

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ С.В.Бондаренко

_____ 20__ р.

Методичне забезпечення
лабораторних робіт з дисципліни
«Електроустаткування підприємств і цивільних споруд»
спеціальності 5.05070104 «Монтаж і експлуатація електроустаткування
підприємств і цивільних споруд»

Уклав

Т.В. Ліх

Розглянуто на засіданні
циклової комісії
спеціальних електротехнічних дисциплін
Протокол №__ від __ _____ 20__ року

Голова циклової комісії

В.В. Олійник

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 1

Тема: Дослідження роботи люмінесцентних ламп при включенні з різними ПРА.

1 Мета:

- 1.1. Вивчити конструкцію і принцип дії люмінесцентних ламп.
- 1.2. Навчитись складати схеми включення люмінесцентних ламп.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1. Стартерний пускорегулюючий апарат типу 1УБК-40/220-ВП (1 шт.).
- 2.2. Одноламповий пускорегулюючий апарат з трансформацією напруги типу 1УБК-40/220-ВП (1 шт.).
- 2.3. Дволамповий пускорегулюючий апарат 24БК-40/220-АН (1 шт.).
- 2.4. Лампи денного освітлення ЛДЦ-40 Вт, 220 В, (2 шт.).
- 2.5. Вольтметр 0-250 В (1 шт.).

3 Теоретичні відомості:

В теперішній час отримало широке поширення освітлення з застосуванням люмінесцентних ламп.

Люмінесцентна лампа представляє собою газорозрядну ртутну лампу низького тиску, на внутрішній поверхні якої нанесений тонкий шар люмінофору.

Дуговий розряд в ртутних парах, приходящий в проміжку між двома електродами, розміщеними у кінців лампи, збуджує люмінофор, який випромінює світловий потік.

Таке перетворення електроенергії в світлову виявилось в два-три рази економічніше температурного випромінювання, на принципі якого працюють лампи розжарювання. Висока економічність люмінесцентних ламп є основною перевагою при використанні їх для внутрішнього освітлення. До переваг люмінесцентних ламп слідуює також віднести великий строк їх служби, і кращий в порівнянні з іншими джерелами світла, колір світла, який забезпечує більш правильну передачу кольору.

Люмінесцентні лампи призначені для електричних мереж змінного струму з частотою 50 Гц. Як і всі інші лампи газового розряду, вони включаються в мережу тільки послідовно з спеціальним баластним опором, який служить для обмеження сили струму. Лампа, включена в мережу без опору, миттєво виходить з ладу.

В якості баластного опору застосовують дросель (Д). для запалення лампи застосовується спеціальний пристрій – лампа тліючого розряду (стартер). В момент включення лампи в мережу стартер знаходиться під повною напругою мережі і в ньому виникає тліючий розряд.

Під дією тліючого розряду електроди стартера нагріваються. При цьому один з них (біметалевий) згинається до дотику з другим. В результаті цього стартер закорочується і катоди лампи розжарюються приходящим через них струмом. При закорочуванні стартера тліючий розряд припиняється, електроди стартера

охолоджуються і, випрямляючись, розмикають коло розжарювання катодів лампи. При цьому виникає імпульс напруги, який запалює дуговий розряд в лампі, після чого вона починає нормально працювати. При роботі лампи напруги на її електродах, а отже, і на електродах стартера недостатньо для повторного виникнення тліючого розряду. Якщо ж по будь-яким причинам лампа не загорілась, то процес запалення автоматично повторюється.

Люмінесцентним лампам присутній і ряд недоліків: запалення при стартерній схемі триває декілька секунд, установка з лампами денного освітлення обходиться дорожче, вони складні в експлуатації, стартер часто виходить із ладу, вони чутливі до частоти і напруги мережі, знижують cosφ мережі, створюють стробоскопічний ефект.

Для покращення пускових властивостей розроблені безстартерні схеми миттєвого запалення і, окрім того, починають застосовуватись ртутні лампи високого тиску.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись з обладнанням світильника і записати паспортні данні обладнання (лампи, дроселя, стартера, конденсаторів, резистора).

4.2. Вивчити конструкцію і принцип дії люмінесцентної лампи і її пускової апаратури.

4.3. Накреслити схему включення люмінесцентної лампи.

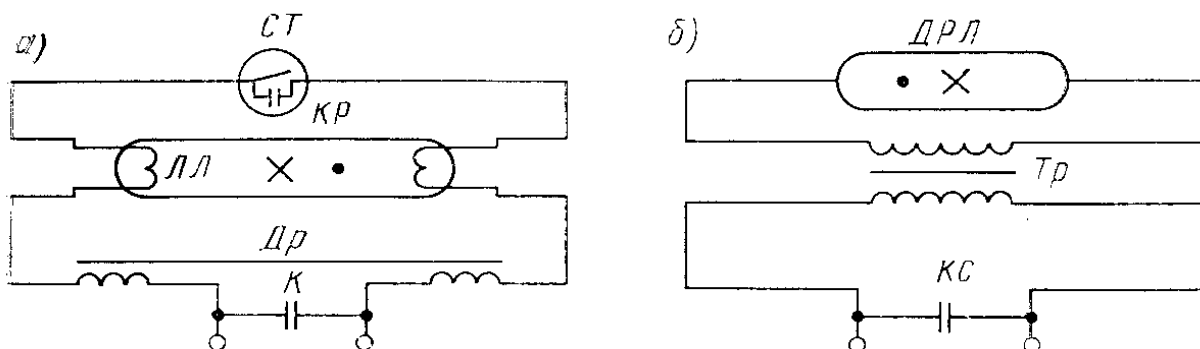


Рисунок 1. Схема включення лампи.

4.4. Скласти схему включення люмінесцентної лампи по одноламповій схемі з стартерним пуском і заміряти напругу на всіх елементах кола. Результати дослідження записати в таблицю.

4.5. Змінюючи напругу джерела струму визначити напругу по вольтметру, при якій лампа почне світитись і при якій перестане світитись. Записати показання приладів, P_U , P_A , P_W .

4.6. При номінальній напрузі (220В) зняти показання приладів при включеному конденсаторі С1 і відключеному.

4.7. При U_n 220В і при відпрацьованому (мигаючий режим) стартері записати показання приладів.

4.8. Зробити висновки про роботу лампи з конденсатором і без нього, а також роботу лампи з «мигаючим» стартером.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1. Переваги і недоліки освітлення з люмінесцентними лампами в порівнянні з лампами розжарення?
- 6.2. Призначення стартера і принцип його роботи?
- 6.3. Призначення дроселя?
- 6.4. Чи можлива робота світильника без конденсатора?
- 6.5. Основні переваги і недоліки схеми безстартерного пуску.

Література

1. Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. -М: Высшая школа, 1982, стр. 6-9.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 2

Тема: Проведення зварювальних робіт за допомогою ручної дугової зварки.

1 Мета:

- 1.1. Вивчити будову і принцип дії зварювального трансформатора.
- 1.2. При проведенні зварювання отримати експериментальні дані зміни напруги і струму в первинній та вторинній обмотках..

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Зварювальний трансформатор.
- 2.2. Ватметр.
- 2.3. Амперметр (2 шт.).
- 2.4. Вольтметр (2 шт.).
- 2.5. Струмообмежувальний дросель.
- 2.6. Симісторний регулятор.
- 2.7. Електрод АНО-3 (5 шт.).

3 Теоретичні відомості:

Для ручного дугового електрозварювання можна використовувати як змінний, так і постійний струм. При зварюванні змінним струмом на зварювальній деталі і на електроді виділяється однакова кількість тепла. А при зварюванні постійним струмом на зварювальній деталі виділяється більше тепла, ніж на електроді за рахунок більшої маси.

При зварюванні змінним струмом використовують тільки «обмазані» електроди, тобто покрити шаром, який складається з крейди та рідкого скла. Це підвищує стійкість горіння дуги за рахунок іонізації дугового проміжка та створення захисної оболонки з газу, що появляється при плавленні електрода.

В якості зварювальних трансформаторів застосовуються однофазні сухі зварювальні трансформатори потужністю 10...30 кВА. Вони мають круто спадаючу зовнішню характеристику. При напрузі 60...80 В холостого ходу надійно запалюється дуга, а при короткому замиканні обмежується струм до 1,4 Іном.

