи будь-яку лабораторну роботу, студенти працюють з обладнанням, приладами і електричними колами, в яких протікає електричний струм, і при неправильних або неакуратних прийомах роботи можуть завдати собі шкоди від чинності електричного струму.

Вважають, що струм від 0.025 до 0.03 А, проходячи через тіло людини, призводить до тих або інших уражень, а від 0.03 до 0.1 А – до втрати свідомості або навіть смерті. Струм 0.1 А безумовно вважають смертельним. Однак в практиці відомі випадки важких і смертельних поразок струмом, значно менших ніж 0.1 А. Ці цифри не можна вважати суворо постійними, бо вплив електричного струму на організм людини залежить від її психологічного стану.

Ступінь ураження електричним струмом залежить ще й від тривалості проходження його через організм. При тривалій дії навіть незначний струм може тяжко уражити людину.

Враховуючи всі ці особливості дії електричного струму, кожний студент повинен неухильно дотримуватись таких правил техніки безпеки:

1. Не надіятись на «стійкість» до електричного струму і не торкатися голими руками до металевих затискачів, деталей, неізольованих провідників, по яким проходить струм.
2. Перед переключеннями в схемах обов'язково вимикати джерело живлення.
3. Наявність напруги на затискачах приладів або елементів схем перевіряти вимірювальним приладом, що має з'єднувальні провідники зі щупами і ізольованими ручками.
4. Не можна працювати з високовольтною апаратурою, якщо в лабораторії, окрім працюючого, більше нікого немає.
5. З'єднання провідників без затискачів повинні бути ізольовані. По можливості слід уникати пересічень монтажних провідників.
6. Електроживлення до стендів можна підключати тільки після перевірки правильності її збирання особисто студентом і викладачем.
7. При виникненні несправності обладнання або приладів, що виникають під час роботи, треба негайно вимкнути напругу живлення і повідомити про це викладача. Забороняється залишати під напругою лабораторні стенди.
10. Перед тим як покинути лабораторію, треба простежити, щоб всі вимикачі, тумблери, кнопки, що вимикають елементи були в положенні «Вимкнуто».
11. Не можна залишати стенди і інше обладнання підключене до мережі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ТЕМА: Дослідження будови та принципу дії машини постійного струму

МЕТА РОБОТИ: Навчитися визначати особливості конструкції та роботи машини постійного струму

ХІД РОБОТИ:

1. Дослідити особливості конструкції машини постійного струму
2. Перевірити електричне коло електричної машини, намалювати принципову електричну схему машини
3. Виконати реверсування електричної машини

В звіт включити:

1. Електричну схему машини
2. Ескізи основних вузлів машини постійного струму
3. Відповіді на контрольні запитання (картка 1.1.1 – 1.1.4, с.10 -11)

1. Принципова електрична схема машини

2 Ескізи основних вузлів машини постійного струму

2.1 Ескіз статора

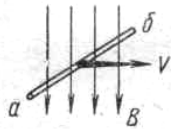
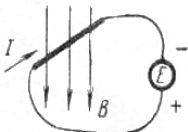
2.2 Ескіз якоря

Тема 1. Принцип дії машин постійного струму

КАРТКА 1.1.1

Основні поняття, щодо електричної машини

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. В.1 - §1.1, с. 5 – 18.

1	Обвести літеру з вірною відповіддю. На якому законі засновано принцип дії електричних машин?	а) законі Ома; б) законі Кірхгофа; в) законі електромагнітної індукції; г) законі Кулона
2	За яким правилом визначається напрямок ЕРС в робочому провіднику	а) буравчика; б) правої руки; в) лівої руки.
3	Для перетворення механічної енергії в електричну призначені	а) генератори; б) двигуни; в) трансформатори.
4	Оборотністю машини називається властивість	а) обертатися як в одному напрямку так і іншому; б) працювати як у режимі генератора так і двигуна; в) створювати гальмування
5	Геометричним нейтралом в машині називається лінія, яка проходить	а) лінія, яка проходить через центр полюсів; б) лінія в центрі поміж полюсами; в) лінія, яка проходить через центр машини у будь-якому місці.
6	Визначити напрямок ЕРС в провіднику 	а) від точки <i>a</i> до точки <i>б</i> ; б) від точки <i>б</i> до точки <i>a</i> .
7	В який бік буде направлена сила, що діє на провідник? 	а) вліво; б) вправо.

ЗАДАЧА 1.1.2

Чому дорівнює індукована ЕРС, якщо магнітна індукція, яка перетинає провідник $B = 1$ Тл, активна довжина провідника $l = 10$ см, швидкість, з якою провідник перетинає магнітне поле $v = 1$ м/с.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.1.3

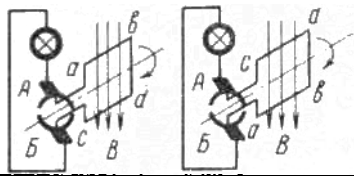
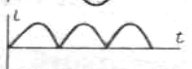
Визначити силу, яка діє на провідник довжиною $l = 25$ см зі струмом $I = 10$ А, який знаходиться в магнітному полі з магнітною індукцією $B = 0,75$ Тл.

Рішення: _____

КАРТКА 1.1.4

Конструкція та принцип дії машини постійного струму

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §1.2-§1.3, с. 16 – 31.

1	Знайти вірну відповідь для рисунка 1 та 2 і обвести вірну відповідь. В якому напрямку проходить струм через навантаження? 	а) 1) від А до Б; 2) від А до Б; б) 1) від Б до А; 2) від Б до А; в) 1) від А до Б; 2) від Б до А; г) 1) від Б до А; 2) від А до Б.
2	Яку форму має струм, який протікає через навантаження на попередньому рисунку?	а)  б) 
3	У якого генератора більше пульсація на щітках, якщо при рівних інших умовах другий генератор має вдвічі більше колекторних пластин?	а) у першого генератора; б) у другого генератора; в) пульсації однакові; г) для відповіді недостатньо даних.
4	Обмотка на головних полюсах називається	а) обмоткою якоря; б) компенсаційною обмоткою в) обмоткою збудження.
5	З якого матеріалу виготовляють осердя якоря та полюсів?	а) електротехнічна холоднокатана сталь; б) електротехнічна гарячекатана сталь; в) конструкційна сталь; г) чавун.
6	Колектор в машині постійного струму є:	а) пристроєм для перетворення змінного струму в якорі в постійний зовні і навпаки; б) пристроєм для зняття напруги з якоря; в) пристроєм, по якому струм подається на якір.
7	Якорем називається	а) частина, що обертається; б) та частина, на якій розташовано робочу обмотку, в якій індукуються ЕРС; в) нерухома частина машини
8	З якою метою осердя якоря набирають з тонких листів електротехнічної сталі, ізолюваних один від одного ?	а) з конструктивних міркувань; б) щоб збільшити опір матеріалу центробіжним силам; в) щоб зменшити теплові втрати в машині.
9	Який елемент не належить до конструкції колектора?	а) міканітові прокладки; б) міканітова манжета; в) пружина; г) втулка.

Тема 2. Обмотки в машинах постійного струму

КАРТКА 1.2.1

Обмотки машин постійного струму

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §1.4 – §1.5 , с. 32 – 42.

1	Обвести літеру з вірною відповіддю. Що є елементом обмотки якоря?	а) котушка; б) паз; в) секція.
2	Який тип обмотки якоря не існує?	а) петльова; б) гвинтова; в) хвильова.
3	Секція простої петльової обмотки закладена в перший та п'ятий паз осердя якоря. Чому дорівнює перший частковий крок з якоря?	а) 3; б) 5; в) 4.
3а	Друга секція укладена в другий і шостий пази. Чому дорівнює другий частковий крок з якоря?	а) 1; б) 4; в) 3.
4	До яких колекторних пластин потрібно приєднати першу та другу секції простої петльової обмотки якоря?	а) першу секцію до 1 і 5, другу до 2 та 6; б) першу секцію до 1 та 2, другу до 2 та 3
5	У простої хвильової обмотки якоря результуючий крок з якоря дорівнює $y = 10$ пазів, перший частковий крок $y_1 = 5$ пазів. Чому дорівнює другий частковий крок з якоря?	а) $y_2 = 1$ паз; б) $y_2 = 4$ пази; в) $y_2 = 5$ пазів.
6	Скільки секцій простої хвильової обмотки укладають за один обхід по якорю?	а) стільки, скільки пар полюсів; б) стільки, скільки полюсів; в) усі секції.
7	Скільки щіток потрібно накласти на колектор в чотирьохполюсній машині?	а) 2; б) 4; в) 6.
8	Скільки паралельних гілок $2a$ в шестиполюсній машині, якщо на якорі закладена хвильова обмотка?	а) $2a = 6$; б) $2a = 4$; в) $2a = 2$.

ЗАДАЧА 1.2.2

Визначити ЕРС машини постійного струму, якщо активних провідників в обмотці якоря $N = 360$. Кількість полюсів $2p = 4$, на якорі закладено просту петльову обмотку, частота обертання якоря $n = 2000$ об/хв., магнітний потік полюсів $\Phi = 0,01$ Вб.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.2.3

Визначити електромагнітну потужність машини постійного струму $P_{ем}$ та електромагнітний момент $M_{ем}$, якщо ЕРС якоря $E_a = 230$ В, частота обертання якоря $n = 1440$ об/хв., струм якоря $I_a = 110$ А.

Рішення: _____

До КАРТКИ 1.2.1
намалювати рисунки по запитанням 3, 3а, 4

Рисунок 3

Рисунок 3а

Рисунок 4

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Для простої двошарової обмотки якоря машини постійного струму визначити кроки по якорю і колектору, накреслити розгорнуту схему обмотки й обчислити ЕРС якоря. Відповідно до розрахунку накреслити розгорнуту схему обмотки показати кроки по якорю і колектору та розташування полюсів.

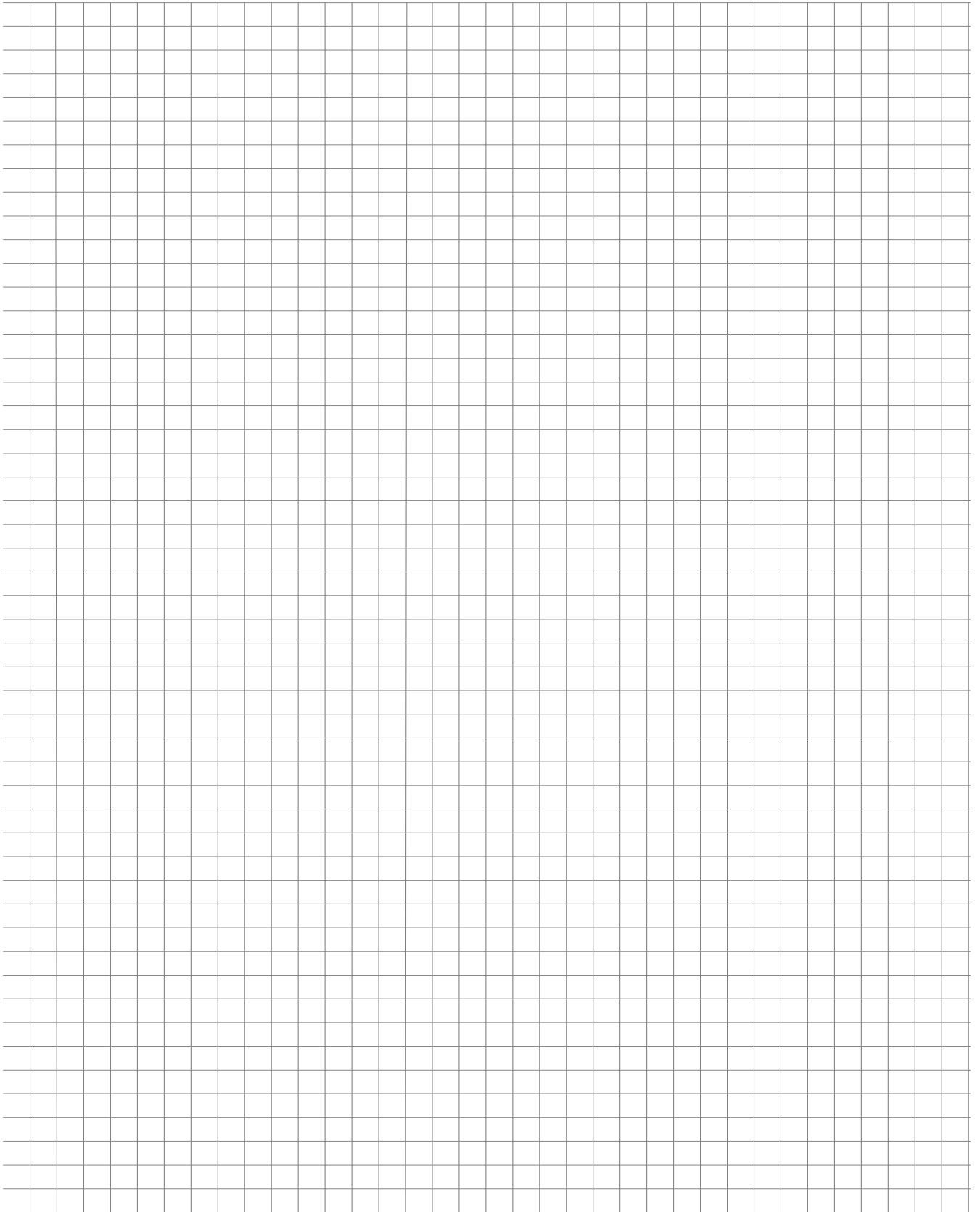
Необхідні для вирішення задачі величини та їх значення приведені у таблиці 1 відповідно до варіанту в журналі групи.

Таблиця 1

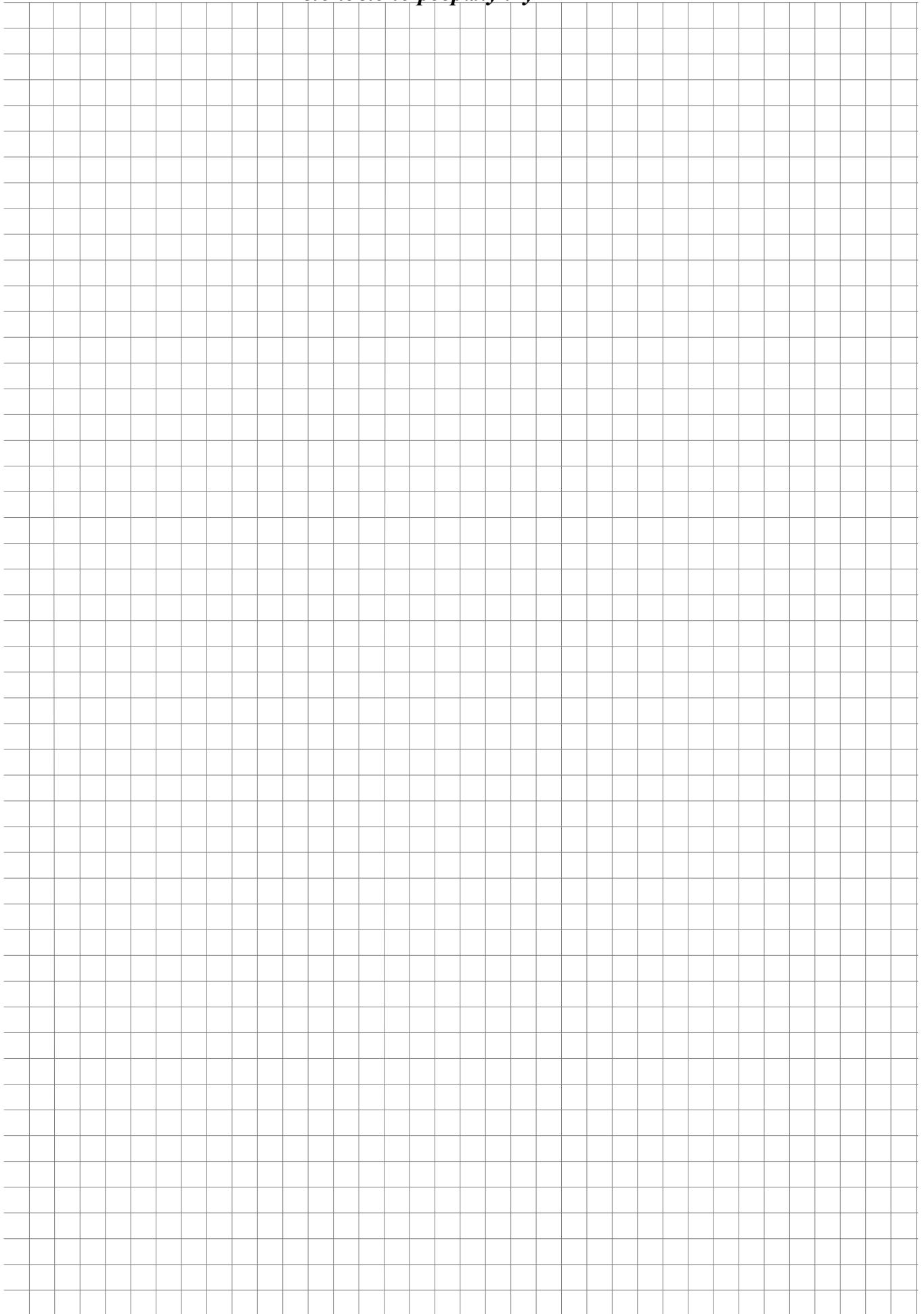
Найменування величин	Одиниці	Номери варіантів				
		1, 11, 21, 31	2, 12, 22, 32	3, 13, 23, 33	4, 14, 24, 34	5, 15, 25, 35
1	2	3	4	5	6	7
Тип обмотки	-	петльова	хвильова	петльова	хвильова	петльова
Кількість елементарних пазів, Z_e	-	16	25	20	28	24
Кількість витків у секції, ω_c	-	4	4	2	5	3
Кількість полюсів, $2p$	-	4	6	4	6	6
Магнітний потік на пару полюсів, Φ	Вб	0,075	0,012	0,244	0,00865	0,132
Частота обертання якоря, n	об/хв	1440	960	1420	950	1450

Продовження таблиці 1

Найменування величин	Одиниці	Номери варіантів				
		6, 16, 26, 36	7, 17, 27, 37	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20, 30
1	2	3	4	5	6	7
Тип обмотки	-	хвильова	петльова	хвильова	петльова	хвильова
Кількість елементарних пазів, Z_e	-	21	28	19	24	23
Кількість витків у секції, ω_c	-	4	3	4	4	5
Кількість полюсів, $2p$	-	4	6	6	4	4
Магнітний потік на пару полюсів, Φ	Вб	0,0446	0,0285	0,081	0,0765	0,01
Частота обертання якоря, n	об/хв	920	1440	750	940	2900

Рішення задачі

***Електрична схема якірної обмотки
відповідно розрахунку***



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ТЕМА: Дослідження комутації в машинах постійного струму

МЕТА РОБОТИ: Навчитися візуально визначити ступінь іскріння на колекторі

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділки всіх приладів.
2. Ввімкнути привідний двигун з допомогою контактної вимикача К-1.
3. Подати напругу постійного струму 110В на незалежну обмотку збудження перемикачем К-2.
4. Візуально оглянути щіточко рухомий контакт, впевнитися у відсутності іскріння під щітками, дані приладу записати у таблицю 2.1.
5. При включених додаткові полюси (ДП) перемикачем К-3 підключити навантаження на генератор та ручкою реостата встановити струм генератора $0,5 I_n$, номінальний струм генератора – $I_n=2\text{ А}$.
Значення вимірювальних приладів і ступінь іскріння записати в таблицю 2.1.
6. Тумблером К-4 вимкнути обмотку додаткових полюсів і визначити ступінь іскріння. Покази приладів записати в таблицю 2.1.
7. Включити ДП, встановити номінальне навантаження генератора ($I_n=2\text{ А}$), визначити ступінь іскріння. Дані досліджень записати в таблицю 2.1.
8. Виключити ДП, визначити ступінь іскріння. Дані досліджень записати в таблицю 2.1.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Як змінюється іскріння при зміні навантаження та швидкості обертів?
2. Які причини визивають іскріння?
3. Чому значне іскріння негативно впливає на роботу машини?

В звіт включити:

1. Таблицю спостережень.
2. Відповіді на контрольні запитання (картка 1.3.1, с.16).