Запалювання та надійність горіння дуги виникає при відповідному зсуві фаз між напругою та струмом. Коефіцієнт потужності такого трансформатора $\cos\varphi=0,35\dots0,45$.

Найбільш поширені зварювальні трансформатори типу СТЕ-24, СТЕ-34, які складаються із трансформатора і котушки (дроселя-регулятора), що дозволяє в широких межах змінювати зварювальний струм.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитися з приладами та обладнанням експериментальної установки (рисунок 1).

4.2. Для затиснення електрода і підведення до нього зварювального струму служить електродотримач. Більш досконалі є електродотримачі з пружинами (Рисунок 2); застосовують також гвинтові, пластинчасті, виделкові й інші типи електродотримачів.

4.3. Скласти електричну схему для зварювання.

4.4. Перш ніж включити установку ввести за допомогою симісторного регулятора в коло первинної обмотки зварювального трансформатора котушку дроселя L на повний реактивний опір. В цьому випадку зварювальний струм буде найменшим.

4.5. Включити установку.

4.6. Записати показання приладів при холостому ході.

4.7. Виконати зварювання на мінімальному струмі і записати показання приладів.

4.8. За допомогою симісторного регулятора збільшувати зварювальний струм через проміжки приблизно 10...15 А і кожного разу записувати показання приладів.

4.9. Зробити розрахунок споживаної потужності, активної потужності, ККД трансформатора.

4.10. Дані занести в таблицю 1.

Таблиця 1

| № вимірювання | Вимірювання | | | | | Розрахунки | | |
|---------------|-------------|-----|-----|-----|-----|------------|------|-----|
| | PW | PA1 | PA2 | PV1 | PV2 | Pспож | Pакт | ККД |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |

4.11 На основі отриманих даних побудувати зовнішню характеристику зварювального трансформатора.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Що таке ручна дугова зварка?

6.2. Пояснити процес запалювання дуги.

6.3. Які електроди застосовуються при ручній дуговій зварці змінним струмом?

6.4. Який вид має зовнішня характеристика зварювального трансформатора?

Література

1. Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. -М: Высшая школа, 1972, стр. 52-59.

Відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 14651-78Е, електродотримачі випускають трьох типів у залежності від сили зварювального струму: I тип - для струму 125 А; II типу—125 —315 А; III типу - 315 — 500 А. В усіх типах електродотримач повинен витримувати без ремонту 8000 затисків електродів. Час зміни електрода не повинен перевищувати 4 с.

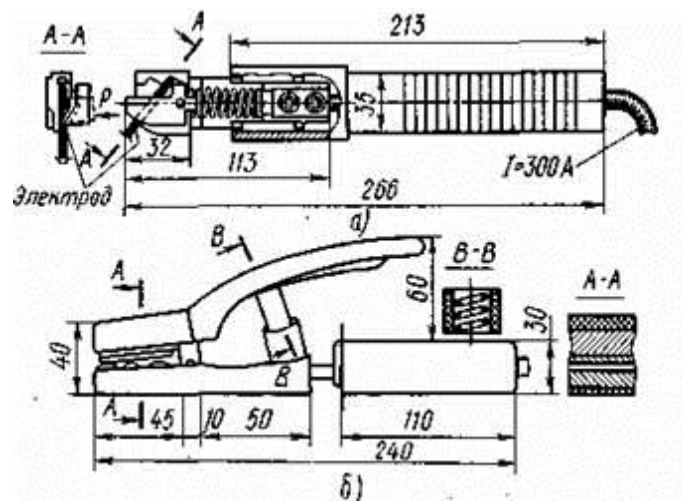


Рис. 2. Типи електродотримачів із пружиною:
а — подовжньої, б — поперечної

Щитки виготовляють відповідно до ДЕРЖСТАНДАРТУ 12.4.035 — 78 з легких і неспалених матеріалів (спецпластмас). Маса ручного щитка не повинна перевищувати 0,48 кг, на-головного — 0,50 кг.

Захисні стекла (світлофільтри) призначені для захисту очей і шкіри обличчя від променів дуги, бризів металу і шлаку. ДСТ 12.4.080-79 передбачає 13 класів (номерів) світлофільтрів при зварюванні на струмах від 5 до 1000 А. Номер світлофільтра підбирають у залежності від струму, складу металу, що зварюється, виду дугового зварювання, що розрізняється способом захисту зварювальної ванни

від дії газів повітря й індивідуальних особливостей зору зварника. Зварювання покритими електродами при струмі 100 А виконуються зі світлофільтром 35; 200 36; 300 37; 400 38; 500-600 39 і т.д. При зварюванні електродом важких металів, що плавиться, в інертному газі користаються світлофільтром на номер менше, а легких металів — на номер більше в порівнянні зі світлофільтром при зварюванні покритими електродами. Шлангове зварювання в Соз при струмі 50—100 А виконуються зі світлофільтром 31; 100— 150 А — 32; 150-250 А-С3; 250-300 34; 300-400 35 і т.д.

Розмір світлофільтра 52 x 102 мм. Світлофільтр вставляють у рамку щитка. Світлофільтр захищають від бризів зовні звичайною шибкою. Прозоре скло змінюють у міру забруднення.

Кабелі і зварювальні провoda служать для підведення струму від джерела живлення до електродотримача і виробу. Електродотримачі приєднують до гнучкого з мідними жилами кабелю ПРГД чи ПРГДО (ДСТ 6731-77 Е). При відсутності значних механічних впливів можна використовувати кабель АПРГДО з алюмінієвими жилами. Мідний кабель ПРГД може протистояти впливу ударних навантажень, а також тертю об металеві конструкції, абразивні матеріали. Мідний кабель ПРГДО й алюмінієвий АПРГДО не можуть піддаватися значному механічному впливу. Довжина гнучкого кабелю, до якого приєднується електродотримач, звичайно дорівнює 2 —3 м, інша частина його може бути замінена кабелями марок КРПТ, КРПТН, КРПГ, КРПС, КРПСН із мідними жилами й АКРПТ, АКРПТН з алюмінієвими жилами (ДСТ 13497-77Е). Кабель марки КРПС має підвищену гнучкість і може в процесі роботи піддаватися значним ударним навантаженням. Кабель різних марок з'єднують муфтами, чи пайкою мідними наконечниками і болтами.

Провід, що з'єднує виріб, що зварюється, із джерелом живлення, може бути менш гнучким і більш дешевим. У цьому випадку застосовують провід марки ПРГ (ДСТ 20520-80).

Для приєднання до виробу, що зварюється, провід часто постачають швидкодіючим затиском, виготовленим з електропровідного металу (міді, бронзи). Затиски можуть бути пружинного чи гвинтового типу (рис. 3). Проводом від

джерела харчування до виробу може служити алюмінієва чи сталева шина, покладена в дерев'яному кожусі.

Перетину мідних проводів (жив) вибирають по встановлених нормативах для електротехнічних установок $5 — 2 \text{ А/мм}^2$ при струмі 100-300 А.

Одяг зварника (костюм і халат) шиється з брезентової парусини, іноді зі спеціальної (плівкової) тканини. Штани надягають поверх взуття для запобігання ніг від опіків гарячими недогарками, що утворюються при зміні електродів, і бризами металу. Одяг із прогумованого матеріалу не застосовується, тому що легко пропалюється нагрітими частками металу. Усі зварники повинні користатися брезентовими рукавицями. При виконанні зварювальних робіт усередині замкнутих судин (казанів, емкостей, резервуарів і ін.) зварників забезпечують гумовими ковриками, галошами, особливими наколінниками, підлокітниками і дерев'яними підставками. Засоби захисту зберігають у спеціальних приміщеннях.

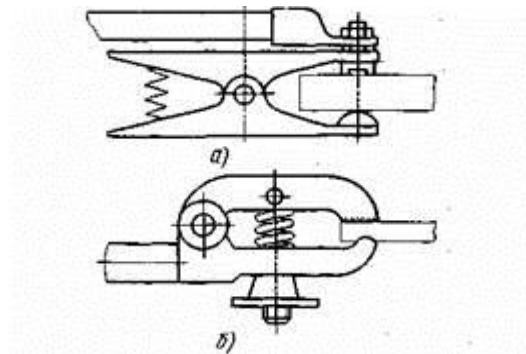


Рис. 3. Затиски для приєднання зварювального проводу до виробу, що зварюється: а — пружинний, б — гвинтовий

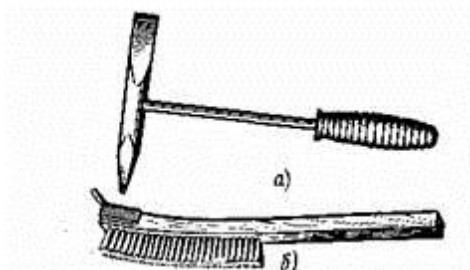


Рис. 4. Інструмент для зачищення шва і крайок, що зварюються: а — молоток-шлакоотделитель, б — щітка.

Інструмент зварника: сталева щітка для зачищення крайок перед зварюванням і для видалення з поверхні швів залишків шлаку; молоток-шлакоотделитель для видалення жужільної кірки, особливо з кутових чи швів швів, розташованих у

вужькому, глибокому обробленні між крайками (мал. 4), зубило, набір шаблонів для перевірки розмірів чи швів для цієї ж мети універсальний вимірник швів; сталеве клеймо для швів; сталева лінійка; схил; косинець; чертилка, а також шухляда для збереження і перенесення інструмента.

Типи переносу електродного металу

При дуговому зварюванні електродом, що плавиться, розрізняють три типи переносу електродного металу: крупнокапельний, мелкокапельний (чи струминний) і перенос із замиканням.

У залежності від типу переносу електродного металу змінюються продуктивність зварювання, характер формування шва і якість зварених з'єднань: Тому зварник повинний знати умови зварювання, при яких досягається потрібний тип переносу електродного металу.

При зварюванні покритими електродами перенос електродного металу здійснюється в основному першим типом — великими краплями різного розміру. У деяких випадках усередині великої краплі знаходяться гази, що виділяються при плавленні покриття і металу електрода. Під дією тиску газів велика крапля розривається, утворюються (до моменту її подальшого руху в шов) дрібні краплі, бризи і частки в пароподібному стані. До моменту влучення в шов краплі при зварюванні покритими електродами мають неоднакові розміри. Утворення однакових крапель з однаковою частотою їхнього переносу при зварюванні покритими електродами практично неможливо в силу виникаючих при зварюванні різного роду впливів, що обурюють, на перенос електродного металу. Велику стабільність переносу електродного металу можливо одержати лише при струминному переносі, при переносі дрібними краплями. Зменшення струму при збереженні тієї ж напруги дуги (тієї ж довжини дуги) при зварюванні покритими електродами приводить до збільшення обсягу краплі, а частота їхнього утворення падає. Це веде до зниження кількості стерпного металу в одиницю часу. При подальшому зменшенні струму і збереженні тієї ж напруги на дузі утвориться мало крапель, але вони будуть настільки великі, що відірвуться від електрода ще до короткого замикання ними дуги, як це видно з рис. 5, б.

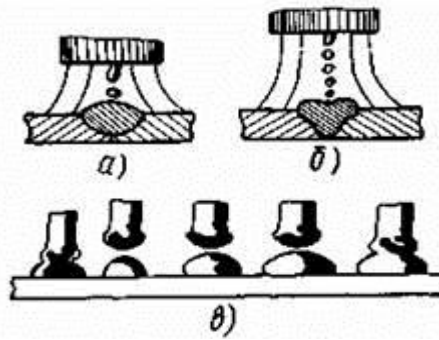


Рис. 5. Схема переносу електродного металу:
 а — крупнокапельный, б — мелкокапельный чи струминний,
 в — з короткими замиканнями або перемичками

Це веде до ще меншої продуктивності наплавлення. Таким чином, для одержання оптимальної технології зварювання (максимальна продуктивність переносу електродного металу і краще формування металу шва) необхідно зі зменшенням струму зменшувати і напругу на дюзі (довжину дуги) і навпаки. Оптимальна технологія розробляється з обліком $U_d = 25$ В при $I < 100$ А, а з обліком $U_d = 40$ В при $I > 500$ А. В інтервалі 100 — 500 А напруга змінюється лінійно між 25 і 40 В.

При напівавтоматичному дуговому зварюванні в аргоні або в багатій аргонном захисній атмосфері змішаного складу або при наявності спеціальної по хімічному складу зварювального дроту за певних умов (наприклад, при зварюванні в аргоні зварювальним дротом діаметром 1,6 мм, струмі 300 А та відносно довгої дуги) перенос буває мелкокапельным (струйним). Дрібні краплі (мал. 93, в) переносяться одна за другий, створюючи видимість суцільного струму. Струминний перенос має деякі переваги — менше вигорання легуючих домішок у дроті, велика продуктивність і стабільність переносу електродного металу, краще формування шва й ін.

При шланговому зварюванні зварювальний дріт менших діаметрів переважніше зварювального дроту великих діаметрів. Малий діаметр зварювального дроту дозволяє забезпечити велику частоту переносу крапель електродного металу. При цьому зростає швидкість руху крапель і зменшується вигорання легуючих елементів. Однак для дроту малих діаметрів необхідно мати устаткування з подачею дроту порядку 1000 м/ч.

При напівавтоматичному зварюванні електродом, що плавиться, у СО перенос електродного металу йде з замиканнями краплями дуги й у рідких випадках з

вільним польотом крапель, подібно зварюванню покритими електродами. Перенос крапель з короткими замиканнями дозволяє зварювати в будь-якій положенні, у тому числі деталі, що допускають лише обмежене нагрівання, наприклад тонкі аркуші.

Кількість наплавленого електродного металу при переносі з коротким замиканням (мал. 5, а) менше, ніж при струйному, але воно все-таки істотно більше, ніж при використанні покритих електродів. Глибина проплавлення металу при переносі з коротким замиканням менше, ніж при струминному переносі.

На характер переносу електродного металу впливає не тільки напруга і струм, але також і реактивний опір джерела харчування дуги, наприклад при шланговому зварюванні в 3 можливі переноси з замиканнями (з перемичками) і краплинний з вільним польотом крапель; перенос із замиканнями рекомендується зі зварювальним дротом малих діаметрів, а при користуванні зварювального дроту великих діаметрів утвориться краплинний перенос.

Значення електромагнітних сил (пінч-ефекта) при зварюванні електродом, що плавиться. Відомо, що навколо ділянки електричного ланцюга при протіканні через нього струму виникає магнітне поле, що, взаємодіючи зі струмом у провіднику, викликає радіальний стиск провідника (рис. 6). Дуга (катодна зона, стовп і анодна зона) являє собою ділянку ланцюга, у якому дія електромагнітних сил виявляється найбільше сильно, оскільки вона складається з рідких і газоподібних елементів.

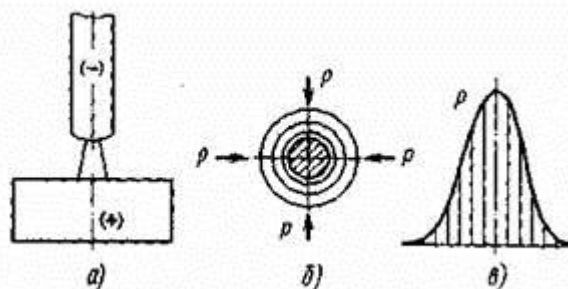


Рис. 6. Розподіл кільцевих магнітних ліній у стовпі дуги:
а — дуга, б — стискаюче дія магнітного полючи, в — зміну сили P у залежності від відстані від осі провідника

Зі збільшенням зварювального струму електромагнітні сили зростають. Для струминного переносу потрібно відносно збільшений струм і довжина дуги.

Перенос крапель можливий у будь-якім просторовому положенні, якщо електромагнітні сили достатні для подолання гравітаційної сили (притягання).

Дослідники вважають, що електромагнітні сили є, що переважають у порівнянні з іншими (поверхневий натяг, сила гравітації-притягання, сили хімічних реакцій і ін.), що беруть участь в утворенні і переносі електродних крапель на виріб.

Особливо сильно виявляється пинч-ефект при струминному переносі крапель.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 3

Тема: Визначення моменту інерції ротора електродвигуна. Розрахунок потужності двигуна для кранових механізмів.

1 Мета:

1.1. Отримати навички в вивченні моментів інерції роторів (якорів) і робочих механізмів.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Електродвигун.

2.2. Вантаж.

2.3. Рулетка (лінійка).