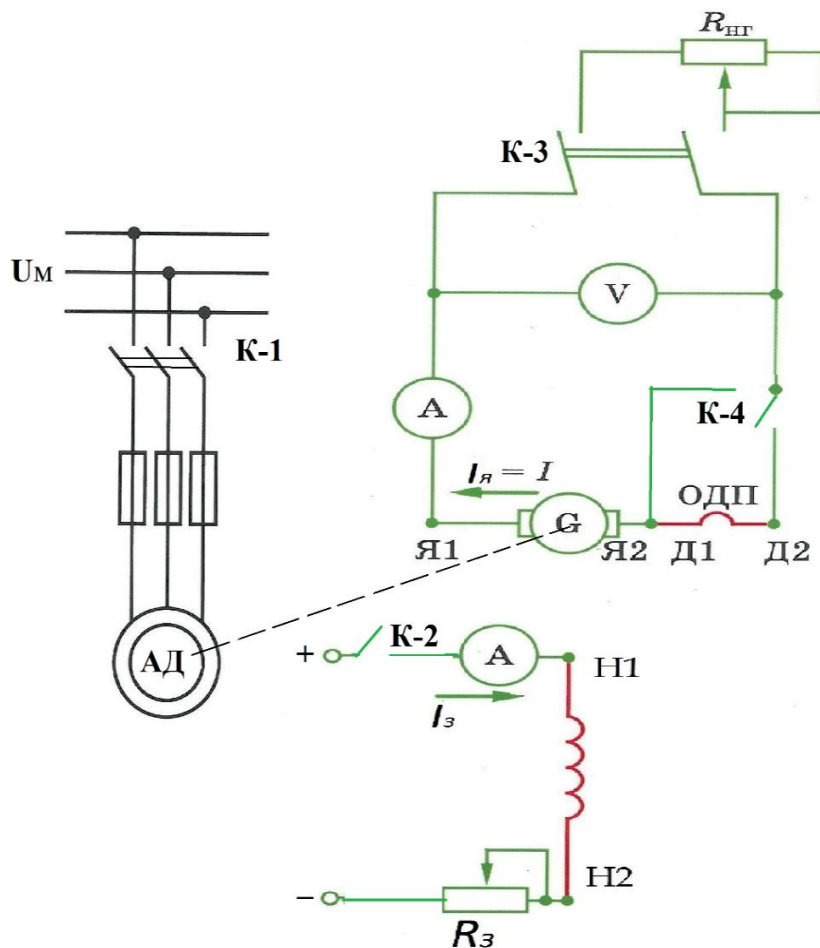


Рис. 1 - Принципова електрична схема стенду №2

Таблиця 2.1 - Результати дослідів

	Досліди	$U_{\Gamma}, \text{В}$	$I_{\text{н}}, \text{А}$	$I_{\text{зб}}, \text{А}$	$I_{\text{дп}}, \text{А}$	Ступінь іскріння
1	Дослід холостого ходу генератора					
2	Дослід навантаження, $I_{\text{н}}=1\text{А}$ ДП - включені					
3	Дослід навантаження ДП - виключені					
4	Дослід навантаження, $I_{\text{н}}=2\text{А}$ ДП - включені					
5	Дослід навантаження ДП - виключені					

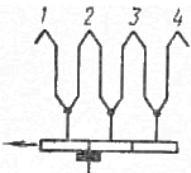
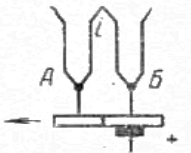
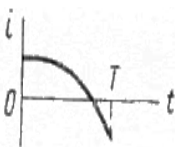
Висновок :

Тема 3. Комутація в машинах постійного струму

КАРТКА 1.3.1

Комутація в машинах постійного струму

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §1.9 с. 53 – 66

1	Яка ступінь іскріння не існує в електричній машині?	а) 1; б) $1\frac{1}{4}$; в) $1\frac{1}{2}$; г) 2; д) 2,5; е) 3.
2	Яка секція комутується в даний момент часу? 	а) секція 1; б) секція 2; в) визначити неможливо.
3	Куди направлений струм i , якщо машина працює в режимі генератора? 	а) від А до Б; б) від Б до А;
4	Струм в комутуючій секції змінюється за графіком: Який це вид комутації? 	а) криволінійна прискорена; б) прямолінійна; в) криволінійна уповільнена.
5	Від чого залежить ЕРС самоіндукції?	а) від ширини секції; б) від кількості витків секції; в) від ширини щітки.
6	Для поліпшення комутації обмотки додаткових полюсів підключають	а) послідовно з обмоткою якоря; б) паралельно з обмоткою якоря; в) підключають до окремого джерела живлення.
7	Прямолінійну комутацію можна отримати за рахунок зсуву щіток з геометричної нейтралі. Який основний недолік цього способу?	а) залежність кута зсуву щіток від величини навантаження; б) складність визначення геометричної нейтралі машини.
8	Де повинні розташовуватись щітки машини, яка не має додаткових полюсів, щоб комутація була прямолінійною?	а) на фізичній нейтралі; б) на геометричній нейтралі; в) за фізичною нейтраллю.
9	Який спосіб покращення комутації доцільно використовувати в машинах при змінному графіку навантаження?	а) зсув щіток з геометричної нейтралі; б) збільшення ширини щітки; в) встановлення додаткових полюсів.

Тема 4. Реакція якоря в машинах постійного струму

КАРТКА 1.4.1

Реакція якоря в машинах постійного струму

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §1.8 с. 47 - 53.

1	Найти вірну відповідь і обвести літеру. Який елемент не належить до магнітного ланцюга машини постійного струму?	а) станина; б) обмотка збудження; в) осердя головних полюсів; г) повітряний зазор.
2	В якому місці машини постійного струму МРС холостого ходу дорівнює нулю?	а) на геометричній нейтралі; б) по вісі полюсів; в) у всіх точках на якорі.
3	Які МРС діють в машині при навантаженні?	а) МРС холостого ходу; б) МРС збудження; в) МРС якоря і МРС збудження.
4	Реакцією якоря називається	а) зменшення магнітного поля машини при збільшенні навантаження; б) спотворення магнітного поля при збільшенні навантаження; в) вплив поля якоря на поле збудження; г) збільшення іскріння під щітками.
5	Фізична нейтраль це	а) лінія в центрі поміж полюсами; б) лінія, що проходить через точки на якорі, в яких $B = 0$; в) лінія, яка проходить через центр полюсів.
6	Як зміниться ЕРС генератора при збільшенні навантаження ?	а) збільшиться; б) не зміниться; в) зменшиться.
7	На якій частині машини розташовують компенсаційну обмотку?	а) на якорі; б) на додаткових полюсах; в) в полюсні наконечники головних полюсів.
8	Як включають компенсаційну обмотку для автоматичної компенсації реакції якоря?	а) послідовно з обмоткою якоря; б) паралельно з обмоткою якоря; в) послідовно з обмоткою збудження.
9	В яких машинах застосовують компенсаційну обмотку?	а) в машинах малої потужності; б) в машинах середньої потужності; в) в машинах великої потужності.
10	Як потрібно змінити повітряний зазор під полюсами, щоб послабити реакцію якоря?	а) збільшити; б) не змінювати; в) зменшити.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ТЕМА: Випробування генератора постійного струму незалежного збудження

МЕТА РОБОТИ: Навчитися знімати характеристики генератора і визначити властивості машини

ХІД РОБОТИ:

- 1) Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділки всіх приладів.
- 2) Подати напругу на привідний двигун перемикачем К-1, перемикачем К-2 подати напругу на обмотку збудження від стаціонарного джерела.

Зняти характеристику холостого ходу

- 3) Ступінчато змінюючи опір в обмотці збудження $R_{зб.}$ (зменшуючи 4 -5 разів, а потім збільшуючи його 4-5 разів) знімаємо покази E_1 , E_2 , $I_{зб.}$ ($E = U_0$). Покази вимірювань заносимо в таблицю 3.1.

Зняття зовнішньої характеристики

- 4) Змінюючи опір $R_{зб.}$ встановити максимальну напругу при неробочому ході, показання приладів U_r , I_n , $I_{зб.}$ занести в таблицю 3.2.
- 5) Підключити R_n перемикачем К-3, ступінчато (3-4 р) збільшуючи опір R_n знімати показники приладів U_r , I_n , $I_{зб.}$ та заносити таблицю 3.2.
- 6) Опір R_n зменшити до нуля.

Зняття регулюючої характеристики

- 7) Реостатом $R_{зб.}$ встановити напругу генератора приблизно-70% від максимального значення в режимі холостого ходу.
- 8) Збільшивши опір навантаження R_n підтримувати виставлену напругу генератора за допомогою зміни опору в колі збудження. Дослід виконати 3-4 рази. Показання приладів U_r , I_n , $I_{зб.}$ занести в таблицю 3.3.
- 9) Вимкнути перемикачі в послідовності К-3, К-2 та К-1.

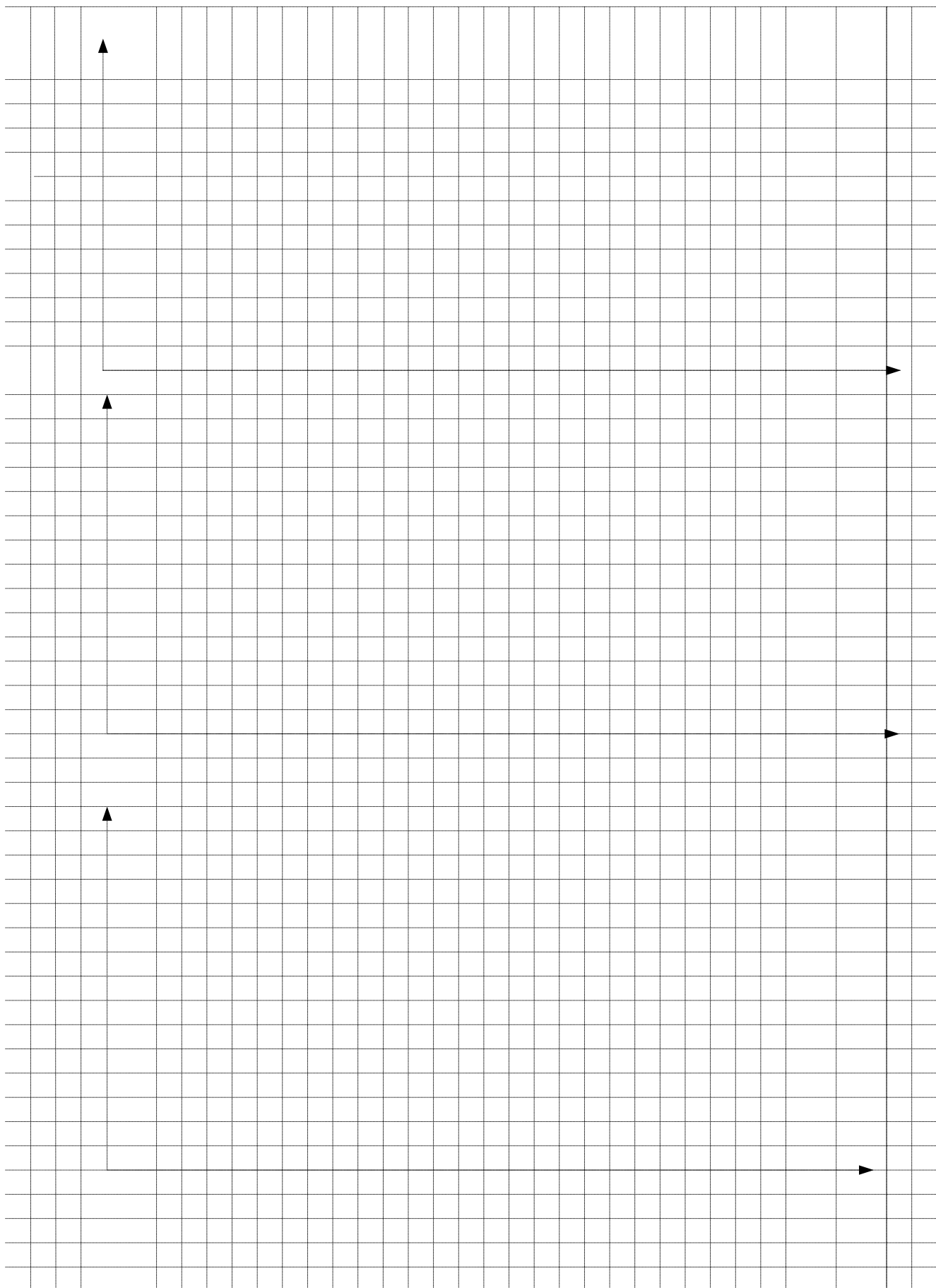
По значенням таблиці побудувати характеристики генератора та занести їх в звіт.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Пояснити характер зміни кривої характеристики холостого ходу.
2. Від чого залежить величина і напрямок ЕРС?
3. Вкажіть на недоліки і переваги генератора незалежного збудження.

В звіт включити:

1. Електричну схему випробувального стенду.
2. Таблиці даних дослідів.
3. Побудовані в масштабі характеристики генератора.
4. Відповіді на контрольні запитання (картка 1.5.1)

Будуємо характеристики***Висновок :***

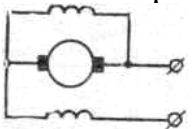
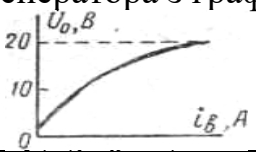
Тема 5. Генератори постійного струму

КАРТКА 1.5.1

Класифікація генераторів постійного струму, принцип дії, основні рівняння.

Генератори незалежного збудження.

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §2.1 – §2.2, с. 71- 80.

1	На схемі зображено генератор 	а) з послідовним збудженням; б) з паралельним збудженням; в) зі змішаним збудженням.
2	Який ланцюжок відповідає принципу дії генератора постійного струму?	а) $M_1 \rightarrow E_a \rightarrow I_a \rightarrow I_a R_a \rightarrow U$; б) $P_1 \rightarrow I_a \rightarrow I_a R_a \rightarrow E_a \rightarrow U$; в) $M_{em} \rightarrow I_a \rightarrow E_a \rightarrow I_a R_a \rightarrow U$.
3	У якому генераторі неможливо змінити магнітний потік	а) з постійними магнітами; б) з паралельним збудженням; в) зі змішаним збудженням.
4	Характеристикою холостого ходу генератора називається залежність	а) $E_a = f(I_n)$ при $n = const$ та $I_{зб} = const$ б) $I_{зб} = f(I_n)$ при $n = const$ та $U = const$; в) $E = f(I_{зб})$ при $n = const$ та $I_n = 0$.
5	Яка з перелічених величин не вказується на заводському щітку генератора постійного струму?	а) номінальна потужність; б) номінальна ЕРС; в) номінальна напруга і струм; г) номінальна частота обертання.
6	Частота обертання генератора незалежного збудження збільшилась в 2 рази. Як зміниться ЕРС генератора?	а) не зміниться; б) збільшиться в 2 рази; в) зменшиться в 2 рази.
7	Визначити ЕРС залишкового магнетизму генератора з графіка 	а) 2 В; б) близько 20 В; в) для відповіді на питання недостатньо даних.
8	В генераторі електромагнітний момент є:	а) обертальним; б) гальмівним; в) обумовлений тертям

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ТЕМА: Випробування генератора постійного струму паралельного збудження

МЕТА РОБОТИ: Навчитися знімати характеристики генератора і визначити властивості машини

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів.

2. Перемикачем К-1 включити привідний двигун.

3. Зняття характеристики холостого ходу

а) при стумі генератора $I_r = 0$, ступінчато зменшуючи опір збудження $R_{зб.}$ (4-5 раз) знімати покази приладів U_r і $I_{зб.}$ і занести в таблицю 4.1.

б) ступінчато збільшуючи опір збудження $R_{зб.}$ (4-5 раз) зняти покази приладів U_r і $I_{зб.}$ і занести в таблицю 4.1.

4. Зняття зовнішньої характеристики

а) встановити мінімальне значення опору збудження $R_{зб.}$ та записати покази приладів U_r і $I_{зб.}$ в таблицю 4.2.

б) перемикачем К-2 підключити до опору навантаження $R_{нав.}$ змінюючи його (6-8 разів), зняти покази приладів U_r , $I_{зб.}$, I_n , дані занести в таблицю 4.2, виключити навантаження.

5. Зняття регулювальної характеристики

а) реостатом $R_{зб.}$ встановити напругу приблизно -70% від максимального значення U_r , при $I_n = 0$.

б) перемикачем К-2 підключити опір навантаження $-R_n$ та, підтримати встановлену напругу генератора зменшуючи опір в колі збудження $-R_{зб.}$.

в) збільшуючи опір навантаження R_n , підтримати встановлену напругу генератора зменшуючи опір в колі збудження $-R_{зб.}$, виконати 3-4рази. Показання приладів U_r і $I_{зб.}$, I_n записати в таблицю 4.3.

6. Реостати та тумблери установити в початкове положення, виключити стенд.

7. За даними таблиць побудувати характеристики.

8. Відповісти на контрольні запитання.

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду.

2. Таблиці з результатами дослідів.

3. Характеристики генератора, побудовані на основі дослідів в масштабі.

4. Відповіді на контрольні запитання (картка 1.5.2 ст.25).

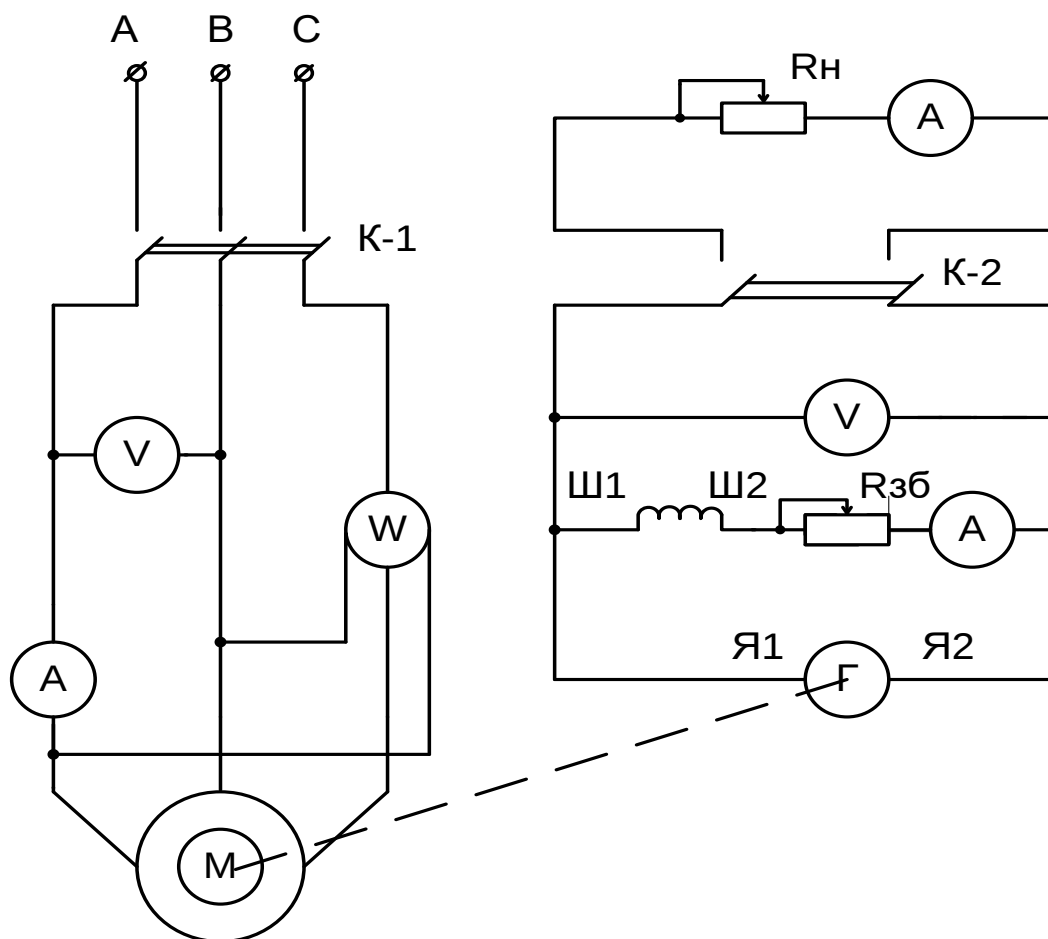


Рис. 3 - Принципова електрична схема стенду №4

Таблиця 4.1

№	$I_{3б.}$	E_1	E_2
	A	B	B
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Таблиця 4.2