2.4. Секундомір.

2.5. Макет ліфта, плакати, плівки.

3 Теоретичні відомості:

Підйомно-транспортний механізм класифікується: вантажопідйомні крани, тальки, кран-балки, ліфти. Електродвигуни, які встановлені на кранах, працюють в важких умовах. Режим їх роботи – повторно короткочасний, з частими пусками і гальмуванням. Електропромисловість випускає спеціальні кранові електродвигуни в захисному і закритому виконанні, які допускають великі перевантаження в порівнянні з електродвигунами загального призначення. Кранові електродвигуни розраховані для основного виду режиму роботи (ПВ=25%), при інших значеннях ПВ їх потужність :

$$P_{15}=P_{25}\sqrt{\frac{25}{15}}; P_{15}=P_{40}=\sqrt{\frac{25}{40}} \text{ і т.д.}$$

Основні серії МТН і МТФ – фазним ротором.

МТКН і МТКФ – з короткозамкненим ротором.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись з обладнанням і записати паспортні данні електродвигуна.

4.2. Ознайомитись з схематичним зображенням установки.

4.3 Рисунок 1. Схема випробувального стенда.

4.4. Виміряти радіус шківа. Зважити вагу вантажу. Данні записати.

4.5. На шків двигуна намотати декілька витків, до іншого кінця шнура прикріпити вантаж з відомою його вагою; зафіксувати положення вантажу; вмикаючи секундомір одночасно вивільнити вантаж для вільного його опускання до полу, внаслідок чого він проходить тертя в підшипниках і обертає ротор (якір) електродвигуна.

4.6. Заміряти по секундоміру час t , за який вантаж спуститься з висоти h . Заміри часу опускання вантажу виконувати 5-10 разів і визначити середньоарифметичний час опускання вантажу:

$$T_c = \frac{\sum t_1}{5 \div 10} \cdot (C)$$

Результати замірів звести в таблицю 1.

| № замірів | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | t_{cp} |
|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----------|
| Час, t, c | | | | | | | | | | | |

4.7. Момент інерції I розрахувати по формулі:

$$I = mr^2 \left(\frac{gt}{2h} - 1 \right) = \frac{G}{g} r^2 (gt^2/2h - 1)$$

де m – вага вантажу, кг;

r – радіус шківа, м;

G – 9,8 швидкість вільного падіння вантажу, м/сек;

t - час опускання вантажу, сек.

4.8. Розрахунковий результат моменту інерції порівняти з моментом інерції для цього двигуна з довідника.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Для чого визначають момент в залежності від радіуса шківа?

6.2. Як змінюється момент в залежності від радіуса шківа?

Література

1. Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок.-М: Высшая школа, 1982, стр. 292-301.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 4

Тема: Випробування уставок теплових реле.

1 Мета:

1.1. Придбання практичних навиків по вибору і перевірці на працездатність запобіжників, автоматів і теплових реле.

1.2. Ознайомитись з методами розрахунку і вибору пускорегулюючої апаратури, кабелів і проводів..

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Лабораторний стенд.

2.2. Автоматичний вимикач (2 шт.).

2.3. Трансформатор (2 шт.).

2.4. Латр (1 шт.).

2.5. Електролампочка (2 шт.).

2.6. Резистор (1 шт.).

2.7. Запобіжник (1 шт.).

2.8. Теплове реле (1 шт.).

2.9. Амперметр (1 шт.).

3 Теоретичні відомості:

Теплове реле призначене для захисту електродвигуна від перевантажень за струмом. Основним елементом його є біметалева пластина, яка при нагріванні згинається і переводить контактну систему у вимкнений або ввімкнений стан. Біметалевий елемент (уставка) – це двошарова пластина з металів, що мають різні температурні коефіцієнти лінійного розширення. При нагріванні шар термоактивного металу істотно розширяється, в той час як шар термоінертного металу майже не деформується. Конструктивно один кінець біметалевої пластини жорстко закріплений, а інший – вільний. Шари біметалевої пластини міцно з'єднані між собою.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись зі схемою стенда (рисунок 1), зрозуміти призначення кожного елемента схеми.

4.2. Вивчити по технологічним щиткам будову і принцип дії зразків автоматів, запобіжників, теплових реле.

4.3. Визначити струм уставки $I_{\text{ном.розч.}}$ електромагнітного розчіплювача, теплового або комбінованого автомата. Для цього:

Таблиця 2. Діаметр дротів для плавкої уставки

| Тип запобіжника | Номінальний струм патрона, А | Номінальний струм плавкої уставки, А | Діаметр дротів, мм | Число дротів |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------|
| ПР-2 | 15 | 6 | 0,25 | 1 |
| | | 10 | 0,35 | 1 |
| | | 15 | 0,45 | 1 |
| | | 20 | 0,55 | 1 |
| | 60 | 25 | 0,6 | 1 |
| | | 35 | 0,75 | 1 |
| | | 45 | 0,9 | 1 |
| | | 6 | ,0 | 1 |
| | 100 | 80 | 0,8 | 2 |
| | | 100 | 1,0 | 2 |
| | | 200 | 1,1 | 2 |
| | НПР-1000 | 200 | 125 | 1,1 |
| 160 | | | 0,9 | 3 |
| 60 | | | 0,55 | 4 |
| 80 | | | 0,47 | 6 |
| НПР-200 | 100 | 100 | 0,6 | 6 |
| | | 100 | 0,6 | 6 |
| | | 100 | 0,6 | 6 |
| НПР-200 | 200 | 125 | 0,6 | 8 |
| | | 160 | 0,6 | 10 |
| | | 200 | 0,6 | 12 |

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Яке призначення теплового реле?

6.2. Чи потрібно застосовувати теплове реле, якщо в колі електродвигуна є плавкі запобіжники?

Література

1. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию.-М: Высшая школа, 1991

2 Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. –М.: Энергоатомиздат, 1987

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 5

Тема: Дослідження роботи двигуна постійного струму під навантаженням.

1 Мета:

1.1. Вивчити будову електродвигуна постійного струму незалежного збудження і набути практичних навичок в складанні схеми при дослідженні двигуна для отримання його основних характеристик.

1.2. Одержати експериментальне підтвердження теоретичним відомостям про властивості електродвигунів постійного струму незалежного збудження.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Електродвигун.

2.2. Лабораторний автотрансформатор (Латр).

2.3. Вольтметр.

2.4. Амперметр.

2.5. Динамометр.

3 Теоретичні відомості:

Регульовальна характеристика електродвигуна постійного струму незалежного збудження є залежністю частоти обертання n від струму в обмотці збудження I_{z6} при незмінних напрузі живлення U_1 навантаженні. Регульовальну характеристику треба знімати в режимі ХХ.

Робочі характеристики є залежність частоти обертання від споживаного струму, корисного моменту навантаження і від корисної потужності P при незмінних значеннях напруги та струму збудження.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись з обладнанням і записати паспортні дані електродвигуна, вимірювальних приладів.

4.2. Ознайомитись з схематичним зображенням установки.

4.3. Скласти схему по рисунку і після перевірки її викладачем провести пробний пуск двигуна.

4.4 Перш ніж включити електродвигун в мережу, необхідно Латр TV2 вивести на 0, Латр TV1 вивести на 220 В, а автомат QF2 вимкнути. Після включення QF1 Латром вивести напругу до мінімуму на обмотці збудження 220 В, а потім поступово напругу піднімати. Частота обертання якоря зростатиме. Потім

допомогою Латра TV1 встановити необхідну частоту обертання. Звернути особливу увагу на правильність включення обмотки збудження, оскільки обрив обмотки збудження може привести до розносу електродвигуна. Для реверсу електродвигуна необхідно змінити напрям струму або в обмотці збудження, або в обмотці якоря.

4.5. Перевірити можливість регулювання частоти обертання і реверсування.

4.6. Зняти дані і побудувати регульовальну характеристику в режимі ХХ. Для чого змінюючи Латром напругу на обмотці по вольтметру визначити частоту обертання і по амперметру РА2 визначити струм $I_{зб}$ і дані занести в таблицю 1.

Таблиця 1

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| n/n _{ном} | 0,8 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 2,0 |
| n, об/хв. | | | | | |
| $I_{зб}$, А | | | | | |

За даними таблиці побудувати регульовальну характеристику електродвигуна $n = I_{зб}$.