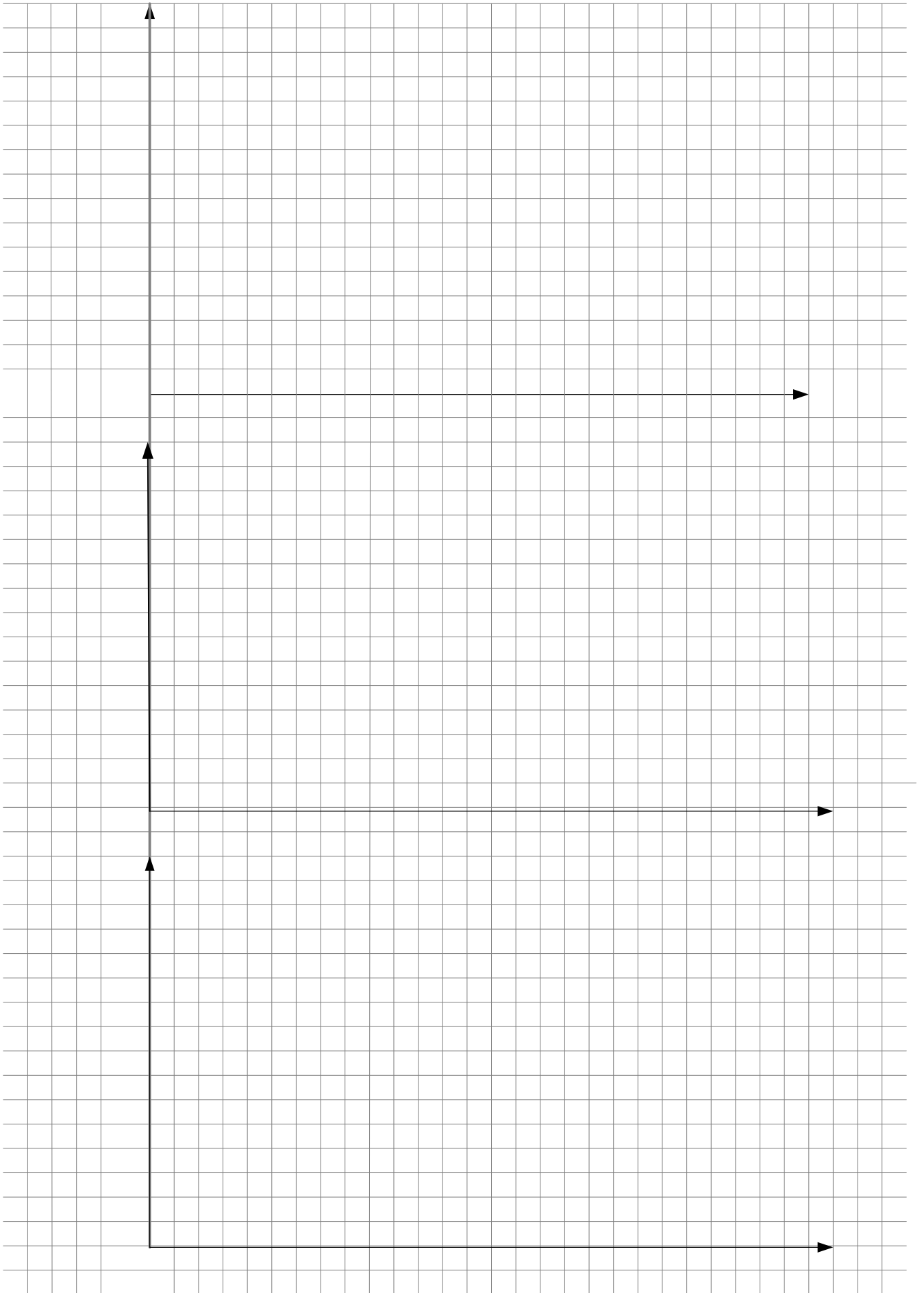
№	$I_{н.}$	$U_{г.}$	$I_{3б.}$
	A	B	A
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Таблиця 4.3

№	$I_{н.}$	$U_{г.}$	$I_{3б.}$
	A	B	A
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Висновок :

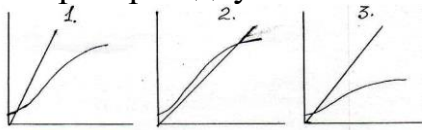
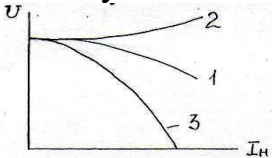
Будуємо характеристики в масштабі



КАРТКА 1.5.2

Генератори паралельного збудження.

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] § 2.3 с. 80 – 84.

1	Яка з приведених умов не є умовою самозбудження генератора постійного струму?	а) малий опір ланцюга збудження; б) наявність джерела живлення для обмотки збудження; в) наявність залишкового магнетизму; г) відповідна полярність струму в обмотці збудження.
2	Який з графіків відповідає тому, що в генераторі відбулося самозбудження? 	а) графік 1; б) графік 2; в) графік 3.
3	Зовнішньою характеристикою генератора називається залежність:	а) $U = f(I_{зб})$ при $n = const$ та $I_H = const$; б) $I_{зб} = f(I_H)$ при $n = const$ та $U = const$; в) $U = f(I_H)$ при $n = const$ та $I_{зб} = const$.
4	Що потрібно зробити, щоб при збільшенні навантаження напруга генератора не зменшувалась?	а) зменшити навантаження; б) збільшити струм збудження; в) зменшити частоту обертання якоря.
5	Регулювальний реостат в генераторі потрібен для регулювання:	а) струму навантаження; б) частоти обертання якоря; в) струму збудження;
6	Зовнішня характеристика генератора паралельного збудження має вигляд: 	а) крива 1; б) крива 2; в) крива 3.
7	Регулювальна характеристика генератора постійного струму показує, як потрібно змінити..., щоб напруга на навантаженні залишалась незмінною	а) струм навантаження; б) частоту обертання; в) струм збудження;
8	Знайти невірне рівняння Яке рівняння не відповідає рівнянню потужності генератора постійного струму?	а) $P_1 = P_o + P_{ea} + P_{зб}$; б) $P_2 = P_1 - \sum P$; в) $P_1 = P_2 + P_o + P_{ea} + P_{зб}$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ТЕМА: Випробування генератора постійного струму змішаного збудження.

МЕТА РОБОТИ: Навчитися знімати характеристики генератора та визначити властивості машин.

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів.
2. Рубильником К-1 ввімкнути привідний двигун.
3. При **відключеному** навантаженні подати напругу на обмотку збудження перемикачем К-2, встановити напругу генератора максимальною змінюючи величину $R_{зб}$. Покази приладів записати в таблицю 5.1.
4. **Зняття зовнішньої характеристики**
 - а) Тумблером К-3 підключити R_n , збільшуючи ступінчато R_n (4-5разів) зняти покази U_r , I_n , $I_{зб}$, і записати їх в таблицю 5.1.
5. **Зняття регулюючої характеристики**
 - а) Тумблером К-3 відключити R_n , встановити напругу приблизно 60-70% від максимального значення U_r за допомогою зміни $R_{зб}$.
 - б) Тумблером К-3 підключити R_n та підтримати попередньо встановлене значення U_r за допомогою зміни опору в колі збудження $R_{зб}$.
Збільшуючи R_n , дослід повторити 4-5 разів. Покази приладів записати в таблицю 5.2.
6. **Відключити стенд**, поміняти полярність обмотки збудження C_1 і C_2 помінявши провідники місцями.
7. Ввімкнути стенд, зняти зовнішню і регулюючу характеристики згідно пунктів 4 і 5. Дані занести в таблиці 5.3 та 5.4.
8. Відключити перемикачі К-3, К-2, К-1.
9. За знятими даними побудувати по дві характеристики на одній координатній площині при різному з'єднанні обмоток збудження.

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду.
2. Таблиці даних випробувань.
3. Характеристики генератора побудовані за дослідом.
4. Відповіді на контрольні запитання (картка № 1.5.3, задачі № 1.5.4, №1.5.5)

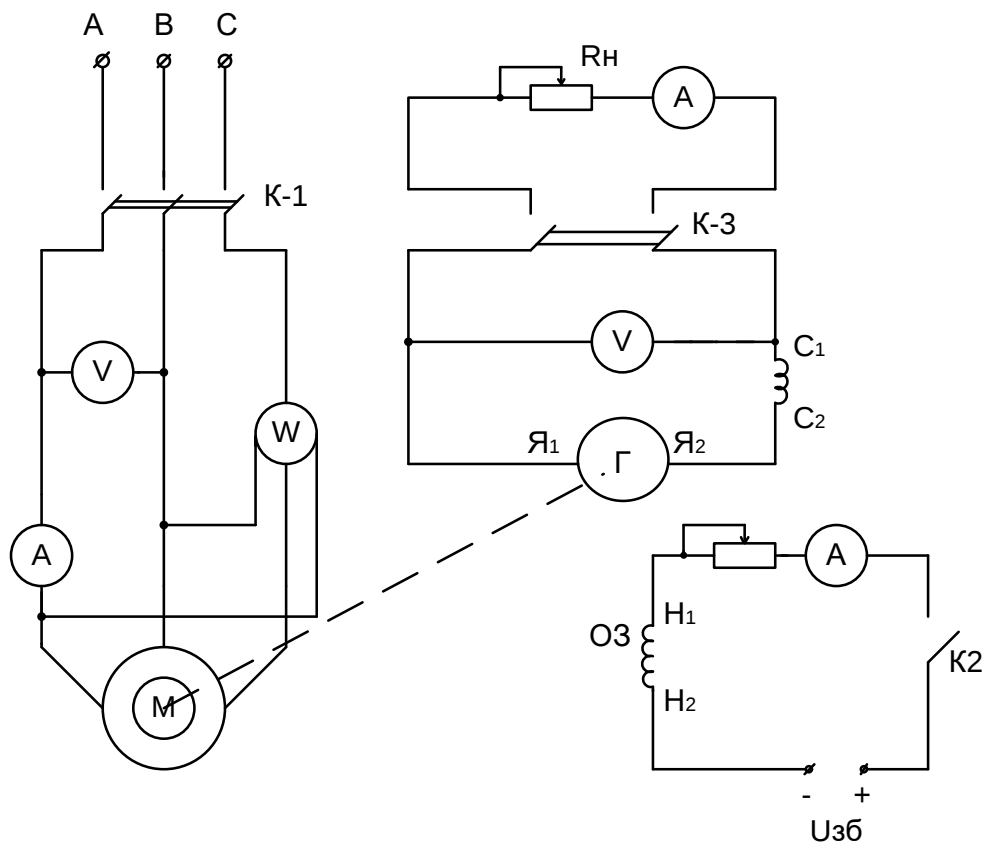


Рис. 4 - Принципова електрична схема стенду №5

Таблиця 5.1

	$U_{\Gamma}, \text{В}$	$I_{\text{н.}}, \text{А}$	$I_{3\text{б.}}, \text{А}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Таблиця 5.2

	$U_{\Gamma}, \text{В}$	$I_{\text{н.}}, \text{А}$	$I_{3\text{б.}}, \text{А}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			

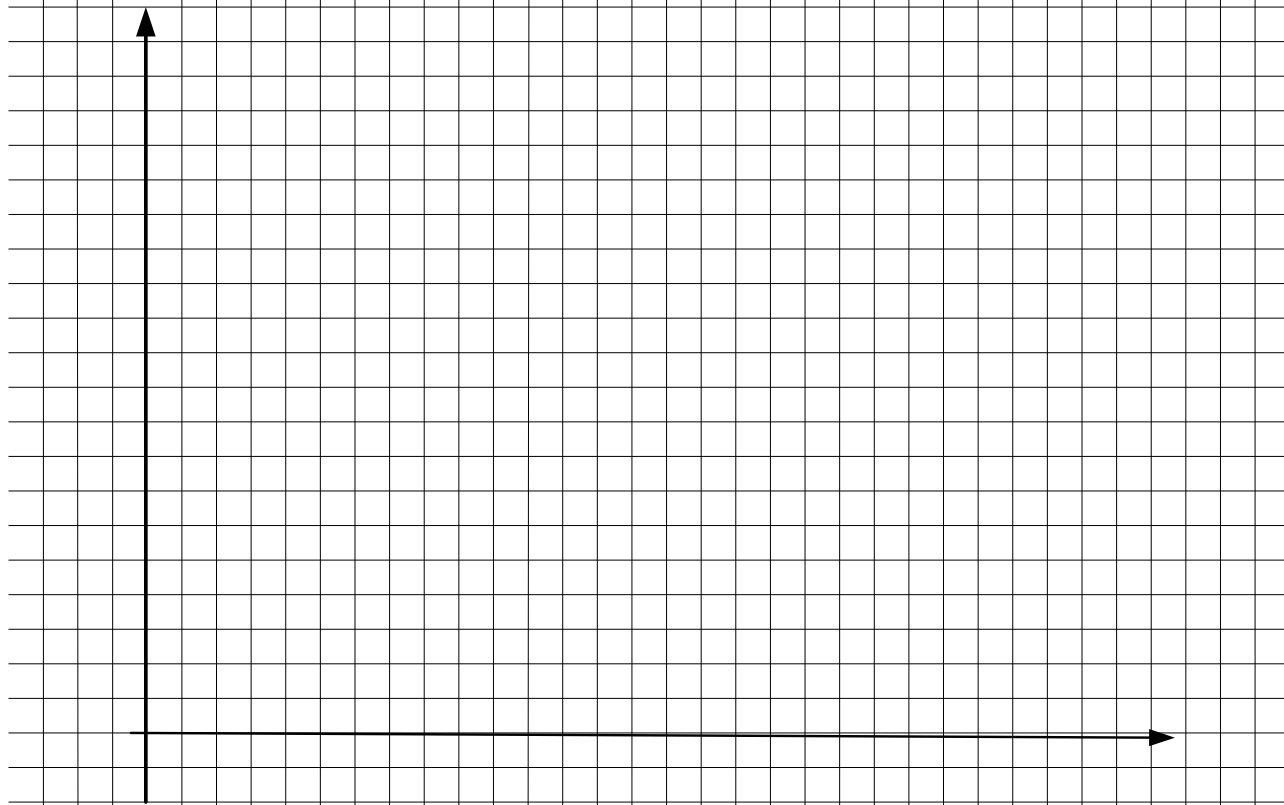
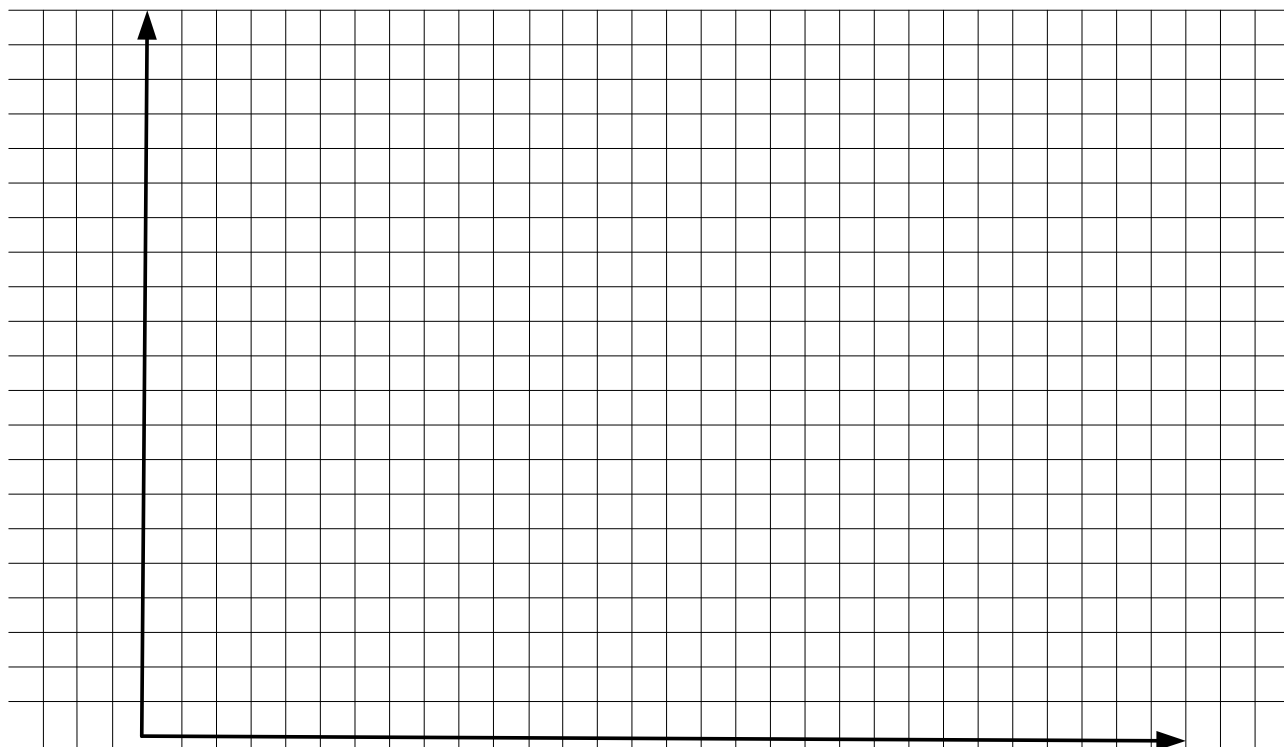
Таблиця 5.3

	U_{Γ}	$I_{\text{н.}}$	$I_{3\text{б.}}$
	В	А	А
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Таблиця 5.4

	U_{Γ}	$I_{\text{н.}}$	$I_{3\text{б.}}$
	В	А	А
1			
2			
3			
4			
5			
6			

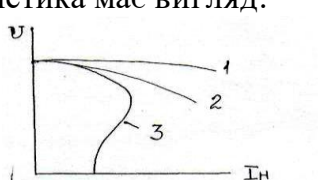
Будуємо характеристики в масштабі



Висновок :

КАРТКА 1.5.3**Генератор змішаного збудження.**

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §2.5 с. 85 – 87.

1	Яка обмотка або обмотки створюють основний магнітний потік в генераторі зі змішаним збудженням?	а) послідовна; б) паралельна; в) послідовна та паралельна.
2	При узгодженому включенні обмоток генератора змішаного збудження зовнішня характеристика має вигляд: 	а) крива 1; б) крива 2; в) крива 3.
3	Рівняння ЕРС генератора постійного струму має вигляд:	а) $E_a = U - I_a \sum R_a$; б) $U = E_a - I_a \sum R_a$; в) $U = E_a + I_a \sum R_a$.
4	Чим пояснюється різке зменшення напруги на виводах генератора змішаного збудження при зустрічному включенні ОЗ:	а) дією реакції якоря, що розмагнічує машину; б) різким збільшенням падіння напруги в якорі; в) дією послідовної обмотки збудження яка розмагнічує машину.
5	З якою метою послідовно з обмоткою збудження генератора постійного струму вмикають регулювальний реостат?	а) для регулювання навантаження; б) для регулювання напруги в обмотці збудження; в) для регулювання магнітного потоку.

ЗАДАЧА 1.5.4

Номінальна потужність генератора $P_n = 115$ кВт, номінальна напруга генератора $U_n = 115$ В. Визначити номінальний струм генератора.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.5.5

Визначити ЕРС генератора паралельного збудження E_a і величину струму якоря I_a , якщо напруга на його затискачах $U = 230$ В, опір обмотки якоря $R_a = 0,1$ Ом, опір шунтової обмотки збудження $R_{зб} = 115$ Ом, опір ланцюга навантаження $R_n = 2,3$ Ом.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.5.6

Чотириполосний генератор постійного струму паралельного збудження потужністю $P_n = 16,5 \text{ кВт}$, напругою $U_n = 115 \text{ В}$ і частотою обертання $n_n = 1460 \text{ об/хв}$, має опір обмотки якоря $R_a = 0,0425 \text{ Ом}$ та обмотки збудження $R_{зб} = 17,7 \text{ Ом}$. Обмотка якоря проста хвильова, кількість активних провідників у обмотці $N = 246$.

Визначити струм, який генератор віддає в навантаження I_n , струм якоря генератора I_a , ЕРС якоря E_a , магнітний потік Φ і електромагнітний момент $M_{ем}$, втрати потужності в якорі P_a і обмотці збудження $P_{зб}$ при номінальному режимі роботи.

1. Принципова електрична схему генератора

Рішення: _____

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

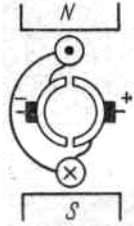
Тема 6. Двигуни постійного струму

КАРТКА 1.6.1

Двигуни постійного струму, принцип дії, основні формули та рівняння.

Пуск двигунів постійного струму.

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §3.1 - §3.2 с. 90 – 98.