4.7. Для отримання даних необхідних для побудови робочих характеристик, включити двигун і навантажити його до номінального струму навантаження при $n_{ном}$. При цьому знімати показання амперметрів РА1, РА2, вольтметра РV1 і динамометра. Потім поступово розвантажити двигун і через приблизно однакові значення струму навантаження зняти показання приладів і занести їх в таблицю. Всього знімають не менше п'яти показань.

4.8. Зробити розрахунок значення споживаної потужності, активної потужності, ККД двигуна.

| № вимірювання | Вимірювання | | | | Розрахунки | | |
|---------------|-------------|--|--|--|------------|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Будують робочі характеристики електродвигуна в одних осях координат.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Що таке регулювальна характеристика?

6.2. Що таке робоча характеристика?

Література

1. Кацман М.М. Электрические машины и трансформаторы.-М:Высшая школа, 1971, стр. 92-96.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 6

Тема: Випробування синхронно-реактивного двигуна під навантаженням.

1 Мета:

1.1. Вивчити конструкцію синхронно-реактивного двигуна та експериментальне визначення двигуна методом безперервного навантаження..

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Вольтметр.

2.2. Ватметр.

2.3. Амперметр

2.4. Реактивний двигун ДРС-150м.

3 Теоретичні відомості:

Синхронний реактивний двигун на відміну від звичайного синхронного двигуна не має обмотки збудження. Його ротор являє собою явнополюсну шихтовану конструкцію із тонколисткової електротехнічної сталі з короткозамкнутою пусковою кліткою.

Двигун має на статорі дві однофазні обмотки А і В, осі яких зсунуті в просторі одна відносно іншої на 90 ел.град. В коло обмотки В включений фазозсуваючий елемент – конденсатор $C_{\text{роб}}$. Ємність цього конденсатора на практиці вибирається таким чином, щоб забезпечити в двигуні кругове обертаюче поле при номінальному навантаженні.

Для вимірювання активної потужності, яку споживає двигун з мережі, в схемі використаний однофазний ватметр PW , що підключається до стенду через гнізда "W". Амперметр PA1 або PA2 підключається до гнізд стенда "A" і призначений для вимірювання повного струму, який споживає двигун.

Підключення того чи іншого амперметра відбувається з допомогою перемикача S1 /розміщений на задній стінці лабораторного стенду/.

Номінал робочого конденсатора $C_{\text{роб}}$ змінюється з допомогою перемикача S2. При цьому можна встановити його значення, які дорівнюють 0,8 ; 1,0 ;2,0 μF .

Для створення і вимірювання навантажувального моменту на валу дослідного двигуна в лабораторному стенді використане стрічкове гальмо маятникового типу МТ. Схема його роботи приведена на рис. 2.

Регулювання навантажувального моменту здійснюється шляхом зміни натягу стрічки з допомогою гвинтової пари.

За рахунок тертя між стрічкою і шківом двигуна відбувається поворот шківа гальма на деякий кут α до того часу, поки відхилення противага G не урівноважить силу, що діє на стрічку зі сторони шківа дослідного двигуна. Стрілка гальма, яка при ньому відхилилася, покаже на шкалі величину цього кута α .

Величина навантажувального моменту M_2 , що створюється маятниковим гальмом на валу мікродвигуна:

$$M_2 = 9,81G(D_{шд} / D_{шг}) \sin \alpha, \quad (1)$$

де G - маса вантажу, кг / $G = 0,08$ кг/;

- - кут відхилення стрілки гальма, град. ;

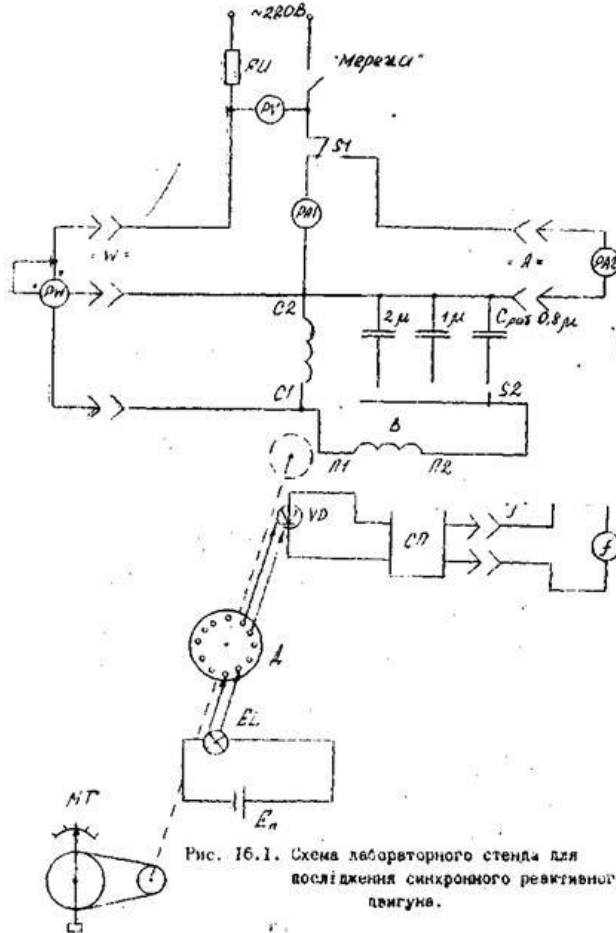


Рис. 16.1. Схема лабораторного стенда для дослідження синхронного реактивного двигуна.

l - відстань від осі шківа гальма до центра тяжіння вантажа, м.;

$D_{шд}, D_{шг}$ - діаметри шківів двигуна і гальма відповідно, м.

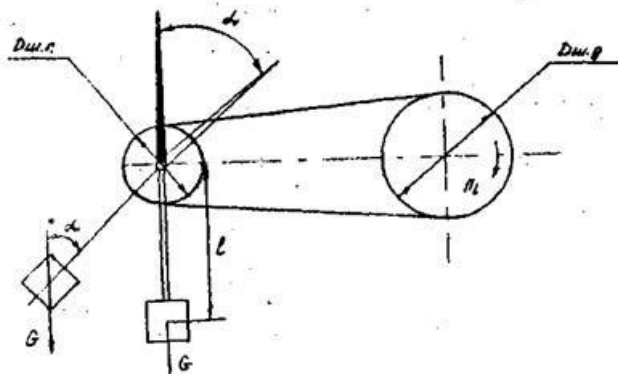


Рис 2. Схема стрічкового гальма для визначення навантажувального моменту M_2 .

Для вимірювання частоти обертання ротора дослідного двигуна в лабораторному стенді є фотоелектричний тахометр, оснований на частотному методі вимірювання. Він містить фотодіодний давач **VD**, освітлювач **EL**, схему перетворення імпульсного сигналу СП і електронний частотомір, який підключається до гнізд стенду "**f**", непрозорий диск з отворами.

Частота обертання вала мікродвигуна

$$n_1 = 60 \cdot f_x / K, \quad (2)$$

де f_x – частота імпульсів на виході схеми перетворення, Гц;

K – кількість отворів на непрозорому диску Д.

Живлення лабораторного стенду здійснюється від мережі 220 В, вмикання стенда проводиться з допомогою вимикача "Мережа".

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись з конструкцією і принципіальною схемою лабораторного стенду, порядком роботи і даними вимірювальних приладів, що використовуються.

4.2. Зібрати схему лабораторного стенду по рис. 1, і після її перевірки викладачем зняти дані і побудувати робочі характеристики двигуна.

Попередньо необхідно за допомогою гвинтової пари ослабити натяг стрічки. Такий режим відповідає холостому ходу. Ввімкнути за допомогою перемикача S2 в коло живлення двигуна робочий конденсатор $0,8 \mu F$. Для даного режиму записати такі покази пристроїв: напругу живлення /вольтметр **PV**/, використаний струм /амперметр PA2/; використана активна потужність **P₁**/ватметр **PW**/, кут повороту стрілки гальма **α** , частоту вихідних імпульсів фотоелектричного тахометра **f_x** / частотомір **f**/.

4.3. Збільшити гальмуючий момент на валу дослідного двигуна. Повторити вимірювання всіх перерахованих величин і записати результати до табл.1.