1	Який закон покладений в основу роботи двигуна постійного струму?	а) закон Ома; б) закон Кулона; в) закон Ампера; г) закон електромагнітної індукції.
2	 В який бік обертається цей виток?	а) за годинниковою стрілкою; б) проти годинникової стрілки.
3	Який ланцюжок відповідає принципу дії двигуна постійного струму?	а) $U \rightarrow I_a \rightarrow M_{\text{ем}} \rightarrow n \rightarrow E_a$; б) $P_1 \rightarrow I_a \rightarrow I_a R_a \rightarrow E_a \rightarrow U$; в) $M_{\text{ем}} \rightarrow I_a \rightarrow E_a \rightarrow n \rightarrow U$.
4	Яке рівняння відповідає рівнянню ЕРС двигуна постійного струму?	а) $E_a = U / I_a \sum R_a$; б) $U = E_a - I_a \sum R_a$; в) $U = E_a + I_a \sum R_a$.
5	Потужність, що споживає двигун з мережі, дорівнює 1000 Вт. Корисна потужність, яку двигун віддає споживачу дорівнює 850 Вт. Визначити ККД двигуна.	а) 1,17; б) 0,9; в) 0,85; г) 0,8
6	Який з моментів пропорційний струму якоря двигуна?	а) електромагнітний момент; б) момент холостого ходу; в) корисний момент.
7	Яке рівняння не відповідає рівнянню потужності генератора постійного струму:	а) $P_1 = P_o + P_{\text{еа}} + P_{\text{зб}}$; б) $P_2 = P_1 - \sum P$; в) $P_1 = P_2 + P_o + P_{\text{еа}} + P_{\text{зб}}$.
8	Як зміниться електромагнітний момент двигуна, якщо струм якоря збільшився в 2 рази, а магнітний потік зменшився в 2 рази?	а) залишиться незмінним; б) збільшиться в 2 рази; в) зменшиться в 2 рази; г) збільшиться в 4 рази
9	У якому разі реверсування двигуна постійного струму не відбудеться? Якщо змінити...	а) напрямку струму в обмотці якоря; б) напрямку струму в обмотці якоря і в обмотці збудження одночасно; в) напрямку струму в обмотці збудження.
10	В мить пуску двигуна через його якір протікає великий пусковий струм, тому що:	а) тертя в підшипниках нерухомого якоря більше, ніж в обертальному; б) малий опір обмотки якоря; в) пусковий момент перевищує номінальний; г) в мить пуску відсутнє проти -ЕРС двигуна.
11	Для чого при пуску двигунів постійного струму застосовують пусковий реостат?	а) для регулювання струму збудження; б) для зменшення підведеної напруги; в) для регулювання струму якоря; г) для зменшення пускового струму.

ЗАДАЧА 1.6.2

Визначити обертальний момент двигуна потужністю $P_2 = 4$ кВт, якщо якір обертається з частотою $n = 1000$ об/хв..

Рішення:

ЗАДАЧА 1.6.3

Визначити ЕРС двигуна, якщо відомо, що активний опір ланцюга якоря $R_a = 0,1$ Ом, струм, який споживає двигун з мережі $I_n = 10$ А, напруга мережі $U = 100$ В.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.6.4

Визначити ККД двигуна постійного струму, якщо на двигун подано номінальну потужність 0,3 кВт, а сумарні втрати при номінальному навантаженні складають 0,1кВт.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.6.5

Визначити струм, який споживає двигун з мережі при пуску без реостату, з реостатом і в робочому режимі, якщо напруга в мережі $U = 115$ В, проти-ЕРС якоря $E_a = 110$ В, опір ланцюга якоря $R_a = 0,1$ Ом, опір пускового реостату $R_{n,p} = 1,4$ Ом.

Рішення: _____

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ТЕМА: Випробування двигуна постійного струму паралельного збудження

МЕТА РОБОТИ: Навчитися виконувати випробування двигуна та визначити особливості згідно знятих характеристик

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів.
2. Встановити пусковий опір на максимум, а опір в колі збудження двигуна мінімальним.
3. Подати напругу на двигун перемикачем К-1.
4. Вивести пусковий реостат до мінімального значення, а опір в колі збудження двигуна встановити максимальним.
5. Тахометром виміряти швидкість обертів двигуна, покази приладів занести в таблицю 6.1.
6. Ступінчато (4-5разів), змінюючи величину опору в колі збудження генератора збільшуємо навантаження на валу двигуна, покази заносимо в таблицю 6.1.
7. Вимкнути двигун, реостати встановити в початкове положення.
8. Згідно рівнянь (1-5) зробити розрахунки для кожного виконаного досліду, результати занести в таблицю 6.1.

Рівняння для розрахунків:

$$P_{1\text{дв.}} = U_{\text{дв.}} \cdot I_{\text{дв.}} \quad (1)$$

$$P_{\text{ген.}} = U_{\text{ген.}} \cdot I_{\text{ген.}} \quad (2)$$

$$P_{2\text{дв.}} = P_{\text{ген.}} / \eta_{\text{ген.}} \quad , \quad (3)$$

де $\eta_{\text{ген}}$ -ККД приймаємо - 0,85.

$$M_{\text{дв.}} = 0,975 \cdot P_{2\text{дв.}} / n_{\text{дв}} \quad (4)$$

$$\eta_{\text{дв}} = P_{2\text{дв.}} / P_{1\text{дв.}} \quad (5)$$

10. За даними таблиці 6.1 побудувати робочі характеристики двигуна та відповісти на контрольні запитання.

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду.
2. Таблицю даних випробувань.
3. Робочі характеристики двигуна побудовані в масштабі.
4. Відповіді на контрольні запитання (картка №1.6.6).

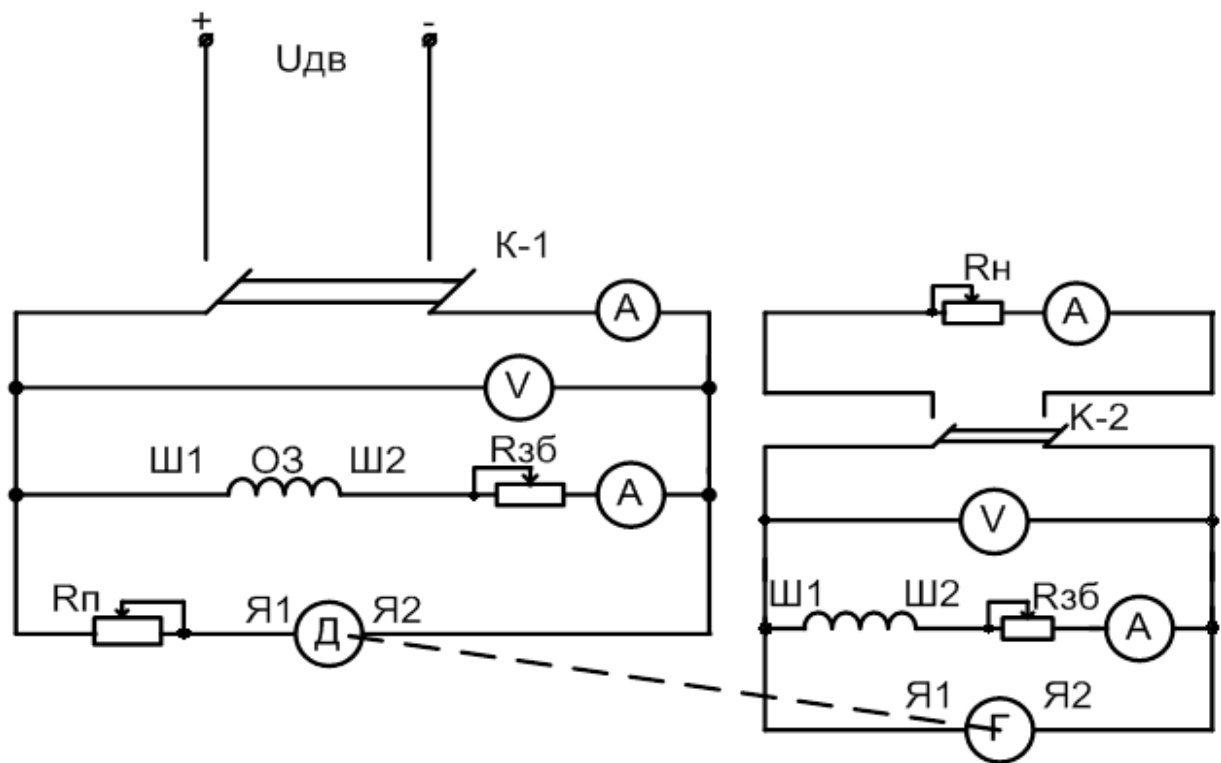
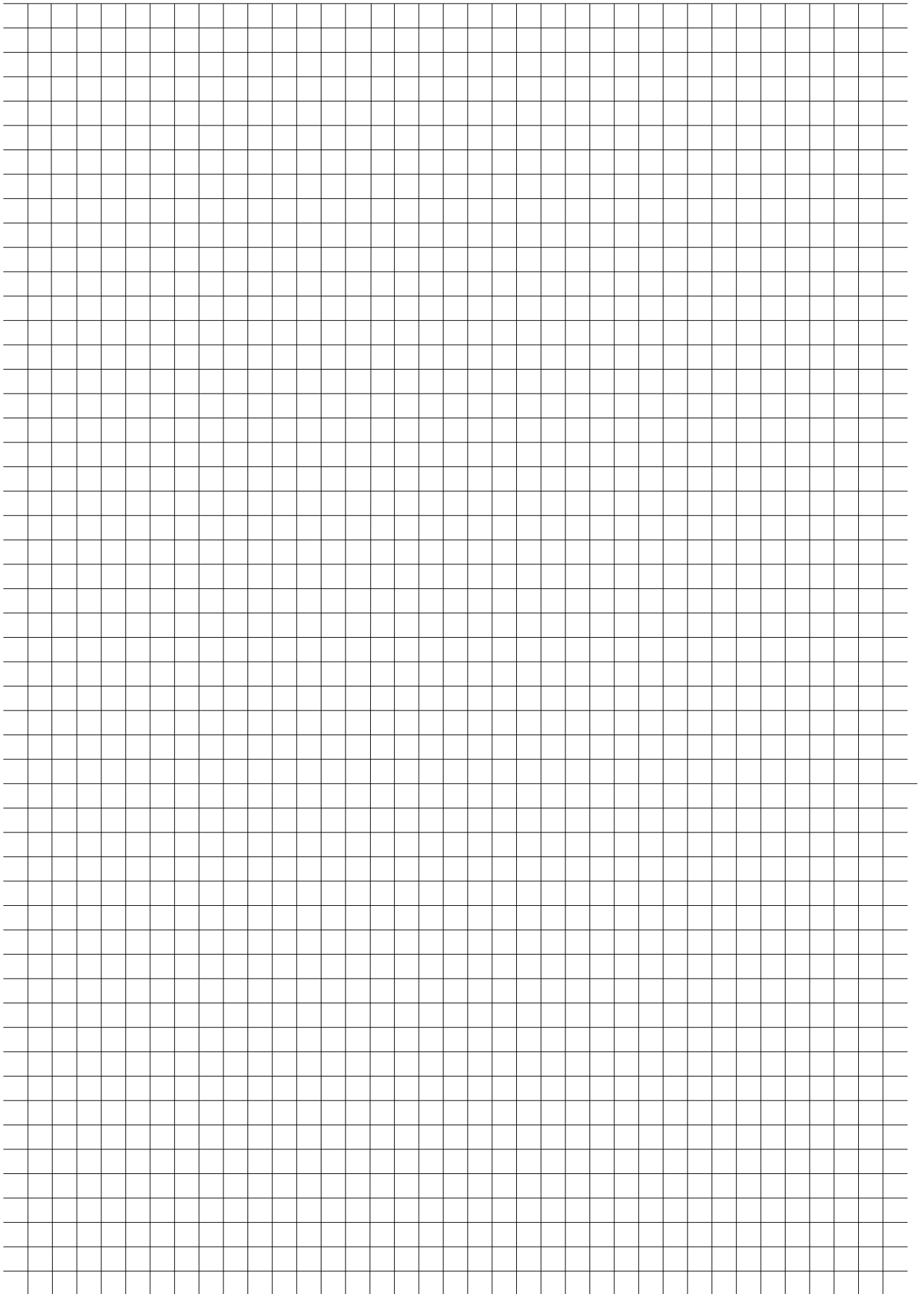


Рисунок 5 - Принципова електрична схема стенду №6

Таблиця 6.1

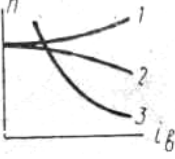
№	Заміряно						Розраховано				
	$U_{дв.}$ В	$I_{дв.}$ А	n об./хв.	$I_{Г.}$ А	$U_{Г.}$ В	$I_{зб.,дв.}$ А	$P_{1дв.}$ Вт	$P_{Г.}$ Вт	$\eta_{дв.}$ %	$M_{2дв.}$ Н × м	$P_{2дв.}$ Вт
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Висновок :

Будуємо характеристики

КАРТКА 1.6.6*Двигуни паралельного збудження.*

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §3.3, §3.7 с. 98 – 102, 110-113.

1	В якому положенні в момент пуску двигуна паралельного збудження повинні знаходитись: 1) пусковий реостат; 2) регулювальний реостат в колі збудження?	а) 1) введений; 2) виведений; б) 1) введений; 2) введений; в) 1) виведений; 2) введений; г) 1) виведений; 2) виведений.
2	Що станеться з двигуном паралельного збудження, якщо при його роботі обірветься ланцюг збудження?	а) буде продовжувати працювати; б) піде в «рознос»; в) зупиниться.
3	Механічне навантаження на валу двигуна паралельного збудження зменшилось. Як зміниться проти-ЕРС якоря двигуна?	а) збільшилось; б) не змінилось; в) зменшилось; г) для відповіді недостатньо даних.
4	При роботі двигуна паралельного збудження з номінальним навантаженням потрібно підвищити частоту обертання якоря. Як потрібно змінювати струм збудження регулювальним реостатом?	а) зменшувати; б) збільшувати; в) за рахунок струму збудження неможна підвищити частоту обертання.
5	Яка крива відображає залежність частоти обертання шунтового двигуна від струму збудження? 	а) крива 1; б) крива 2; в) крива 3;
6	Як зміниться частота обертання якоря двигуна паралельного збудження, якщо при постійній напрузі живлення зменшити магнітний потік збудження?	а) збільшиться; б) не зміниться; в) зменшиться.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ТЕМА: Випробування двигуна постійного струму послідовного збудження.

МЕТА РОБОТИ: Навчитися виконувати випробування двигуна і визначати його властивості згідно знятих характеристик

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів.
2. Перемикачем К-1 подати напругу на стенд.
3. Ввімкнути двигун повернувши ручку пускового реостату в крайнє ліве положення.
4. Виміряти швидкість обертів, визначити покази приладів та занести в таблицю 7.1.
5. Підключити мінімальне навантаження на генератор перемикачем К-2, зняти покази приладів і виміряти частоту обертів. Дані записати в таблицю 7.1.
6. Ступінчато (4-5раз) збільшуючи опір навантаження генератора знімати покази приладів і записувати їх в таблицю 7.1.
7. Регулятор навантаження генератора поставити в початкове мінімальне положення. Вимкнути перемикачі К-2, К-1,
8. Виконати розрахунки параметрів згідно рівнянь(1-5).

Рівняння для розрахунків:

$$P_{1дв.} = U_{дв.} \cdot I_{дв.} \quad (1)$$

$$P_{ген.} = U_{ген.} \cdot I_{ген.} \quad (2)$$

$$P_{2дв.} = P_{ген.}/\eta_{ген.} \quad , \quad (3)$$

де $\eta_{ген}$ -ККД приймаємо - 0,85.

$$M_{дв.} = 0,975 \cdot P_{2дв.} / n_{дв} \quad (4)$$

$$\eta_{дв} = P_{2дв.} / P_{1дв.} \quad (5)$$

9. За даними таблиці 7.1 побудувати робочі характеристики двигуна та відповісти на контрольні запитання.

В звіт включити:

1. Електричну схему дослідного стенду.
2. Таблицю даних випробувань.
3. Робочі характеристики двигуна побудовані в масштабі.
4. Відповіді на контрольні питання(картка 1.6.7, задача №1.6.7).

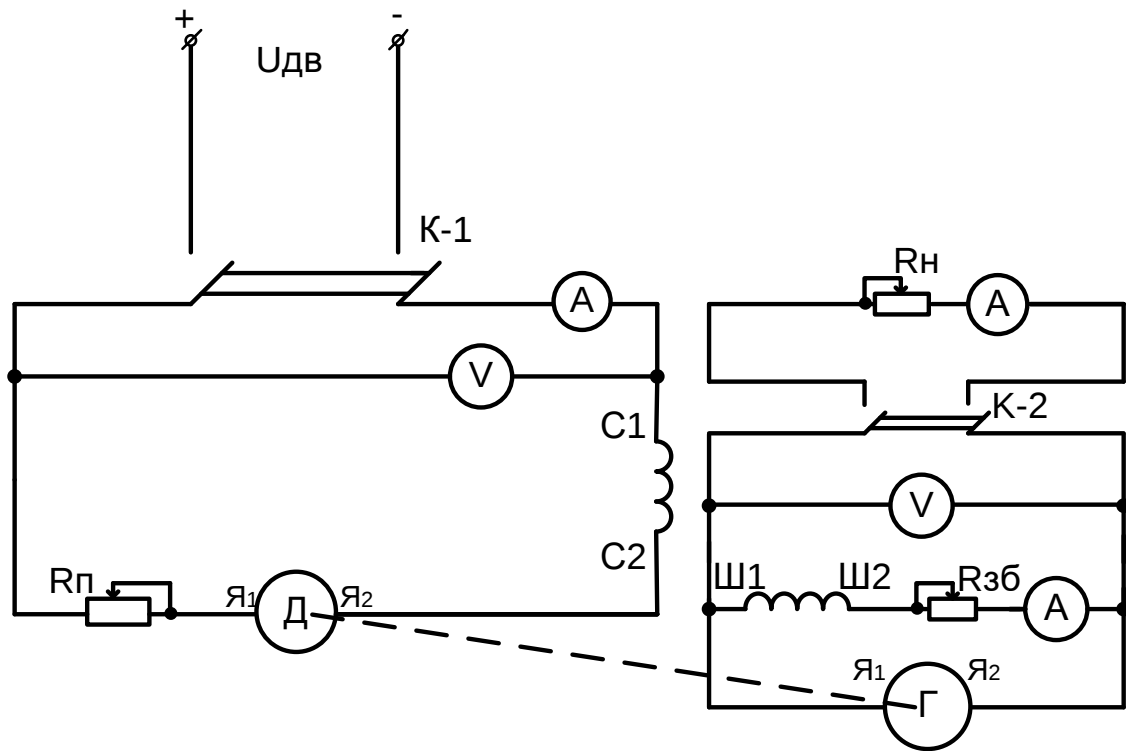
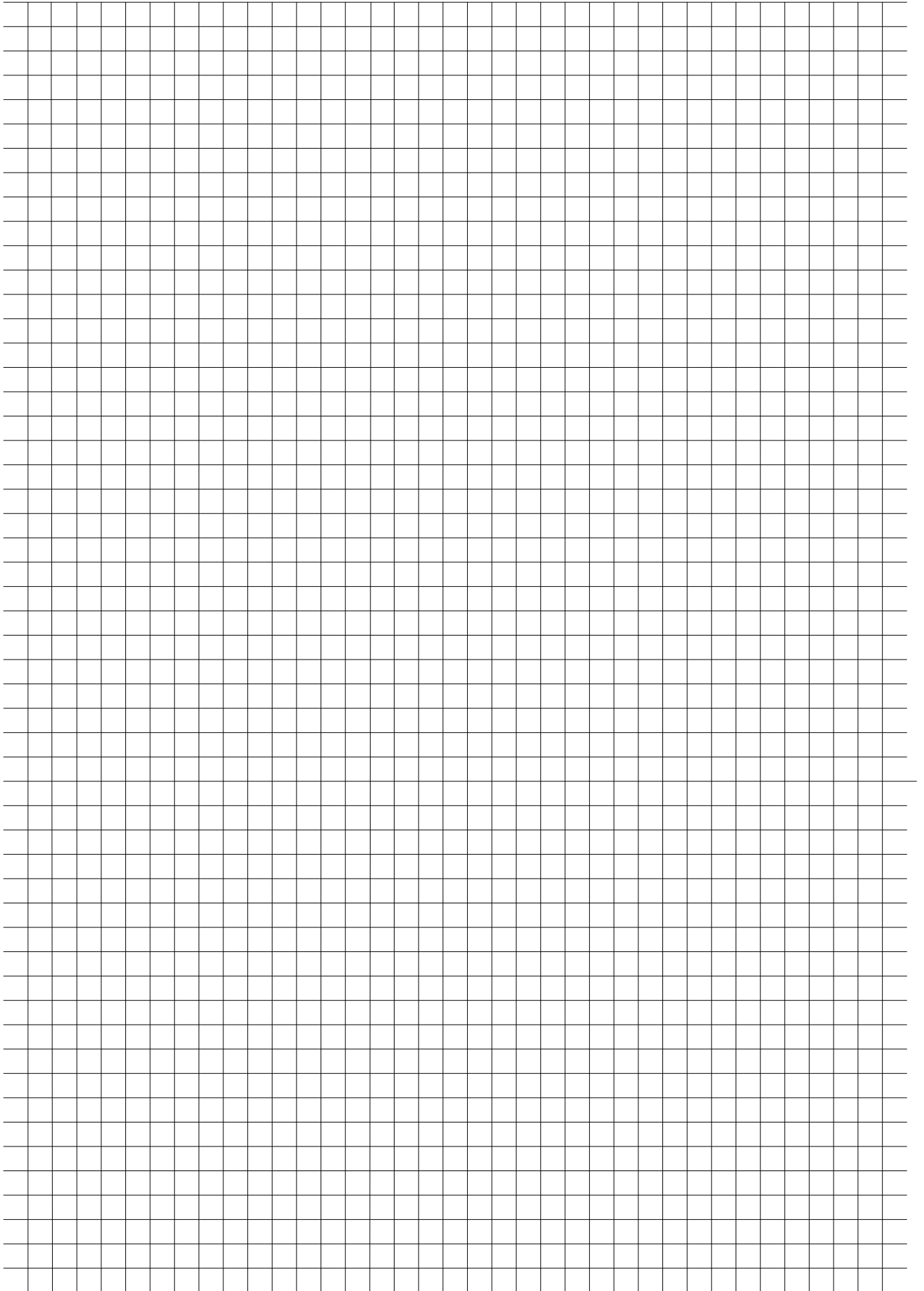


Рис.6 - Принципова електрична схема стенду №7

Таблиця 7.1

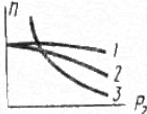
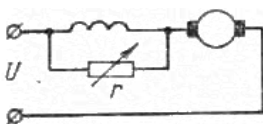
№	Заміряне						Розраховане				
	U_d	I_d	n	I_{Γ}	U_{Γ}	$I_{зб,д}$	$P_{1дв}$	P_{Γ}	η_d	$M_{2д}$	$P_{2д}$
	В	А	об/хв	А	В	А	Вт	Вт	%	Н×м	Вт
1											
2											
3											
4											
5											
6											

Висновок:

Будуємо характеристики двигуна

КАРТКА 1.6.7*Двигуни послідовного збудження.*

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §3.5 с. 103 – 108.