4.4. Аналогічно провести вимірювання ще при трьох-чотирьох значеннях навантажувального моменту /до зупинки ротора, що відповідає режиму короткого

замикання/. При зупинці ротора потрібно негайно зменшити гальмуючий момент, щоб уникнути перегрівання двигуна.

Таблиця І

| п/п | Вимірювання | Обчислення | | | | | | | | |
|-----|-------------|------------|----------|-----------|----------------|-----------|------------------|----------------|-----------|----------------|
| | | | I_1, A | $P_1, Вт$ | $\alpha, град$ | $f_x, Гц$ | $M_2, Н \cdot м$ | $n_1, об / хв$ | $P_2, Вт$ | $\cos \varphi$ |
| | | | | | | | | | | |

4.5. Встановити режим холостого ходу. Перемикачем S2 ввімкнути робочу ємність $1,0 \mu F$. Повторити всі попередні експерименти. Результати занести до таблиці 1.

4.6. Ті ж самі виміри повторити для робочої ємності $C_{роб} = 2,0 \mu F$. Результати занести також до табл. 1. Результати оброблених вимірювань заносяться в графі табл. 1, де вони позначені "Обчислення". Для обчислення величини гальмуючого /навантажувального/ моменту за формулою/1/ необхідно виміряти за допомогою лінійки /або штангенциркуля/ значення $D_{нв}, D_{мз}, l$ /див. рис. 16.2/. Маса вантажа G дорівнює 0,08 кг.

Обчислення значення частоти обертання ротора двигуна проводиться за формулою/2/.

Число отворів на непрозорому диску дорівнює 36.

Корисна потужність, яку розвиває двигун:

$$P_2 = 0,105 \cdot M_2 \cdot n_1. \quad (3)$$

Коефіцієнт потужності:

$$\cos \varphi = P_1 / U_1 \cdot I_1. \quad (4)$$

Коефіцієнт корисної дії двигуна:

$$\eta = (P_2 / P_1) \cdot 100\%. \quad (5)$$

Після визначення всіх величин з табл. 1 необхідно побудувати такі робочі характеристики двигуна при різних значеннях робочої ємності:
 $I_1 = f(P_2); n_1 = f(P_2); P_1 = f(P_2); M_2 = f(P_2); \cos \varphi = f(P_2); \eta = f(P_2)$.

4.7. Визначити момент входу у синхронізм і момент виходу із синхронізму.

Для цього встановити режим холостого ходу. Примітити значення частоти вихідних імпульсів з фотодавача при холостому ході. Плавнo збільшуючи натяг стрічки гальма, примітити момент різкого зменшення частоти обертання ротора /вихід із синхронізму/. Момент навантаження M_2 , відповідний цьому моменту, дорівнює моменту виходу із синхронізму $M_{\text{вих}}$.

Після цього плавнo зменшувати величину навантажувального моменту до того часу, поки двигун не втягнеться в синхронізм /відновиться початкова частота вихідних імпульсів фотодавача/. При наступі такого стану виміряти навантажувальний момент, котрий дорівнює моменту входу в синхронізм даного двигуна $M_{\text{вх}}$.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1. Яка фізична суть виникнення реактивного моменту?
- 6.2. Які бувають конструкції роторів в синхронних реактивних двигунах?
- 6.3. Чим пояснюється значна величина струму холостого ходу реактивного двигуна?
- 6.4. Що таке момент входу в синхронізм і момент виходу із синхронізму?
- 6.5. Від яких параметрів залежать величини цього момента?
- 6.6. Що таке навантажувальна здатність і надвантажувальна здатність реактивного двигуна і як її визначити експериментально?

Література

1. Волков Н.И., Миловзоров В.П. Электромашинные устройства автоматики: Учеб. для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика". -М.: Высш.шк., 1986. – С.222-226, 230-234.
2. Кацман М.М., Юферов Ф.М. Электрические машины автоматических систем. – М.; Высш.шк., 1979. – С.218-221, 153-156.
3. Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины и микромашины. – М.: Высш.шк., 1981.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 7

Тема: Випробування асинхронного електродвигуна під навантаженням.

1 Мета:

- 1.1. Вивчити будову двигуна, принцип дії.
- 1.2. При навантаженні отримати експериментальне підтвердження теоретичним відомостям про властивості двигуна.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1. Асинхронний електродвигун.
- 2.2. Ватметр.
- 2.3. Амперметр .
- 2.4. Вольтметр
- 2.5. Електромагнітне гальмо.
- 2.6. Автотрансформатор.

3 Теоретичні відомості:

Конструкція асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором відрізняється від двигуна з фазним ротором тільки будовою ротора. Він складається з таких частин: сталюого циліндра, складеного з штампованих ізолюваних один від одного листів електротехнічної сталі; вала ротора, на якому закріплено сталюий циліндр ротора, підшипники, приводний шків і вентилятор; обмотки ротора, яка складається з мідних стержнів, що з торців замикаються кільцями, утворюючи так зване “біляче колесо”.

Крім паспортних даних на корпусі двигуна кріплять також клемний щиток, до якого підводяться кінці трьох обмоток статора. Початки обмоток позначають $C1$, $C2$, $C3$, а кінці – відповідно $C4$, $C5$, $C6$. З'єднання кінців слід виконувати зіркою при $U_n=380$ В, або трикутником при $U_n=220$ В.

Відносно низький $\cos\varphi$ асинхронного двигуна є його істотним недоліком за умови правильного вибору потужності. Найкраще розв'язати питання про збільшення $\cos\varphi$ всієї установки можна, раціоналізуючи роботу двигуна і збільшуючи його $\cos\varphi$. Якщо зважати тільки на економічність роботи генераторів станцій і електричних мереж, то досить збільшити $\cos\varphi$ установки, не збільшуючи $\cos\varphi$ самого двигуна. Цього можна досягти, під'єднуючи паралельно двигуну батарею конденсаторів, що забезпечує зменшення струму мережі. Це розвантажить мережу живлення від реактивних струмів.

4 Хід роботи:

- 4.1. Ознайомитися з приладами та обладнанням експериментальної установки (рис. 1.).

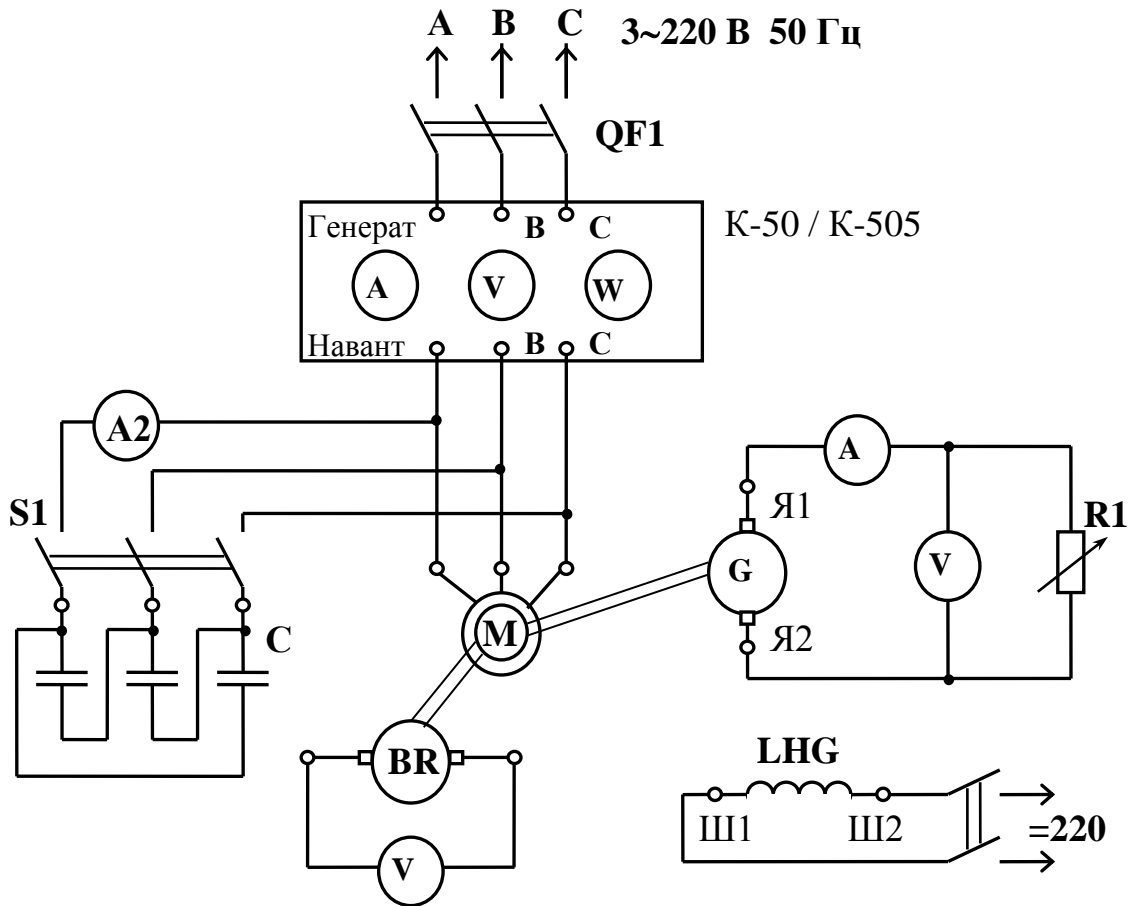


Рис. 1. Схема електрична лабораторної установки

4.2. Записати в табл.1 паспортні дані досліджуваних машин.