1	Як зміниться обертальний момент двигуна послідовного збудження, якщо його струм збільшиться в 3 рази?	а) збільшиться в 3 рази; б) збільшиться в 9 разів; в) залишиться незмінним.
2	Що відбудеться, якщо двигун послідовного збудження підключити при знятому механічному навантаженні?	а) двигун не запуститься; б) двигун піде «в рознос»; в) обмотка якоря двигуна перегріється
3	Яка крива відображає залежність частоти обертання двигуна послідовного збудження від механічного навантаження на валу? 	а) крива 1; б) крива 2; в) крива 3;
4	Як зміниться частота обертання двигуна послідовного збудження при збільшенні опору реостату R? 	а) збільшиться; б) залишиться незмінною; в) зменшиться.

ЗАДАЧА 1.6.7

Двигун паралельного збудження живиться від напруги 100В. Струм якоря двигуна 10А, струм збудження 0,3А. Визначити потужність, яку споживає двигун з мережі?

Електрична схема

Рішення: _____

ЗАДАЧА 1.6.8

Чотириполюсний двигун постійного струму паралельного збудження з корисною потужністю $P_2 = 3$ кВт споживає з мережі напругу $U_n = 220$ В. Опір обмотки якоря $R_a = 0,8$ Ом, обмотки збудження $R_{zb} = 200$ Ом, коефіцієнт корисної дії двигуна $\eta = 84\%$. Електромагнітний момент, що обертає $M_{em} = 26$ Нм, кількість активних провідників обмотки якоря $N = 1218$, тип обмотки якоря – проста хвильова.

Визначити потужність, яку двигун споживає з мережі P_1 , струми навантаження I_n , збудження $I_{zб}$ та якоря I_a , проти – ЕРС E_a , магнітний потік Φ , і частоту обертання якоря n .

1. Принципова електрична схема

[illegible]

ЗАДАЧА 1.6.9

Визначити для номінального режиму роботи двигуна постійного струму посліовного збудження корисну номінальну потужність P_{2n} та потужність яку споживає двигун з мережі P_1 , коефіцієнт корисної дії η , напругу питомої мережі U , загальний опір ланцюга двигуна $\sum R$, проти – ЕРС якоря E_a , втрати потужності у сталі та механічні втрати потужності ($P_{cm + mex}$), якщо відомо:

- струм, що споживає двигун $I_H = 310 \text{ А}$,
- частота обертання якоря $n_H = 980 \text{ об/хв}$,
- корисний навантажувальний момент двигуна $M_{2H} = 585 \text{ Нм}$,
- загальні втрати потужності $\Delta P_{\text{втр}} = 8,2 \text{ кВт}$,
- електричні втрати потужності у обмотках двигуна $P_{\text{обм}} = 4610 \text{ Вт}$.

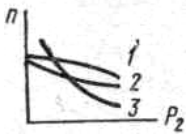
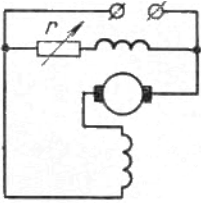
1. Принципова електрична схема

Рішення: _____

[illegible]

КАРТКА 1.6.10*Двигуни змішаного збудження*

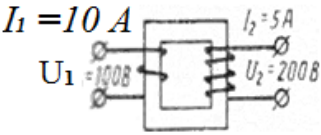
Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] §3.6 с. 108 – 110.

1	Як потрібно включити обмотки збудження компаундного двигуна постійного струму, щоб забезпечити стійкість частоти обертання під час зміни навантаження?	а) узгоджено; б) зустрічно.
2	Як потрібно включити обмотки збудження компаундного двигуна постійного струму, щоб уникнути небезпеки «розносу» двигуна під час скидання навантаження?	а) узгоджено; б) зустрічно.
3	На графіку приведені швидкісні характеристики двигунів паралельного, послідовного та змішаного збудження. Вкажіть характеристику компаундного двигуна. 	а) крива 1; б) крива 2; в) крива 3
4	Чи потрібен пусковий реостат при запуску двигуна змішаного збудження?	а) так; б) ні.
5	Як зміниться частота обертання двигуна, якщо обмотки збудження включені зустрічно, а опір реостату R зменшився? 	а) зменшиться; б) залишиться незмінною; в) збільшиться.

Розділ 2. ТРАНСФОРМАТОРИ

Тема 1. Призначення, класифікація та принцип дії трансформаторів
КАРТКА 2.1

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 4.1, 4.2, 4.3, п. 5.1 с. 120 – 128, 150 – 153

1	При якій напрузі доцільно 1) передавати електричну енергію; 2) споживати електричну енергію?	а) 1) при високій; 2) при низькій; б) 1) при низькій; 2) при високій.
2	Який трансформатор зображено на схемі? 	а) знижувальний; б) стабілізуючий; в) підвищувальний.
3	Чи можна розширювальний бачок трансформатора повністю заповнювати маслом?	а) так; б) ні; в) він повинен бути завжди порожнім.
4	Листи магнітопроводу трифазного трансформатора виготовляють з:	а) холоднокатаної електротехнічної сталі; б) гарячекатаної електротехнічної сталі; в) конструкційної сталі; г) анізотропної сталі.
5	Для чого на трансформаторах великої потужності встановлюють вихлопну трубу	а) для підтримки у баку атмосферного тиску; б) для зіткнення масла у баку з повітрям; в) для захисту бака від розривання при короткому замиканні обмоток.
6	Магнітопроводи трифазного трансформатора мають форму	а) Ш - подібну; б) Т-подібну; в) U- подібну; г) П-подібну.
7	Яка схема з'єднання обмоток в трифазних трансформаторах не застосовується?	а) з'єднання зіркою; б) з'єднання трикутником; в) паралельне з'єднання; г) з'єднання в зигзаг.
8	Визначити діюче значення ЕРС в обмотках, якщо $\Phi_m = 0,02$ Вб; $f = 50$ Гц; $W_1 = 100$; $W_2 = 50$	а) $E_1 = 444$ В; $E_2 = 222$ В б) $E_1 = 444$ В; $E_2 = 0$ В в) $E_1 = 222$ В; $E_2 = 444$ В г) для визначення недостатньо даних.
9	Визначити ланцюжок, який пояснює принцип дії трансформатора	а) $I_1 \rightarrow U_1 \rightarrow E_1 \rightarrow \Phi \rightarrow U_2 \rightarrow E_2 \rightarrow I_2$; б) $U_1 \rightarrow I_1 \rightarrow \Phi \rightarrow (E_1, E_2) \rightarrow U_2 \rightarrow I_2$; в) $U_1 \rightarrow I_1 \rightarrow \Phi \rightarrow (E_1, E_2) \rightarrow I_2 \rightarrow U_2$.
10	Чому дорівнює коефіцієнт трансформації?	а) $\frac{W_1}{W_2}$; б) $\frac{U_2}{U_1}$; в) $\frac{E_2}{E_1}$; г) $\frac{I_1}{I_2}$.

Тема 2. Режими роботи. Втрати потужності і ККД трансформатора

КАРТКА 2.2

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 4.8, п. 4.9, 4.10, п.4.11 с. 138 – 150

1	Яка з умов визначає режим холостого ходу трансформатора?	а) струм навантаження дорівнює нулю; б) струм в первинній обмотці замалий; в) до первинної обмотки підведена номінальна напруга; г) частота струму в обмотках дорівнює частоті струму в мережі.
2	При холостому ході трансформатора уся потужність витрачається на	а) нагрівання магнітопроводу; б) нагрівання первинної обмотки; в) нагрівання вторинної обмотки.
3	Яка з умов визначає режим аварійного короткого замикання трансформатора?	а) $U_2 = \infty$; б) $I_2 = \infty$; в) $I_1 = \infty$; г) $U_1 = \infty$.
4	Чим відрізняється дослід короткого замикання трансформатора від аварійного режиму короткого замикання?	а) величиною підведеної напруги до первинної обмотки; б) струмом у первинній обмотці; в) напругою вторинної обмотки...
5	Що покаже ватметр первинної обмотки у досліді короткого замикання трансформатора?	а) втрати в сталі осердя; б) втрати у міді обмоток; в) втрати у міді первинної обмотки.
6	При досліді короткого замикання трансформатора напруга допускається	а) $U_1 = U_{1H}$; б) $U_1 = 10\% \div 20\%$ від U_{1H} ; в) $U_1 = 5\% \div 10\%$ від U_{1H} .
7	В технічному паспорті трансформатора вказано: $U_H = 110$ кВ; $U_{KH} \% = 10\%$. Яку напругу потрібно подати на первинну обмотку, щоб при досліді к.з. в обмотках трансформатора протікали номінальні струми?	а) 11 кВ; б) 12,1 В; в) 110 кВ;
8	Трансформатор працює при активно-індуктивному навантаженні. Як зміниться напруга споживача при збільшенні навантаження?	а) зменшиться; б) не зміниться; в) збільшиться.
9	Який вид втрат потужності не існує в трансформаторі?	а) електричні; б) механічні; в) магнітні.
10	У якому разі трансформатор буде більше нагріватися	а) у досліді холостого ходу; б) у досліді короткого замикання г) у будь-якому разі нагрівання приблизно однакове.
11	Чому дорівнює ККД трансформатора в досліді х.х	а) 0%; б) 100%; в) декільком процентів.
12	Визначити ККД трансформатора, якщо $P_2 = 970$ Вт, втрати в міді $P_M = 15$ Вт, втрати в сталі $P_{CT} = 15$ Вт.	а) задача невизначена, так як невідома потужність P_1 ; б) 98%; в) 97 %.

ЗАДАЧА 2.3.3

Для трифазного трансформатору задані основні величини: номінальна повна потужність $S_H = 2500$ кВА; номінальна первинна напруга $U_{1H} = 35$ кВ; коефіцієнт трансформації з лінійної напруги $K_L = 3,33$; обмотки з'єднані за схемами Y/Δ .

Визначити номінальну вторинну напругу U_{2H} ; фазні напруги первинної та вторинної обмоток $U_{1\phi}$, $U_{2\phi}$, коефіцієнт трансформації з фазних напруг K_ϕ ; лінійні та фазні струми первинної та вторинної обмоток I_{1L} , $I_{1\phi}$, I_{2L} , $I_{2\phi}$.

Примітка: номінальні струми та напруги це є лінійні їх значення.

Рішення: _____

ЗАДАЧА 2.3.4

Для трифазних трансформаторів визначити коефіцієнт корисної дії непрямым методом при номінальному навантаженні, а також максимальний ККД.

Накреслити принципову електричну схему трансформатора.

Необхідні для вирішення задач величини і їх значення приведено у табл. № 1 відповідно до варіанту у навчальному журналі.

Таблиця 1.

Найменування величин	Одиниці	Номери варіантів				
		1, 11, 21	2, 12, 22	3, 13, 23	4, 14, 24	5, 15, 25
Номінальна потужність, S_H	кВА	10000	2500	10000	25000	160
Потужність втрат холостого ходу, P_o	кВт	24,5	6,5	24	54	0,88
Потужність втрат короткого замикання, P_{KH}	кВт	95	22	76	180	4,05
Номінальний коефіцієнт потужності, $\cos\phi$	—	0,83	0,92	0,90	0,95	0,85
Схема з'єднання обмоток трансформатора	—	Δ/Y	Y/Δ	Y/Δ	Y/Δ	Y/Y

Продовження таблиці 1

Найменування величин	Одиниці	Номери варіантів				
		6, 16, 26	7, 17, 27	8, 18, 28	9, 19, 29	10, 20,30
Номінальна потужність, <i>S_n</i>	кВА	100	250	1000	4000	1600
Потужність втрат холостого ходу, <i>P_o</i>	кВт	0,465	1,26	2,45	9,6	3,65
Потужність втрат короткого замикання, <i>P_{КН}</i>	кВт	1,97	5,0	12,2	48,0	18,0
Номінальний коефіцієнт потужності, <i>cosφ</i>	—	1,0	0,9	0,93	0,85	0,9
Схема з'єднання обмоток трансформатора	—	Y/Δ	Y/Δ	Y/ Y	Y/Δ	Δ/Δ

Рішення:_____

Електрична схема:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ТЕМА: Визначення ККД трансформатора

МЕТА РОБОТИ: Навчитися визначити ККД трансформатора за дослідом холостого ходу, короткого замикання та навантаження

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів

2. Движок автотрансформатора поставити в крайнє ліве положення яке відповідає мінімальній напрузі

Дослід холостого ходу

1. Тумблером К-1 відключити навантаження (R_n) і за допомогою автотрансформатора встановити $U_1=110V$. Значення приладів занести в таблицю 8.1

3. Зменшити напругу U_1 до нуля

Дослід короткого замикання

1. Перевірити що $U_1=0$, включивши тумблер К-2 закоротити вторинну обмотку трансформатора

2. Движком автотрансформатора збільшувати напругу U_1 доки струм $I_{1к}$ не стане рівним -1А. Значення приладів занести в таблицю 8.2

1. Відключити тумблер К-2

Дослід навантаження

1. Тумблером К-1 підключити максимальне навантаження і за допомогою автотрансформатора встановити струм $I_1 = 1A$. Дані приладів записати в таблицю 8.3

2. Зменшуючи величину навантаження за допомогою перемикачів (3-4рази) зняти показання приладів і записати в таблицю 8.3

3. Відключити стенд. Вирахувати коефіцієнт трансформатора та ККД.

4. Побудувати характеристики ККД за результатом дослідів та відповісти на контрольні запитання

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які затрати потужності визначаються з дослідів холостого ходу, від чого залежить їх розмір?

2. Чим відрізняється дослід КЗ трансформатора від режиму КЗ?

3. Як впливає характер навантаження на величину напруги U_2

В звіт включити:

1. Електричні схеми дослідів трансформатора

2. Таблиці з виміряними та розрахованими даними

3. Характеристики ККД

4. Відповіді на запитання

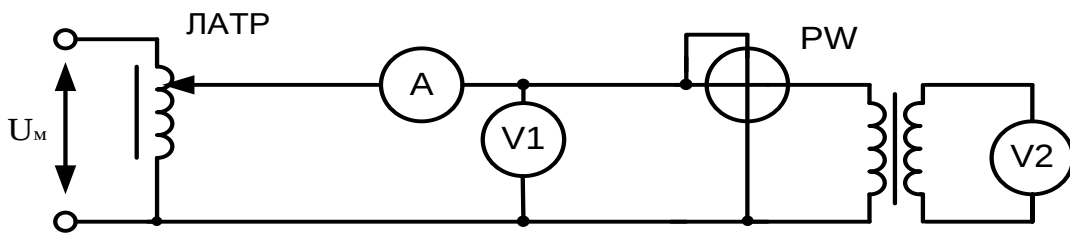


Рис.1 - Електрична схема при досліді холостого ходу

Таблиця 8.1

Дослід	p_m	U_1	U_2	I_o	$K_u = U_1 / U_2$
	Вт	В	В	А	-

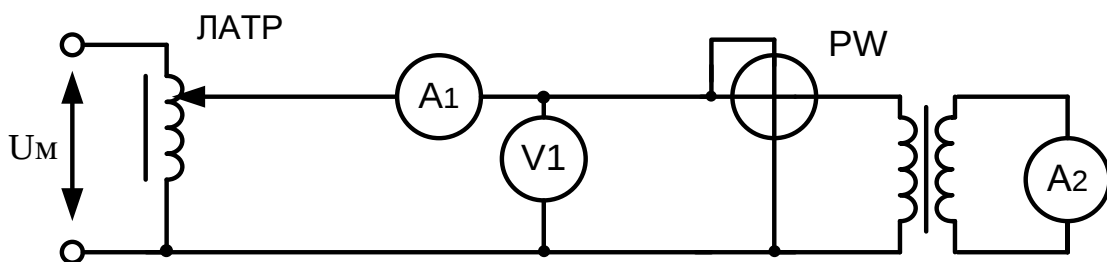


Рис.2 - Електрична схема при досліді короткого замикання

Таблиця 8.2

№	I_1	I_2	$U_{к.з.}$	p_e	$K = I_2 / I_1$
	А	А	В	Вт	-----

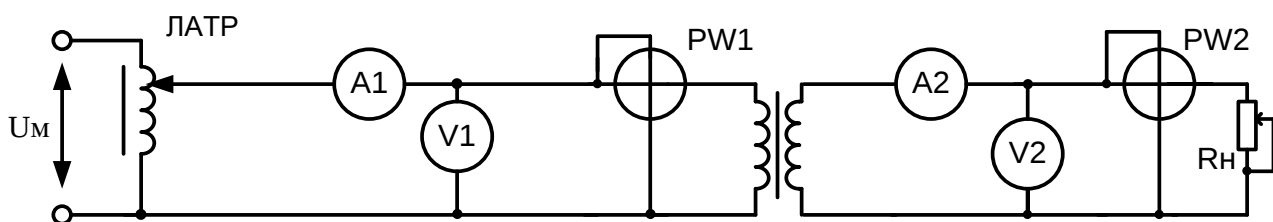
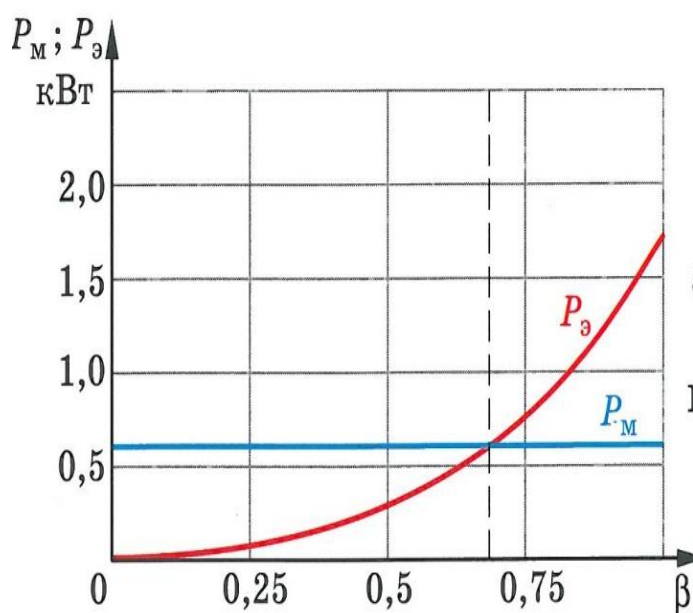