Таблиця .1

| Паспортні дані | | | | | | | | Обчислити | | |
|---------------------|-----|-----------|----------|----------|----------|---------------|--------|-----------|-------|---------|
| Найменування машини | Тип | $P_{ном}$ | $U_{н1}$ | $I_{н1}$ | $n_{н2}$ | $\cos\varphi$ | η | M_n | n_1 | P |
| | | кВт | В | А | об/хв | | % | Н·м | об/хв | пар.пол |
| Двигун | | | | | | | | | | |
| Генератор | | | | | | | | | | |

4.3. Для проведення випробувань трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором складають установку (рис. 1), в якій передбачено апаратуру для вимірювання фазної напруги $V1$, лінійного струму $A1$, активної фазної потужності $P1$ (комплект К-50, або К-505). Батарея конденсаторів C (з'єднаних трикутником) приєднується паралельно статорним обмоткам двигуна через вимикач S . Для визначення ємнісного струму в одній фазі використовуємо амперметр $A2$. Як і в попередній роботі, для створення гальмівного моменту на валу двигуна, використовуємо генератор постійного струму G . Змінюючи опір навантажувального реостата $R1$, завдаємо режим навантаження - "холостий хід",

25%, 50%, 75%, 100%, 125% від $P_{ном}$. Навантаження можна контролювати по амперметру $A3$, в колі якірної обмотки генератора, або по амперметру $A1$.

При проведенні випробувань необхідно знімати відліки спочатку без конденсатора, а потім з ним (замикаючи вимикач SI).

Частоту обертання n_2 визначимо за допомогою тахогенератора ВР. Дані спостережень записати в табл.2.

Таблиця .2

| Навантаження двигуна | | Дані спостережень | | | | | Результати обчислень | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------------------|----------|-------------|----------|-------|----------------------|-------|-----|-----|-------|---------------|-----|-----|--------|
| | | n_2 | U_ϕ | I_λ | P_ϕ | I_c | U_c | I_c | P | S | P_2 | $\cos\varphi$ | M | S | η |
| | | об/хв | В | А | Вт | А | В | А | Вт | ВА | Вт | | Нм | % | % |
| $P_{дв}$ х.х. | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |
| $P_{дв}$ 25% | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |
| $P_{дв}$ 50% | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |
| $P_{дв}$ 75% | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |
| $P_{дв}$ 100% | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |
| $P_{дв}$ 125% | Без С | | | | | | | | | | | | | | |
| | з С | | | | | | | | | | | | | | |

4.4. Розрахувати такі величини:

– лінійний струм I_λ при з'єднанні обмоток двигуна трикутником $I_\lambda = \sqrt{3} \cdot I_\phi$;

– загальна активна потужність двигуна $P = 3 \cdot P_\phi = 3 \cdot U_\phi \cdot I_\phi \cdot \cos\varphi$;

– повна потужність асинхронного двигуна $S = \sqrt{3} \cdot U_\lambda \cdot I_\lambda$;

– коефіцієнт потужності $\cos\varphi = \frac{P}{S}$.

4.5. Побудувати робочі $n_2=f(P_2)$, $M=f(P_2)$, $S=f(P_2)$, $I_2=f(P_2)$, $\eta=f(P_2)$, та механічну $n_2=f(M)$ характеристики асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

4.6. За результатами обчислень побудувати трикутники потужностей для кожного режиму навантаження (до вмикання конденсаторної батареї і після) і зробити висновки. Визначити графічно реактивну потужність Q_c конденсаторної батареї.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Пояснити будову та принцип дії асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором.

6.2. Як змінюється струм двигуна і $\cos\varphi$ при збільшенні навантаження?

Література

- 1 Загальна електротехніка: Навчально-методичний посібник. /Під ред. Д.Я. Глухова.– К.: Вища шк., 1970.
- 2 Борисов Ю.М. Липатов Д.Н. Зорин Ю.Н. Электротехника. – К.: Энергоатомиздат, 1985.
- 3 Іванов А.О. Лабораторні роботи з електротехніки. – К.: Вища шк., 1970.
- 4 Касаткин А.С. Основы электротехники. –М.: Энергия, 1966.
- 5 Пантюшин В.С. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1976.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 8

Тема: Випробування роботи сельсинів.

1 Мета:

1.3. Вивчити роботу і можливості сельсинів.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Сельсин БС-501 А (стенд с сельсинами).

2.2. Амперметр .

2.3. Вольтметр.

2.4. Латр.

2.6. Динамометр.

3 Теоретичні відомості:

Сельсини являють собою малогабаритні індукційні машини змінного струму із трифазною вторинною обмоткою. Найбільш широке застосування вони одержали в системах синхронного зв'язку.

Сельсини в індикаторному режимі використовуються в системах автоматичного керування, у дистанційних системах керування й контролю виробництва, у телеметрії, в обчислювальній техніці й т.д. У цей час сельсини майже витиснули всі інші види приладів синхронного зв'язку. Це пояснюється їх

досить ціною властивістю—здатністю до самосинхронізації незалежно від початкового положення роторів датчика й приймача.

Конструкції сельсинів, використовуваних для трансформаторного режиму, ті ж, що й для індикаторного режиму, однак найбільш оптимальним є застосування сельсинів з розподіленими обмотками на роторі й на статорі.

Всі існуючі сельсини можна підрозділити на два типи: контактні й безконтактні. У безконтактних сельсинах однофазна первинна й трифазна вторинна обмотки укладені на статорі. Ротор являє собою магнітопровід спеціальної конструкції.

Контактні сельсини по своїй конструкції можуть бути розділені на наступні типи:

1. Сельсини з розподіленою однофазною обмоткою на роторі й розподіленою трифазною обмоткою на статорі (сельсини типу СС-405).

2. Сельсини із зосередженої на двох явно виражених полюсах однофазної обмотки на статорі й трифазній обмотці на роторі. До цього типу належать сельсини СС-401, СС-402, СС-404, ДИ-500, СС-500, ДС-500, ДИ-501, СС-501 й ін.

3. Сельсини із зосередженою на двох явно виражених полюсах однофазної обмотки на роторі й трифазною обмоткою на статорі. У круглих пазах ротора укладено, крім того, два короткозамкнених витки для поліпшення характеристик сельсинів і для демпфірування коливань ротора приймача біля заданого положення. До цього типу належать сельсини НС-404, НД-404, НД-500, НД-501, НД-511, НД-521 й ін.

4. Сельсини з розподіленими обмотками (однофазною й короткозамкненою) на роторі й розподіленою трифазною обмоткою на статорі. У сельсинах цього типу короткозамкнена обмотка намотується, як трифазна. Потім одна фаза замикається на коротко, а дві інші з'єднуються послідовно або паралельно. До даного типу належать сельсини НС-501.

Принцип дії сельсинів незалежно від особливостей їхньої конструкції однаковий.

4 Хід роботи:

4.1. Ознайомитись з сельсинами, їх будовою і принципом роботи.

4.2. Зібрати схему сельсина $U = f(\alpha)$

4.3. Змінюючи кут α повороту валу через кожні 10° записати напругу на виході сельсина по приладу в таблиці 1. Побудувати залежність $U_{\text{вих}} = f(\alpha)$.