Рис.3 – Електрична схема при досліді навантаження

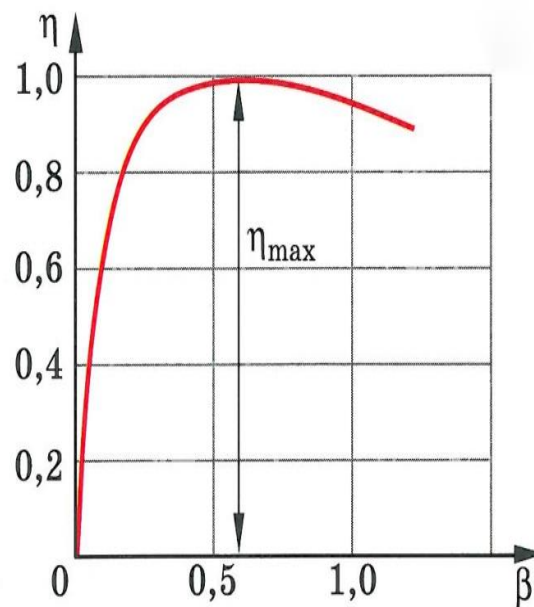
Таблиця 8.3

Виміряно					Розраховано	
№	R_H	P_1	P_2	I_1	$\eta = \frac{P_2 - \sum p}{P_1}$	$\eta = \frac{P_2}{P_1}$
	%	Вт	Вт	А	%	%
1	100					
2	75					
3	50					
4	25					

Примітка: сума втрат визначається по формулі : $\sum p = p_m + p_e$



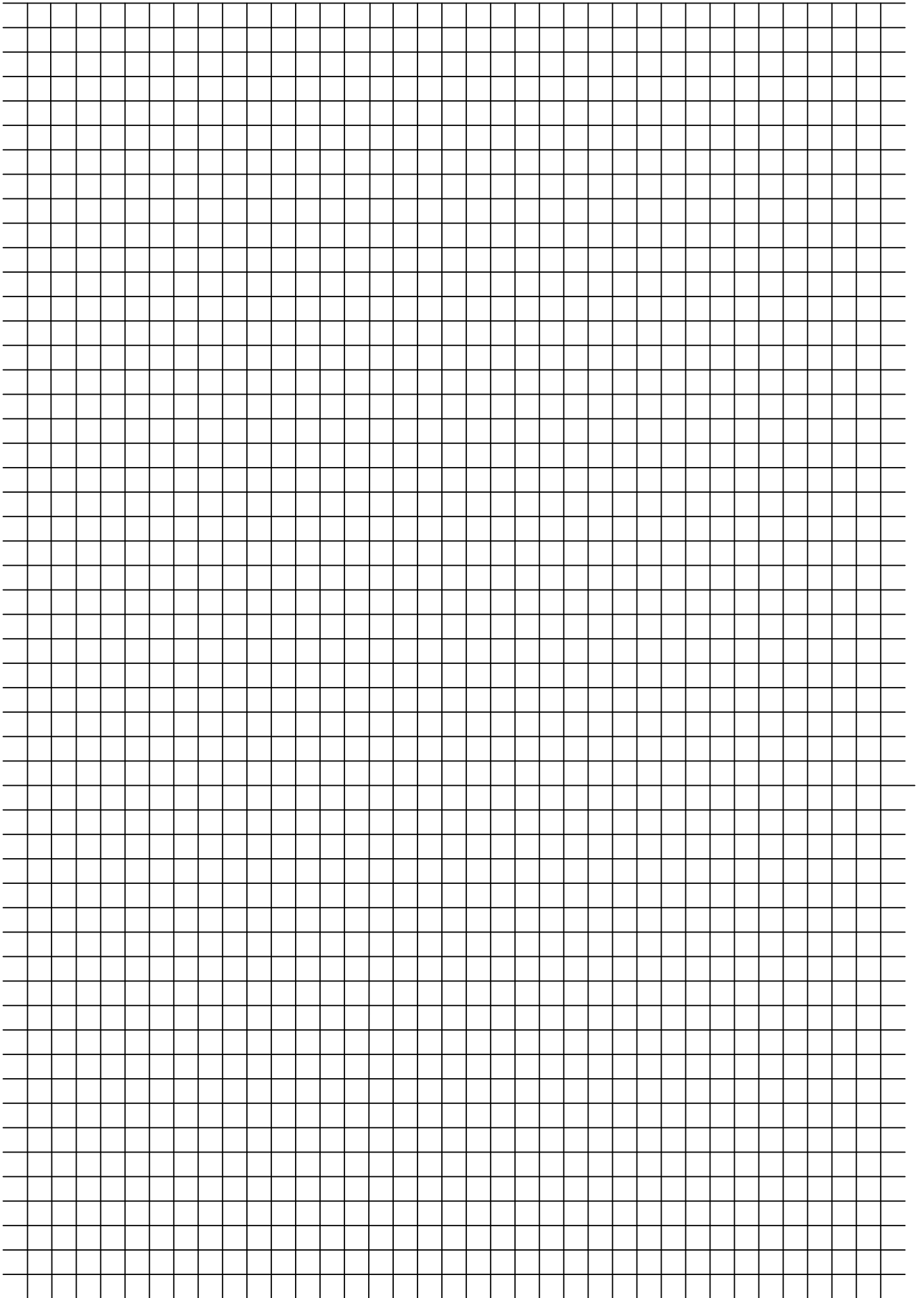
Залежність втрат від навантаження



Залежність ККД від навантаження

Рис. 4 – Основні характеристики трансформатора

Висновок :

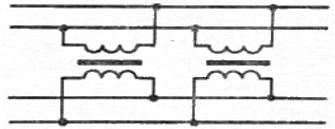
Будуємо характеристику ККД

Тема 3. Порядок включення трансформаторів на паралельну роботу

КАРТКА 2.3

Групи з'єднання обмоток трансформатора. Паралельна робота трансформаторів

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 5.1, 5.2, 5.3 с. 153 – 158.

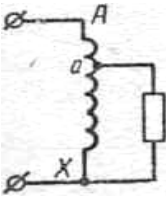
1	Що називається групою трансформатора?	а) кут зсуву фаз поміж струмами первинної та вторинної обмоток; б) кут зсуву фаз поміж фазними напругами первинної та вторинної обмоток; в) кут зсуву фаз поміж лінійними напругами первинної та вторинної обмоток
2	Скільки груп можна отримати у трифазному трансформаторі?	а) 12; б) 9; в) 6; г) 3.
3	Визначити кут зсуву фаз в трансформаторі $\Delta/ Y-7$.	а) 180^0 ; б) 330^0 ; в) 210^0 .
4	Чи можна сказати, що трансформатори підключені до паралельної роботи? 	а) можна; б) неможна.
5	Назвати зайву умову підключення трансформаторів до паралельної роботи.	а) при однакових первинних напругах, вторинні напруги повинні бути однакові; б) при підключенні повинна дотримуватись полярність; в) трансформатори повинні належати до однієї групи; г) трансформатори повинні мати однакові напруги к.з..

Тема 4. Спеціальні трансформатори

КАРТКА 2.4

Триобмоткові трансформатори, автотрансформатори, зварювальні трансформатори, трансформатори для перетворення кількості фазі частоти

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 5.4, 5.5, 5.6, с. 158 – 166.

1	Визначити коефіцієнт трансформації автотрансформатора, якщо його вихідні клемми приєднані до одного з кінців і до середини обмотки?	а) $k = 1$; б) $k = 2$; в) для визначення недостатньо даних.
2	Яку частину обмотки автотрансформатора можна намотати тонким проводом? 	а) $A - a$; б) $a - x$; в) ніяку.
3	Чому при рівних потужностях втрати в сталі та міді автотрансформатора менші, ніж втрати в звичайному трансформаторі?	а) тому що частина потужності з первинного ланцюга у вторинний передається електричним шляхом; б) тому що розміри магнітопроводу менше; в) тому що частина обмотки намотується тонким проводом.
4	Чи можна виготовити чотири -, п'яти – і взагалі багато обмоткові трансформатори	а) неможна; б) можна.
5	Чому для зварювання використовують трансформатори з круто спадаючою зовнішньою характеристикою?	а) щоб обмежити струм короткого замикання; б) щоб отримати на вторинній обмотці сталу напругу 60–70В
6	Як зміниться струм зварювального трансформатору, якщо повітряний зазор в магнітопроводі дроселя збільшити?	а) зменшиться; б) не зміниться; в) збільшиться.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

ТЕМА: Включення трансформаторів на паралельну роботу

МЕТА РОБОТИ: Навчитися підключати трансформатори на паралельну роботу

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок всіх приладів.
2. За допомогою вольтметра виміряти фазні та лінійні напруги на обмотках трансформаторів, впевнитись в виконанні умов підключення.
3. Підключити трансформатори на паралельну роботу.
4. Результати досліду занести до таблиці 9.1.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Навіщо вмикати трансформатори на паралельну роботу?
2. Які вимоги включення трансформаторів?
3. Як визначить групу з'єднання обмоток трансформатора?

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду.
2. Таблицю дослідів з розрахунками.
3. Відповіді на контрольні запитання.

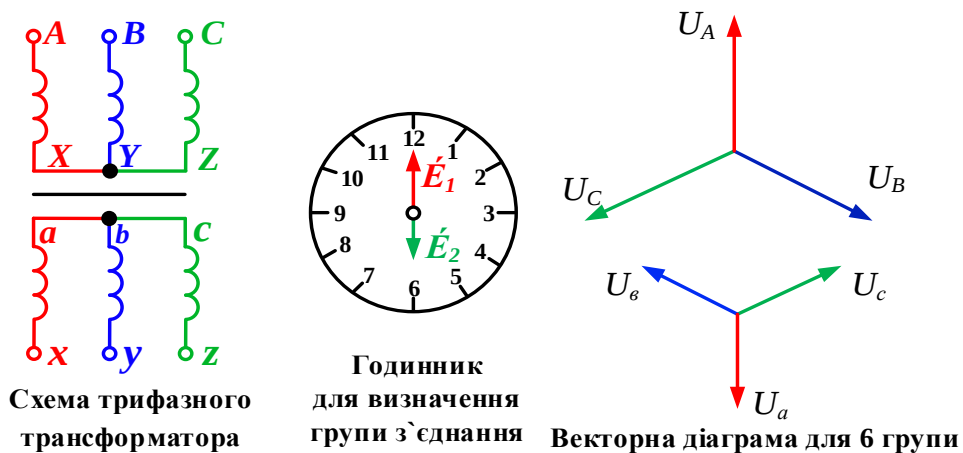


Рис. 5 - Визначення групи з'єднання обмоток трансформатора

Під'єднати на схемі трансформатори до ЛЕП

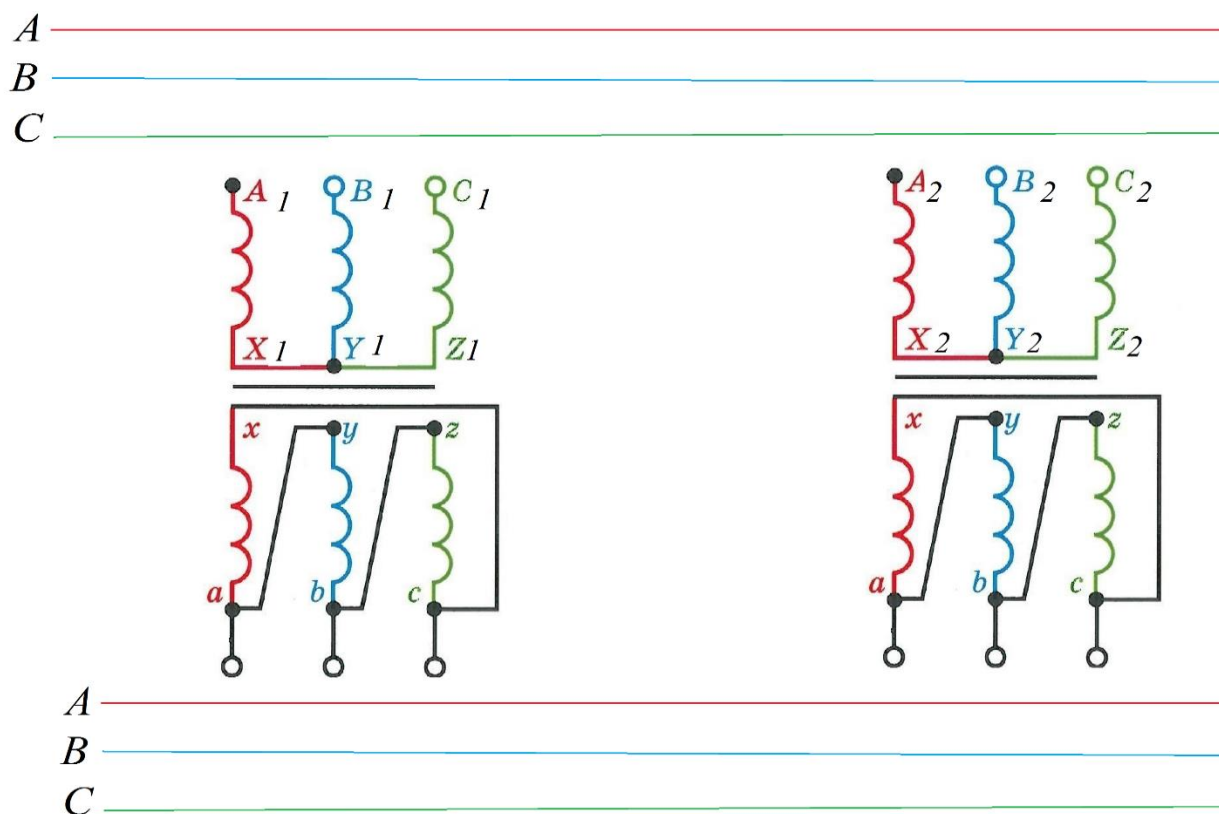


Рис. 6 - Електрична схема стенду №9

Таблиця 9.1

№	Напруга на первинній обмотці						Напруга на вторинній обмотці					
	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_a	U_b	U_c	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}
	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	В
1тр												
2тр												

ВИСНОВОК:

РОЗДІЛ 3. МАШИНИ ЗМІННОГО СТРУМУ

Тема 1. Класифікація і будова машин змінного струму

КАРТКА 3.1.1

Призначення, класифікація, конструкція машин змінного струму

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 6.1, 6.2, 7.1, 7.2, 8.1, 8.2 с. 166 – 183, 222 – 230.

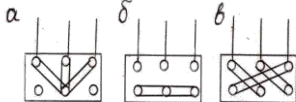
1	Принцип дії машин змінного струму засновано на законі...	а) Кірхгофа; б) Ампера; в) Ома; г) електромагнітної індукції.
2	Статором в машині змінного струму називається	а) нерухома частина машини; б) та частина в якій індукується ЕРС; в) та частина, де створюється магнітний потік збудження.
3	Чим визначається число полюсів в машинах змінного струму?	а) кількістю котушок в фазній обмотці; б) кількістю котушок в трифазній обмотці; в) кількістю фаз в машині.
4	Як називають ряд послідовно з'єднаних між собою котушок, які лежать в сусідніх пазах і належать до однієї фази?	а) фазною обмоткою; б) котушковою групою; в) котушкою фазної обмотки.
5	Яке магнітне поле створює трифазна обмотка статора машини змінного струму?	а) оберতальне; б) пульсуюче; в) еліптичне.
6	В трифазній обмотці статора протікає струм з частотою 50 Гц, машина має 2 полюси. З якою швидкістю обертається магнітне поле статора?	а) 1000 об/хв.; б) 1500 об/хв.; в) 3000 об/хв..
7	Як змінити напрямок обертання магнітного поля статора?	а) змінити фази струму у всіх фазах на 180° ; б) змінити послідовність чергування фаз.

Тема 2. Асинхронні машини змінного струму і їх використання

КАРТКА 3.2.1

Принцип дії трифазного асинхронного двигуна, основні параметри.

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 7.2, 7.3, 7.12 с. 180 – 185, 210 – 214.

1	В асинхронному двигуні	а) магнітне поле статора і ротор обертаються з однаковою швидкістю; б) магнітне поле статора відстає від ротора; в) частота обертання ротора відстає від магнітного поля статора.
2	За якою схемою потрібно з'єднати затискачі на клемній коробці асинхронного двигуна при включенні його по схемі «зірка»? 	а) а; б) б; в) в.
3	За якою схемою з'єднують обмотку фазного ротора асинхронного двигуна?	а) тільки «зіркою»; б) «трикутником»; в) або «зіркою», або «трикутником».
4	Від чого залежить ковзання асинхронного двигуна?	а) від тертя в підшипниках; б) від значення підведеної напруги до статора; в) від механічного навантаження на валу двигуна.
5	Чому дорівнює ковзання асинхронного двигуна при роботі з номінальним навантаженням?	а) $S_n = 100\%$; б) $S_n = 25\% - 50\%$; в) $S_n = 1\% - 8\%$; г) $S_n = 0$.
6	З якою приблизно швидкістю буде обертатися ротор асинхронного двигуна, якщо магнітне поле обертається зі швидкістю $n_1 = 1500$ об/хв.	а) $n_2 = 1450$ об/хв.; б) $n_2 = 980$ об/хв.; в) $n_2 = 1750$ об/хв.
7	Чим відрізняється асинхронний двигун з фазним ротором, від двигунів з короткозамкненим ротором?	а) наявністю контактних кілець і щіток; б) наявністю пазів на роторі для охолодження; в) кількістю котушок обмотки статора.
8	Який елемент зайвий в конструкції коротко замкнутого ротора асинхронного двигуна?	а) осердя ротора; б) алюмінієві стержні; в) контактні кільця; г) коротко замикаючі кільця.
9	Як зміниться ЕРС ротора асинхронного двигуна після запуску двигуна в порівнянні з моментом пуску?	а) зменшиться; б) не зміниться; в) збільшиться.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

ТЕМА: Дослідження особливостей конструкції машин змінного струму

МЕТА РОБОТИ: Ознайомитись з особливостями конструкції машин змінного струму

ХІД РОБОТИ:

На розібраній машині змінного струму дослідити особливості конструкції і замалювати ескізи

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чим подібні в роботі асинхронний двигун і трансформатор?
2. Навіщо в машинах змінного струму щітко-контактний пристрій?
3. Які умови виникнення обертаючого магнітного поля?

В звіт включити :

1. Ескізи деталей машин змінного струму
2. Відповіді на контрольні запитання

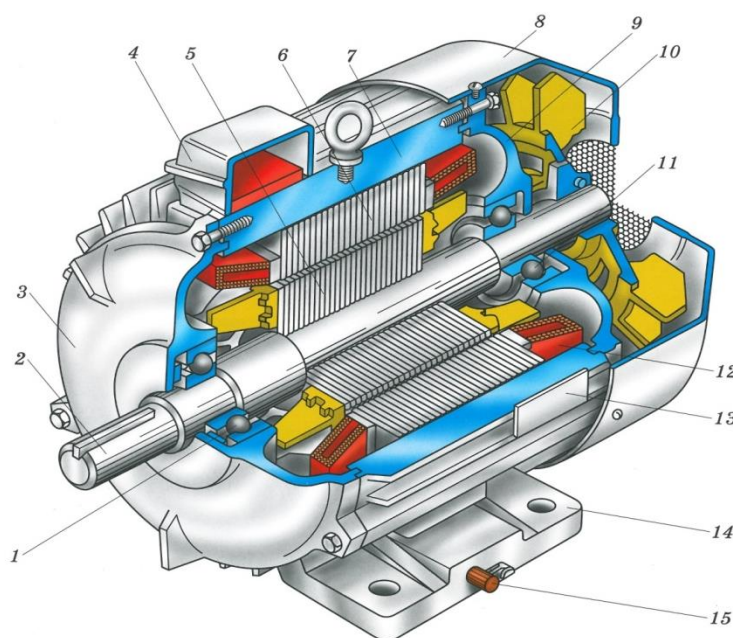


Рис. 7 - Будова асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором:

- 1 – підшипники; 2 - вал; 3- підшипниковий щит; 4 - коробка виводів; 5 - Сердечник ротора з короткозамкнутою обмоткою; 6 - сердечник статора з обмоткою; 7 – корпус;
8 - кожух вентилятора; 9 – підшипниковий щит; 10 - Вентилятор; 11- підшипник;
12 – обмотка статора; 13 – таблицка з паспортними даними;
14 – лапи; 15 – болт заземлення.

Малюємо ескіз фазного ротора



Принципова електрична схеми АД з фазним ротором

КАРТКА 3.2.2

Пуск асинхронних двигунів і регулювання частоти обертання

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 7.7, 7.8, 8.10, с. 193 – 200, с. 203 - 206, с. 210 – 214.

1	Чи можна здійснювати прямий пуск трифазного асинхронного двигуна потужність 50 кВт, якщо мережу живить силовий трансформатор потужністю 100 кВА?	а) так; б) ні.
2	Основний недолік пуску в хід асинхронних двигунів з коротко замкнутим ротором при зниженні підведеної напруги	а) зменшення пускового струму; б) зменшення пускового моменту; в) зменшення потужності, яку споживає двигун з мережі.
3	У якому разі для пуску асинхронного двигуна можна застосувати пусковий реостат?	а) якщо ротор фазний; б) якщо ротор коротко замкнутий; в) у будь якому разі.
4	Який спосіб пуску можна застосувати для асинхронного двигуна з к.з. ротором, якщо при роботі його обмотка статора з'єднана трикутником?	а) за допомогою реактивних котушок; б) за допомогою автотрансформатора; в) за допомогою перемикача обмотки статора з «зірки» на «трикутник».
5	Як здійснити плавне регулювання в широких межах частоти обертання ротора асинхронного двигуна з фазним ротором	а) зміненням опору обмотки ротора; б) зміненням кількості пар полюсів обмотки статора; в) порушенням симетрії підведеної напруги;
6	Який спосіб регулювання частоти обертання не використовують в асинхронному двигуні з коротко замкнутим ротором?	а) зміною кількості полюсів; б) зміною активного опору ротора; в) зміною підведеної до статора напруги; г) зміною частоти струму в статорі.
7	Як зміниться частота обертання ротора, якщо збільшити підведену до асинхронного двигуна напругу?	а) збільшиться: $U_1 \uparrow \rightarrow S_n \downarrow \rightarrow n_2 \uparrow$; б) не зміниться: $S_n = \text{const}$; в) зменшиться: $U_1 \uparrow \rightarrow S_n \uparrow \rightarrow n_2 \downarrow$.
8	Як зміниться частота обертання ротора асинхронного двигуна, якщо збільшити активний опір ротора ?	а) збільшиться: $R_2 \uparrow \rightarrow S_n \downarrow \rightarrow n_2 \uparrow$; б) не зміниться: $S_n = \text{const}$; в) зменшиться: $R_2 \uparrow \rightarrow S_n \uparrow \rightarrow n_2 \downarrow$.
9	З яким полем працює однофазний асинхронний двигун?	а) з обертальним; б) з коловим; в) з пульсуючим; г) з еліптичним.

ЗАДАЧА 1.2.3

На статор двополюсного асинхронного двигуна подано напругу з частотою 50 Гц, при цьому частота обертання ротора 2850 об/хв..

Визначити ковзання двигуна.

Рішення:

ЗАДАЧА 1.2.4

Для трифазного асинхронного двигуна з 3 фазним ротором задано: напруга у мережі $U_n = 500$ В, схема з'єднання статора Δ , частота питомої мережі $f_n = 50$ Гц, частота ЕРС у обертовому роторі $f_2 = 2$ Гц, падіння напруги в статорній обмотці, $\Delta U/U_\phi = 0,1$, магнітний потік статора $\Phi = 0,0038$ Вб, кількість полюсів $2p = 4$, кількість витків на фазу ротора $W_2 = 40$, коефіцієнт обмотки статора $K_{ob1} = 0,95$, коефіцієнт обмотки ротора $K_{ob2} = 0,96$, активний опір фази ротора $R_2 = 0,3$ Ом, індуктивний опір фази ротора $x_2 = 0,5$ Ом.

Розрахувати: ковзання s , частоту обертання магнітного потоку n_1 , частоту обертання ротора n_2 , кількість витків на фазу статора W_1 , ЕРС, яка індуктується у фазах нерухомого E_2 та обертового E_{2s} ротора, струм у нерухомому I_2 та обертовому I_{2s} роторі.

Накреслити принципову електричну схему двигуна, якщо обмотка ротора з'єднана зіркою.

Рішення:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

ТЕМА: Пуск та реверсування асинхронного двигуна

МЕТА РОБОТИ: Навчитися включати асинхронний двигун та здійснювати його реверсування

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок приладів.
2. Встановити з'єднання статорних обмоток зіркою.
3. Включити асинхронний двигун перемикачем К-1 і зафіксувати максимальне відхилення стрілки амперметра при поданні напруги - $I_{п.}$, та установлене I_Y . Дослід повторити декілька разів і вирахувати коефіцієнт відношення $K_{п} = I_{\Delta} / I_Y$.
4. Перемикачем К-2 встановити з'єднання статорних обмоток трикутником і повторити пункт -3.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Які ви знаєте методи включення асинхронного двигуна?
2. Які асинхронні двигуни мають кращі пускові властивості?
3. Як можливо змінити напрямок обертання асинхронного двигуна?

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду
2. Відповіді на контрольні запитання
3. Таблицю досліджень

Таблиця 11.1

Дослід	$I_{п-Y}, A$	I_{-Y}, A	$I_{п-\Delta}, A$	$I_{-\Delta}, A$	$I_{п-\Delta} / I_{п-Y}$
1					
2					

Примітка. I_Y - струм при з'єднанні обмоток статора «зіркою»,
 I_{Δ} - струм при з'єднанні обмоток статора «трикутником».

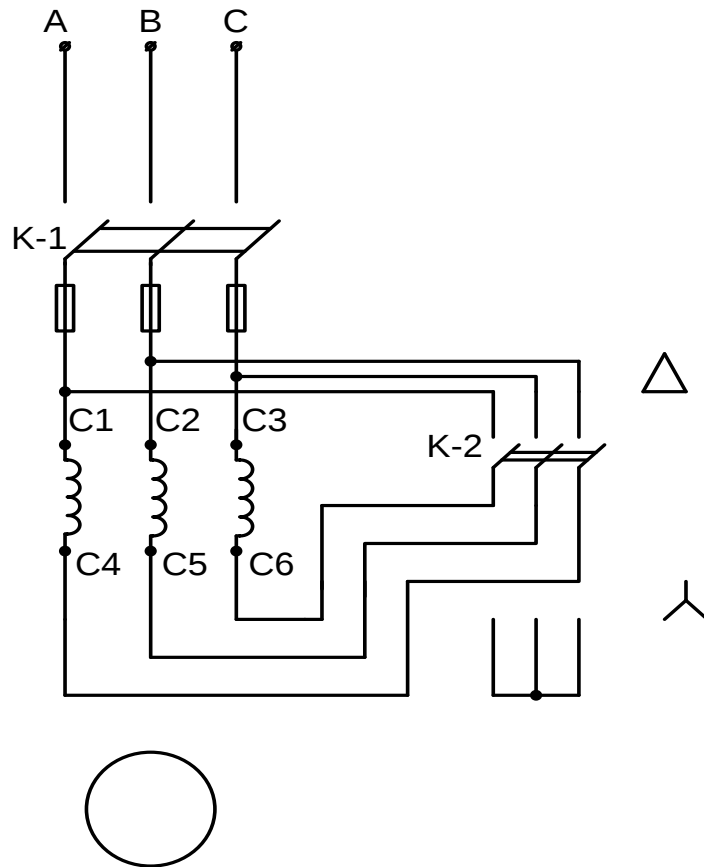


Рис. 9- Електрична схема стенду № 11

ВИСНОВОК :

КАРТКА 3.2.3

Обертальний момент, механічна характеристика.. Енергетична діаграма та ККД асинхронного двигуна. Робочі характеристики асинхронного двигуна.

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 7.6, 7.7 с. 191 – 196, п. 7.5, 7,9 с. 188 – 191, 200 - 203.

1	Обертальний момент асинхронного двигуна збільшився. Як зміняться електричні втрати в роторі?	а) збільшаться; б) зменшаться; в) залишаться незмінними.
2	Напруга, підведена до обмотки статора асинхронного двигуна, збільшилась в 2 рази. Як зміниться обертальний момент асинхронного двигуна?	а) не зміниться; б) збільшиться в 2 рази; в) збільшиться в 4 рази.
3	Як зміниться обертальний момент асинхронного двигуна при збільшенні ковзання від 0 до 1?	а) збільшиться; б) зменшиться; в) спочатку збільшиться, потім зменшиться;
4	Номинальний момент двигуна 20 Нм. При критичному ковзанні двигун розвиває обертальний момент 40 Нм. Визначити перевантажну здатність двигуна.	а) $K_n = 2$; б) $K_n = 0,5$; в) для відповіді недостатньо даних.
5	Асинхронний двигун працює на межі стійкої роботи. Що відбудеться, якщо зросте навантаження на валу двигуна?	а) двигун зупиниться; б) буде обертатися з тією ж швидкістю; в) почне обертатися швидше.
6	Яких втрат потужності не існує на роторі асинхронного двигуна?	а) механічних; б) електричних; в) динамічних; г) магнітних.
7	Які втрати потужності асинхронного двигуна є постійними?	а) механічні і магнітні; б) механічні і електричні на роторі; в) магнітні і електричні на статорі;
8	Чим пояснити, що ККД асинхронного двигуна спочатку досягає максимуму, а при подальшому рості навантаження починає зменшуватись?	а) різким збільшенням магнітних втрат; б) різким збільшенням електричних втрат статора і ротора; в) різким збільшенням механічних втрат.
9	Визначити потужність, яку споживає асинхронний двигун з мережі, якщо його корисна потужність 400 Вт, а ККД 0,8.	а) 600 Вт; б) 320 Вт; в) 500 Вт.
10	Як зміниться пусковий момент асинхронного двигуна, якщо збільшити активний опір ротора?	а) зменшиться; б) збільшиться; в) пусковий момент не залежить від активного опору ротора.
11	Як зміниться ковзання асинхронного двигуна при номінальному навантаженні, якщо зменшити підведену до статора напругу?	а) збільшиться; б) зменшиться; в) не зміниться, так як навантаження не змінилось.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

ТЕМА: Випробування трифазного асинхронного двигуна

МЕТА РОБОТИ: Навчитися знімати характеристики асинхронного двигуна та визначати його властивості

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок приладів.
2. Перемикачем К-1 підключити напругу до асинхронного двигуна.
3. Заміряти частоту обертів асинхронного двигуна записати показання приладів стенду.
4. В колі генератора вивести реостат $R_{зб.}$ до мінімуму, дані приладів записати в таблицю 12.1.
5. Тумблером К-2 підключити навантаження до генератора і збільшуючи його величину (3-5разів) знімати покази приладів та записати їх в таблицю 12.1.
6. По заміряних величинах розрахувати $\cos \varphi$, $P_{ген}$, $M_{2дв}$, $ККД_{дв}$, S та побудувати характеристики асинхронного двигуна.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Яку машину змінного струму називають асинхронною?
2. Які ви знаєте методи регулювання обертів асинхронного двигуна?
3. Які переваги має асинхронний двигун над двигуном постійного струму?

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду.
2. Таблицю дослідів та розрахунків.
3. Характеристики асинхронного двигуна побудовані за дослідями.
4. Відповіді на контрольні запитання.

Формули для розрахунків:

$$P_{2дв.} = P_{г.} / \eta_{г.}, \quad \text{де } \eta_{г.} \text{ прийняти } 0.85. \quad (1)$$

$$\eta = P_{2дв.} / P_{1дв.} \quad (2)$$

$$M = P_{1дв.} \cdot p / 2 \pi f_1 \quad (3)$$

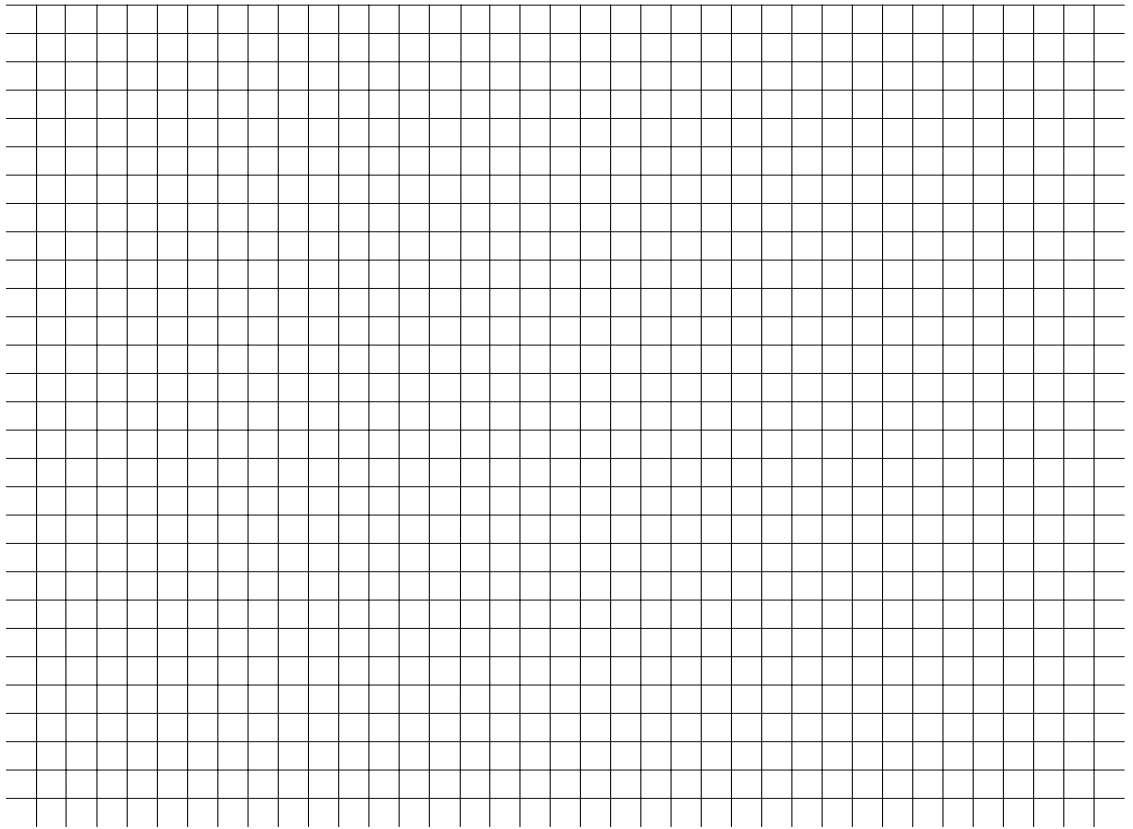
де прийняти $p = 2$; $f_1 = 50$ Гц

$$\cos \varphi = P_{1дв.} / (m_1 U_{1дв.} I_{1дв.}) \quad (4)$$

$$s = (n_1 - n_2) / n_1 \quad (5)$$

$$n_1 = (60 f_1) / p \quad (6)$$

Будуємо швидкісну характеристику



ВИСНОВОК: _____

КАРТКА 3.8.1***Призначення та принцип дії синхронних генераторів,
їх типи та способи збудження.***

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 8.2, 9.1 с. 224 – 233.

1	З якою швидкістю потрібно обертати ротор чотириполусного синхронного генератора, щоб отримати змінний струм з частотою 50 Гц?	а) 1500 об/хв.; б) 3000об/хв.; в) 1000об/хв..
2	Який струм підводиться до обмотки ротора синхронного генератора?	а) змінний однофазний; б) постійний; в) змінний трифазний ; г) пульсуючий .
3	Ротор синхронного генератора обертається зі швидкістю 3000 об/хв.. З якою частотою обертається магнітне поле статора?	а) 3000 об/хв.; б) 1500 об/хв.; в) задача не визначена, так як невідома кількість полюсів.
4	Які ротори застосовують в синхронних турбогенераторах?	а) явно полюсні; б) неявно полюсні; в) це залежить від потужності турбогенератора.
5	Який тип синхронних генераторів має найбільшу частоту обертання ротора?	а) турбогенератор; б) гідрогенератор; в) дизель-генератор.
6	Який синхронний генератор застосовують переважно з самозбудженням?	а) турбогенератор; б) гідрогенератор; в) дизель-генератор.

КАРТКА 3.8.2

*Реакція якоря СТ. Рівняння напруги синхронного генератора.**Характеристика синхронного генератора.*

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 9.2, 9.3, 20.6 с. 230 – 239.

1	При збільшенні індуктивного навантаження напруга на затискачах синхронного генератора	а) збільшується; б) зменшується; в) не змінюється.
2	Реакція якоря при ємнісному навантаженні	а) спотворює магнітне поле машини; б) збільшує магнітне поле; в) зменшує магнітне поле.
3	Коефіцієнт потужності синхронного генератора збільшується при	а) збільшенні активної складової потужності; б) збільшенні індуктивної складової потужності; в) збільшенні ємнісної складової потужності.
4	Визначити ЕРС розсіювання синхронного генератора, якщо струм навантаження 10 А, а індуктивний опір розсіювання обмотки якоря 0,1 Ом.	а) 0,1 В; б) 1 В; в) 100В; г) 10 В
5	При виконанні яких умов залежність $U = f(I)$ буде зовнішньою характеристикою синхронного генератора?	а) $\omega = const$; б) $\cos\varphi = const$; в) $I_{\text{зб}} = const$; г) усі перелічені умови.
6	При якому характері навантаження з ростом навантаження напруга на затискачах синхронного генератора збільшується?	а) при активному; б) при активно-індуктивному; в) при активно-ємнісному.
7	Чому при збільшенні активно-індуктивного навантаження напруга на затискачах генератора зменшується?	а) внаслідок збільшення падіння напруги на якорі генератора; б) внаслідок збільшення дії реакції якоря, яка розмагнічує машину; в) внаслідок дії двох причин, вказаних вище.
8	Як потрібно змінити опір ланцюга збудження, щоб напруга генератора не змінювалась при збільшенні активно-індуктивного навантаження?	а) збільшити; б) залишити незмінним; в) зменшити.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №13

ТЕМА: Випробування трифазного синхронного генератора

МЕТА РОБОТИ: Навчитися знімати характеристики синхронного генератора та аналізувати його роботу

ХІД РОБОТИ:

1. Ознайомитись з випробувальним стендом, перевірити електричну схему, визначити ціну поділок приладів.
2. Перемикачем К-1 подати напругу на трифазний привідний двигун.

Характеристика холостого ходу

3. Перемикачем К-2 подати напругу на обмотку збудження синхронного генератора.
4. Ступінчато змінюючи величину $R_{зб}$ (5-6 разів), зняти характеристику холостого ходу генератора: $U_o = f(I_{зб})$ при $I_n = 0$, дані занести в таблицю 13.1.

Зовнішня характеристика

2. При струмі $I_n = 0$, установити мінімальне значення $R_{зб}$, дані записати в таблицю 13.2.
 6. Підключити мінімальне навантаження R_n до генератора і збільшуючи його 3-4 рази, зняти покази приладів U_g , I_n при умові, що $I_{зб}$ лишається незмінним.
- Дані занести в таблицю 13.2.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Як поділяються СГ по способу збудження?
2. Яким чином на полюсах в синхронного генератора виникає магнітне поле різної полярності?
3. Призначення щітко-контактного пристрою у синхронних машинах.

В звіт включити:

1. Електричну схему стенду
2. Таблиці даних та побудовані характеристики
3. Відповіді на контрольні запитання

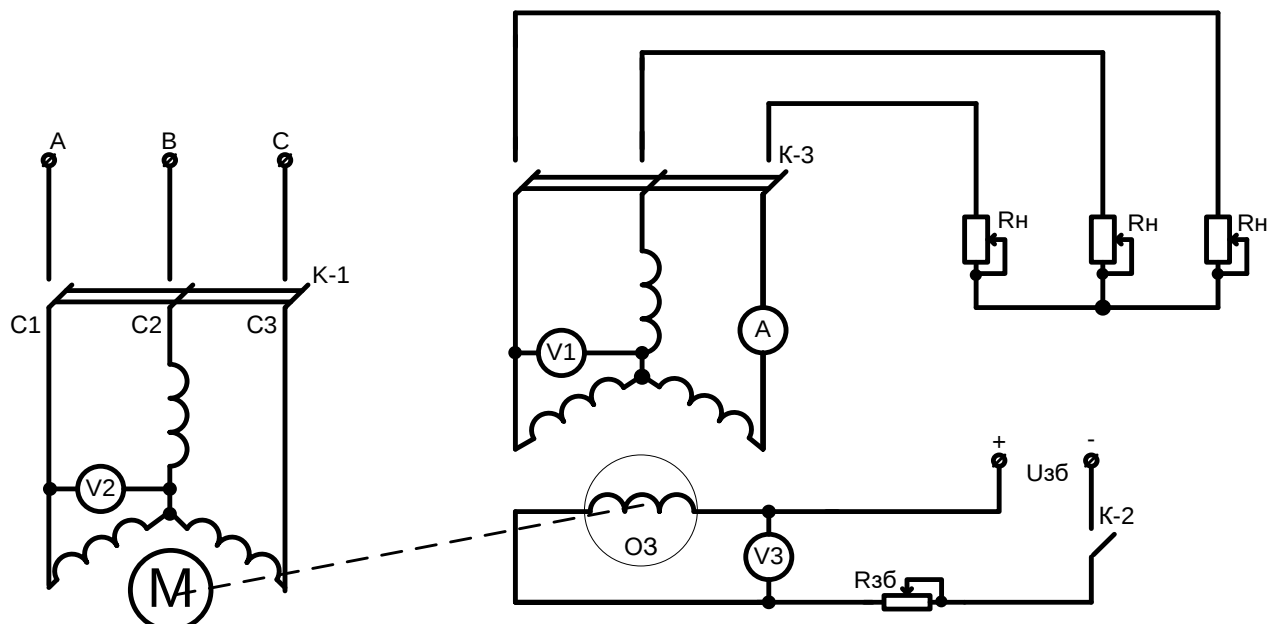


Рис. 11 – Принципова електрична схема стенду № 13

Таблиця 13.1

№	$I_{зб}$	E_1	E_2
	A	B	B
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Таблиця 13.2

№	I_H	$I_{зб}$	U_r
	A	A	B
1			
2			
3			
4			
5			
6			

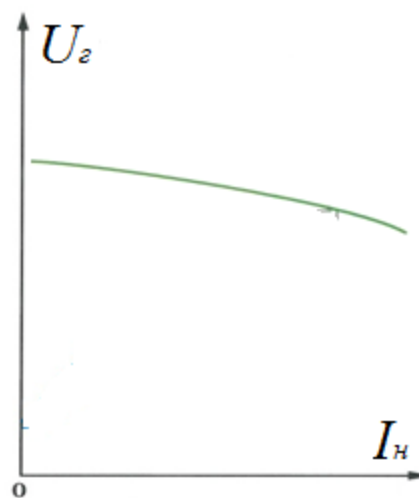
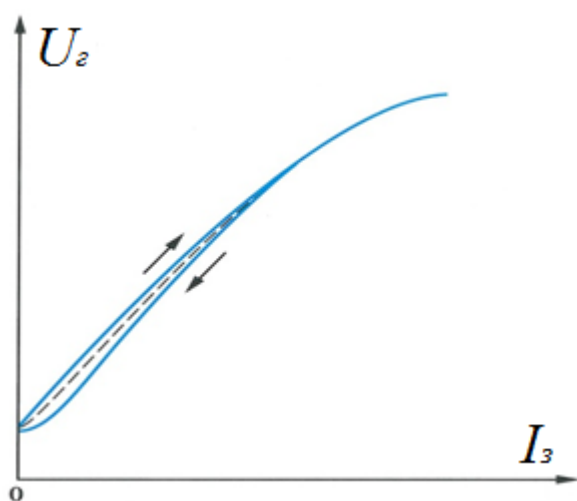
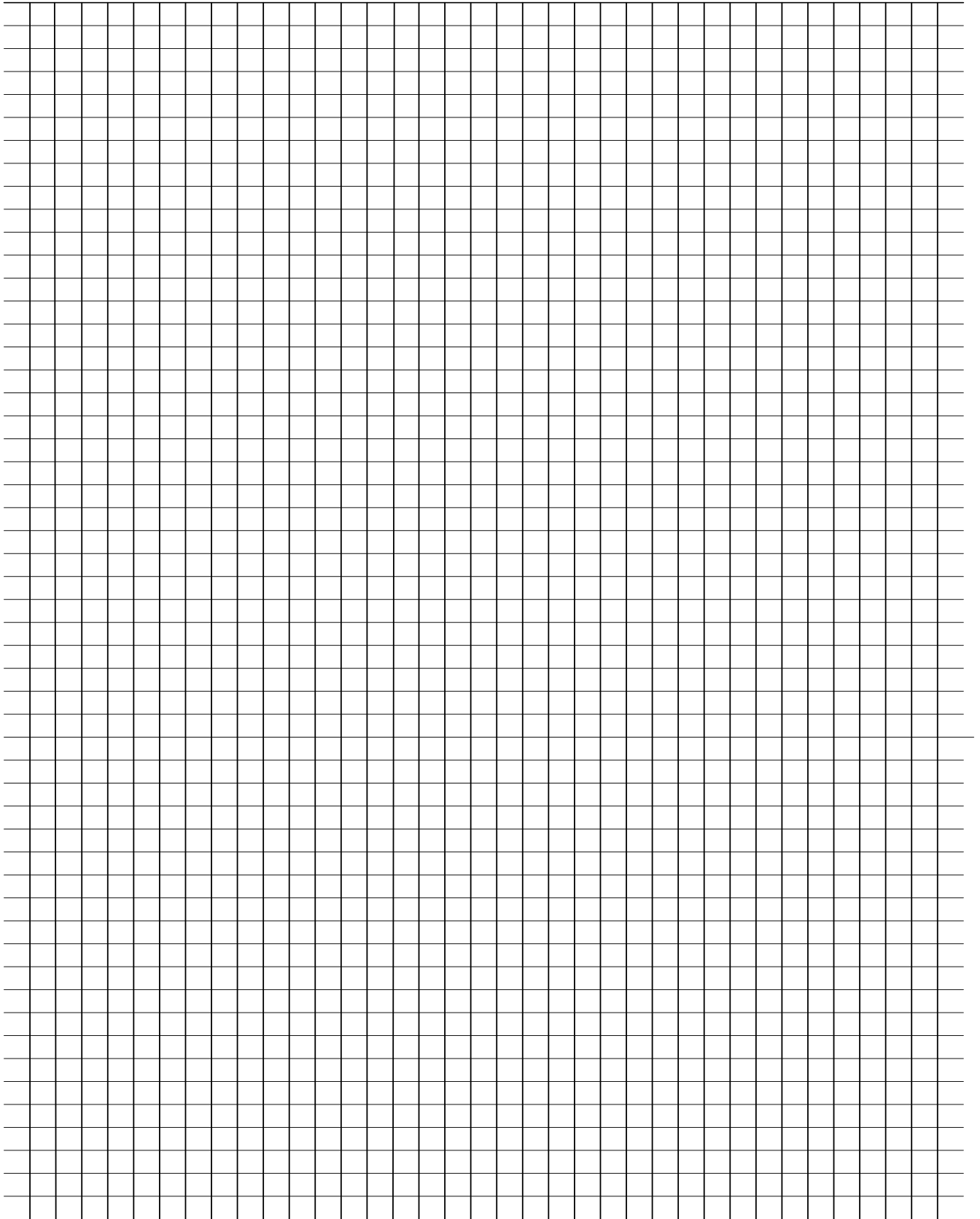


Рис. 12 - Типові характеристики синхронного генератора

Будуємо характеристики в масштабі



ВИСНОВОК: _____

КАРТКА 3.8.3

*Паралельна робота синхронного генератора з мережею.**Навантаження синхронного генератора, включеного до паралельної роботи.*

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 9.6, 9.7 с. 252 – 256.

1	Який прилад не використовують для перевірки умов ввімкнення синхронного генератора на паралельну роботу з мережею?	а) частотомір; б) вольтметр; в) синхроскоп. г) ватметр.
2	Яка з умов підключення синхронного генератора на паралельну роботу з мережею зайва?	а) полярність генератора і мережі повинні бути однаковими; б) $f_g = f_m$; в) послідовність фаз в генераторі і мережі повинні бути однакові; г) $U_1 = - E_1$.
3	Усі умови включення на паралельну роботу виконані, але $U_g \neq U_m$. Що відбудеться, якщо генератори включити до паралельної роботи?	а) з'явиться реактивний зрівнювальний струм; б) з'явиться зрівнювальний струм з великою активною складовою; в) у двох фазах з'явиться зрівнювальний струм.
4	Лампи, які підключені між однойменними фазами, загоряються по черговому. Що потрібно зробити, перше ніж включити генератор на паралельну роботу?	а) включити лампи між різнойменними фазами; б) змінити послідовність чергування фаз генератора; в) урівняти швидкості обертання генераторів.
5	В яку мить потрібно вмикати синхронний генератор на паралельну роботу з мережею, якщо лампи синхроскопу включені «на погасання світла»	а) лампи горять з повним накалюванням; б) лампи горять в пів накалювання; в) усі лампи погасли одночасно; г) лампи блимають.
6	Чому дорівнює потужність, яку віддає генератор в мережу, в мить підключення на паралельну роботу з мережею?	а) $P_2 = 0$; б) $P_2 = P_{2ном}$; в) $P_2 = 0,5 P_{2ном}$
7	Що потрібно зробити, щоб збільшити активну потужність синхронного генератора, який підключено до паралельної роботи?	а) відключити навантаження; б) збільшити обертальний момент привідного двигуна; в) відключити привідний двигун.
8	В якій послідовності потрібно зупинити синхронний генератор, який підключений до паралельної роботи?	а) зупинити привідний двигун і відключити генератор від мережі; б) відключити генератор від мережі і зупинити привідний двигун; в) послідовність операцій не має значення.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №14

ТЕМА: Включення синхронного генератора на паралельну роботу

МЕТА РОБОТИ: Навчитися підключати синхронний генератор на паралельну роботу з мережею

ХІД РОБОТИ:

1. Перевірити електричну схему стенду.
2. Підвести напругу перемикачем К-1 на привідний двигун.
3. Підвести напругу до синхроноскопу включивши перемикачі К-3, К-4.
4. Регулюючи швидкість обертів синхронного генератора (зміною реостатів в колі привідного двигуна) встановити рівність $E_{г.} = U_{м.}$, та $f_{г.} = f_{м.}$, показання приладів записати в таблицю 14.1.
5. При одночасному згасанні всіх ламп синхроноскопа і виконанні пункту №4 підключити СГ на паралельну роботу з мережею перемикачем К-2. Показання приладів записати в таблицю 14.1.
7. Відповісти на контрольні запитання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Навіщо вмикають СГ на паралельну роботу?
2. Необхідна умова включення СГ на паралельну роботу?
3. Як працює ламповий синхроноскоп?

До звіту включити:

1. Електричну схему стенду
2. Таблицю досліджень
3. Відповіді на контрольні запитання

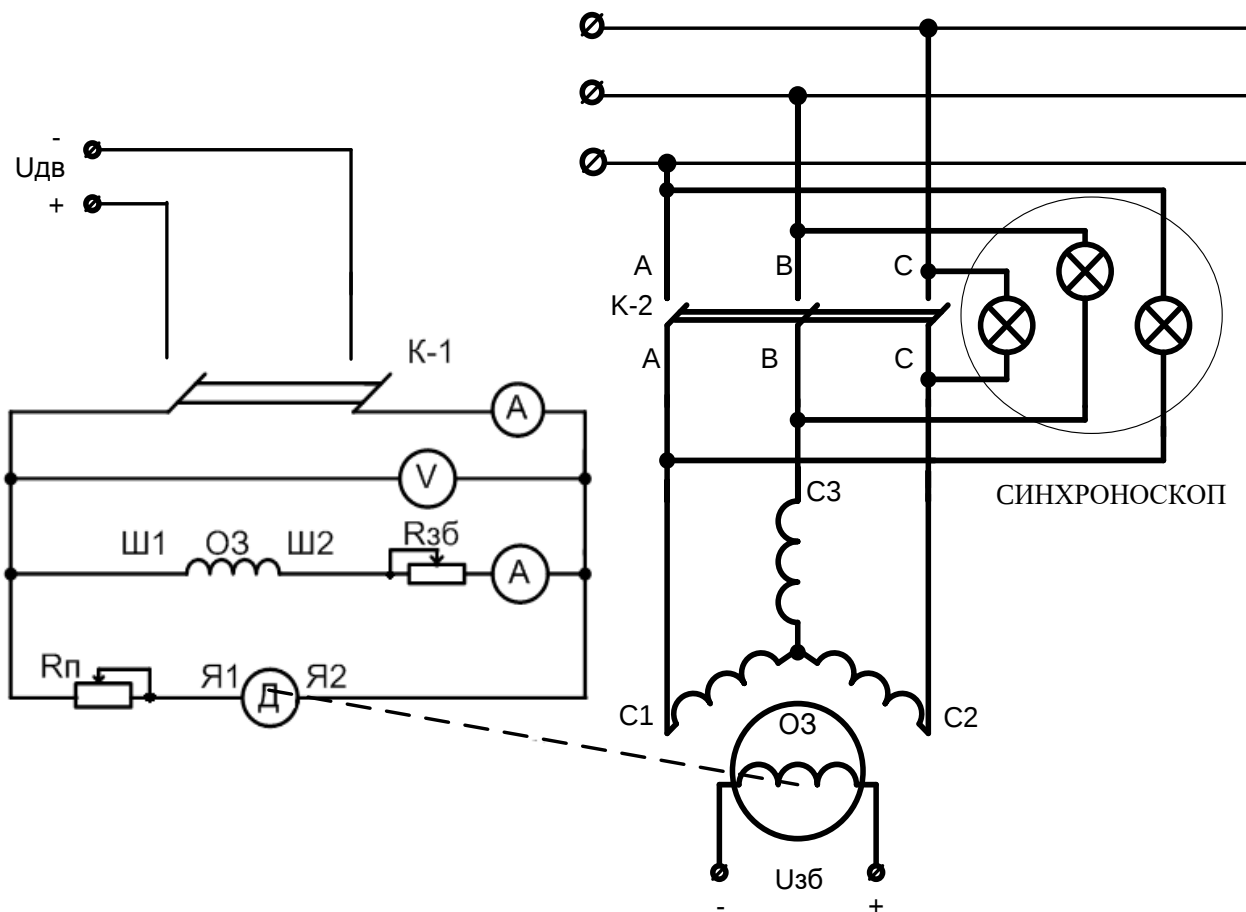


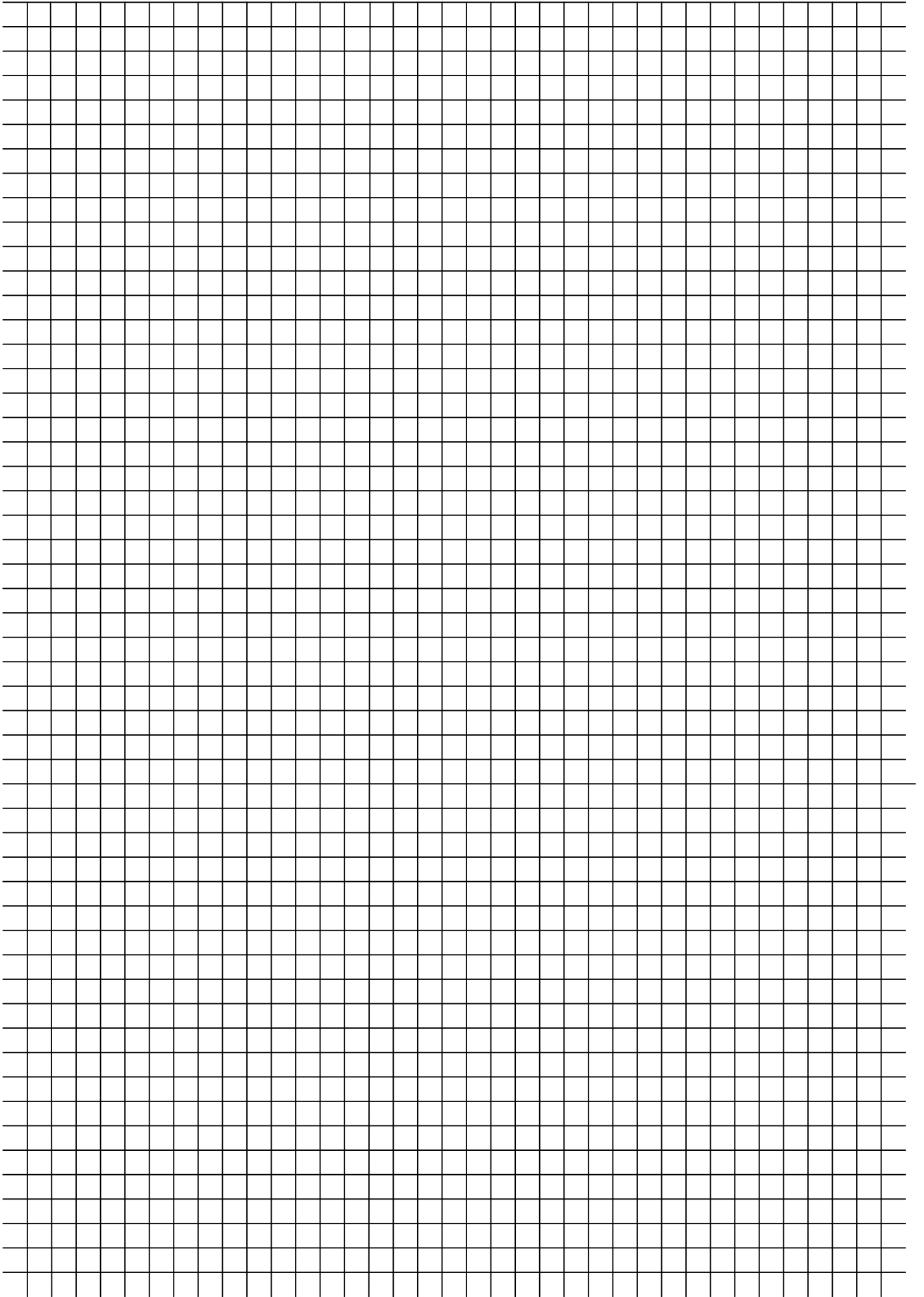
Рис. 13 – Принципова електрична схема стенду №14

Таблиця 14.1

№	U_z	$I_{зб}$	I_z	f_z	U_m	I_m	f
	В	А	А	Гц	В	А	Гц
1							
2							

ВИСНОВОК: _____

Думаємо. Аналізуємо. Відповідаємо:



КАРТКА 3.10.1***Синхронні двигуни. Способи пуску. Синхронні компенсатори.***

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 10.1, 10.2, 10.3, 10.4 с. 262 – 276.

1	Чим відрізняється конструкція синхронного двигуна від конструкції синхронного генератора?	а) статором; б) ротором; в) нічим не відрізняється.
2	Як змінилась частота обертання синхронного двигуна, якщо механічне навантаження на його валу збільшилось?	а) збільшилась; б) ніяк не змінилась; в) зменшилась.
3	Механічне навантаження на валу синхронного двигуна збільшилось. Як змінився кут θ ?	а) збільшився; б) не змінився; в) зменшився.
4	Що потрібно зробити, щоб ротор синхронного двигуна втягнувся в синхронізм?	а) збільшити струм збудження; б) збільшити напругу мережі; в) розкрутити ротор до швидкості, близької до синхронної;
5	Який спосіб пуску синхронного двигуна не застосовується?	а) за допомогою пускового реостату; б) за допомогою допоміжного двигуна; в) за допомогою асинхронного пуску з ротором, замкненим на активний опір.
6	Чому при асинхронному пуску обмотку ротора синхронного двигуна замикають на активний опір, а не залишають розімкненою?	а) щоб зменшити ЕРС на затискачах обмотки ротора при пуску; б) щоб зменшити струм в обмотці ротора при пуску.
7	З якою метою використовують синхронні компенсатори?	а) для підвищення ККД споживачів; б) для підвищення коефіцієнта потужності мережі електропостачання; в) для зниження активної потужності.
8	Яка машина використовується в якості синхронного компенсатора?	а) недозбуджений синхронний двигун; б) перезбуджений синхронний генератор; в) перебуджений синхронний двигун.
9	Що потрібно зробити, щоб синхронний двигун споживав з мережі реактивний струм, який випереджає по фазі напругу мережі?	а) встановити струм збудження, який перевищує номінальний струм; б) забезпечити роботу двигуна в режимі холостого ходу; в) виконати обидві умови, названі вище.

КАРТКА 4.1.1

***Нагрівання та охолодження електричних машин і трансформаторів.
Номінальні режими роботи електричних машин***

Тестове завдання розроблено відповідно до теоретичного матеріалу викладеного у літературі [6] п. 11.1, 11.2, 12.1, 12.2, 12.3. с. 283 – 303.

1	Як відбувається нагрівання машина при роботі?	а) температура нагрівання постійно зростає; б) нагрівається тільки спочатку, потім охолоджується; в) нагрівається до усталеної температури перегріву, після чого віддає тепло довкіллю.
2	Вказати, від якого параметру не залежить усталена температура перегріву машини	а) маси машини; б) площі поверхні, яка охолоджується; в) кількості теплоти, що виділяється в машині.
3	У якому номінальному режимі найменша усталена температура перегріву машини?	а) тривалому номінальному; б) короткочасному номінальному; в) повторно-короткочасному номінальному.
4	При якому номінальному режимі за час паузи машина встигає охолонути до температури довкілля?	а) при тривалому номінальному; б) при короткочасному номінальному; в) при повторно-короткочасному номінальному.
5	Який вид охолодження не належить до природного охолодження?	а) само вентиляція; б) конвекція; в) теплопровідність.
6	Який вид охолодження можна застосувати для потужного трансформатора?	а) масляне охолодження з дмуханням; б) масляне охолодження; в) масляно-водяне охолодження.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Безрученко В.Н. , Хотян А.С. Электрические машины : Киев. Высшая школа, 1987. –215с.
2. Л.В. Дубинець, О.І. Момот, О.Л. Маренич. Электричні машини : Д . : Видавництво ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаря на, 2007. – 200 с.
3. Загірняк М.В., Невзлін Б.І. Электричні машини : - К. : Знання, 2009. – 399с.
4. Кацман М.М. Электрические машины :-М.: Высшая школа, 2002. – 469с.
5. Пиотровский Л.М. Электрические машины -Л.: Энергия,1974
6. Стукало Ю.М. Электричні машини : - К. КЕМК, 2014. - 305с.