Таблиця 1

| α | 10° | 20° | 30° | 40° | 50° | 60° | 70° | 80° | 90° |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $U_{\text{в}}$ | | | | | | | | | |

4.4. Зібрати схему дистанційної синхронної передачі рисунок 2.

4.5. Змінюючи кут повороту α сельсина датчика СД через кожні 5° слідкувати за β ротора сельсина приймача СП. Дані записати в таблицю 2.

Таблиця 2.

| A^0 | β^0 | | Q^0 см | |
|-------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Прямий хід | Зворотній хід | Прямий хід | Зворотній хід |
| 0 | | | | |
| 5 | | | | |
| 10 | | | | |
| 15 | | | | |
| 20 | | | | |
| 25 | | | | |
| 30 | | | | |
| 35 | | | | |
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |

4.6. Побудувати статичну характеристику і неспівпадання кутів $Q_{см} = f(\beta \cdot a)$.

4.7. Зібрати схему залежності Е.Р.С. від кута невідповідності (Рисунок 3).

4.8. При загальмованому роторі сельсина-приймача випробувати роботу схеми. Для цього змінюють кут неспівпадання Q , слідкувати за приладами A і V .

4.9. Зняти статичну характеристику системи, тобто залежність Е.Р.С. на однофазній обмотці СП від кута Q . Для цього, повертаючи ротор СД, добитись, щоб Е.Р.С. на виході рівнялась нулю. (співпадаюче положення). Потім, змінюючи кут Q ротором СД від 0 до 90^0 , через кожні 15^0 виконати вимірювання величини $E_{ув}$. Дані занести в таблицю 3.

Таблиця 3

| Q^0 | -90 | -75 | -60 | -45 | -30 | -15 | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | 90 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|----|----|----|----|----|----|
| $E_{ув}$ | | | | | | | | | | | | | |

4.10. зробити висновки, можливості застосування сельсинів в регулюючому електроприводі, автоматизації, побуті.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Що називається сельсинами?

6.2. Розподіл сельсинів по конструкції.

6.3. Принцип роботи сельсинів.

6.4. На чому базується принцип дії дистанційної передачі на сельсинах?

6.5. За рахунок чого в системі дистанційної передачі на сельсинах виникає похибка?

6.6. Який вплив навантаження на осі приймача на роботу системи дистанційної передачі сельсинах?

Література

1 Загальна електротехніка: Навчально-методичний посібник. /Під ред. Д.Я. Глухова.– К.: Вища шк., 1970.

2 Кацман М.М. Электрические машины. М.: Высшая школа, 1988 г.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 9

Тема: Дослідження роботи вентиляційних і компресорних установок.

1 Мета:

1.1 Визначення швидкості руху повітря у вентиляційних отворах місцевих відсмоктувачів, а також у вентиляційних каналах, оцінка їх роботи.

1.2. Визначення об'єму повітря, що усувається, кратності повітрообміну в приміщеннях, теплової продуктивності калориферів і ступеня нагрівання повітря ними, ефективність фільтрів, кількості обертів вентилятора й електродвигуна, потужності електродвигуна.

1.3. Експериментально дослідити процеси, що здійснюються при стисненні повітря в одноступеневому поршневному компресорі.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Ватметр, манометр, термометр, мілівольтметр, секундомір.

3 Теоретичні відомості :

3.1. До числа механізмів, найбільш розповсюджених на промислових підприємствах, електричних станціях, шахтах, гідротехнічних спорудах, у комунальному господарстві міст, належать *компресори, помпи і вентилятори*, котрі споживають близько 20 % вироблюваної електроенергії. Особливе місце вони займають в зв'язку з будівництвом і експлуатацією газо- і нафтопроводів, з експлуатацією зрошувальних систем, оскільки перепомповування великої кількості нафти, газу і води вимагає застосування компресорів і помп великої подачі, а отже, і великої встановленої потужності приводних електродвигунів від одиниць до десятків тисяч кіловат, наприклад, для турбокомпресорів - до 18 000 кВт, помп - до 73 000 кВт і вентиляторів - до 5 000 кВт.

Вентилятори призначені для вентиляції виробничих приміщень, відсмоктування газів, подачі повітря або газу в камери електropечей, до котелень і інших установок. Вентилятори створюють перепад тиску $(0,01 - 0,1)10^5$ Па.

За конструкцією вентилятори поділяються на *відцентрові* й *осьові*. Вони випускаються в декількох виконаннях у залежності від напрямку виходу повітря (вверх, вниз, горизонтально і т. д.) і напрямку обертання.

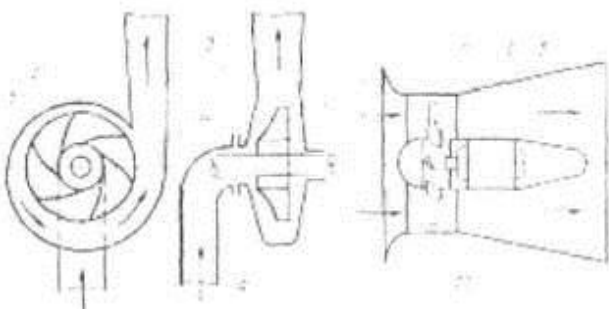


Рисунок 1. Схеми вентиляторів: а - відцентрові; б – осьові

Робоче колесо *відцентрового вентилятора* (рис. 1,а) обертається в кожусі 2. Повітря засмоктується через бічний отвір 4 і викидається через вихідний розтруб 3.

Осьовий вентилятор (рис. 1,б) має робоче колесо з декількома лопатями 7, подібними за формою до лопатей повітряного чи гребного гвинта. Колесо обертається електродвигуном 2, укріпленим усередині корпусу 3, і таким чином створюється тяга (потік) повітря через розтруб вентилятора.

Найбільше поширення на промислових підприємствах одержали *відцентрові вентилятори*. Вони мають залежність статичної потужності на валу від швидкості ($P_2=c\omega^3$), тобто вентиляторну характеристику. Момент на валу вентилятора змінюється пропорційно до квадрату швидкості, а продуктивність вентилятора пропорційна до кутової швидкості в першому степені.

Для привода вентилятора використовують асинхронні коротко замкнуті двигуни напругою 380 В при потужності до 200 кВт, асинхронні з фазним ротором — потужністю до 350 кВт. При більшій потужності — переважно синхронні двигуни напругою 6 кВ, використовуючи їх одночасно для компенсації реактивної потужності підприємства. При наявності труднощів прямого пуску синхронного двигуна від мережі (прямий пуск рекомендують при потужності на один полюс 250–300 кВт) використовують в якості розгінного асинхронний двигун з фазним

ротором меншої потужності ніж синхронний. Приймаючи до уваги, що при пуску вентилятора розганяють значні махові маси, щоб виключити вплив на роботу інших споживачів шахти доцільно забезпечити плавний пуск при струмі $(1,5 \dots 2) I_n$; тому при необхідній потужності вентиляторної установки 2000 кВт і більше рекомендують приймати асинхронний двигун з фазним ротором, що дає можливість також, при необхідності, регулювання роботи вентилятора.

За режимом роботи вентилятори відносяться до приладів с тривалим режимом роботи з постійним навантаженням. Вони характеризуються невеликим пусковим моментом, який складає до 25% номінального. Більшість вентиляторних установок не потребують регулювання швидкості, тому для приводів вентиляторів використовують трьохфазні двигуни з фазним ротором. При потужності більше 100 кВт, використовують синхронні двигуни.

Іноді, якщо необхідно регулювання швидкості для зміни їх продуктивності, використовуються асинхронні двигуни з фазним ротором або асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором і дроселями в колі обмотки статора. Також, для зміни швидкості, використовують муфти ковзання, які встановлюють між двигунами і вентиляторами.

Для забезпечення номінальної потужності вентилятора, двигун має бути вибраний потрібної потужності.

3.2. Дослідження роботи компресора.

Лабораторна установка (рис.1) включає одноступінчатий поршневий повітряний компресор 1, електродвигун змінного струму 2 і необхідне допоміжне і вимірювальне устаткування. Всмоктуване повітря стискується до тиску, рівного тиску повітря в ресівері 6 (при цьому тиску відкривається кульковий клапан в нагнітаючому каналі 9), і починається механічний процес виштовхування повітря в ресівер.

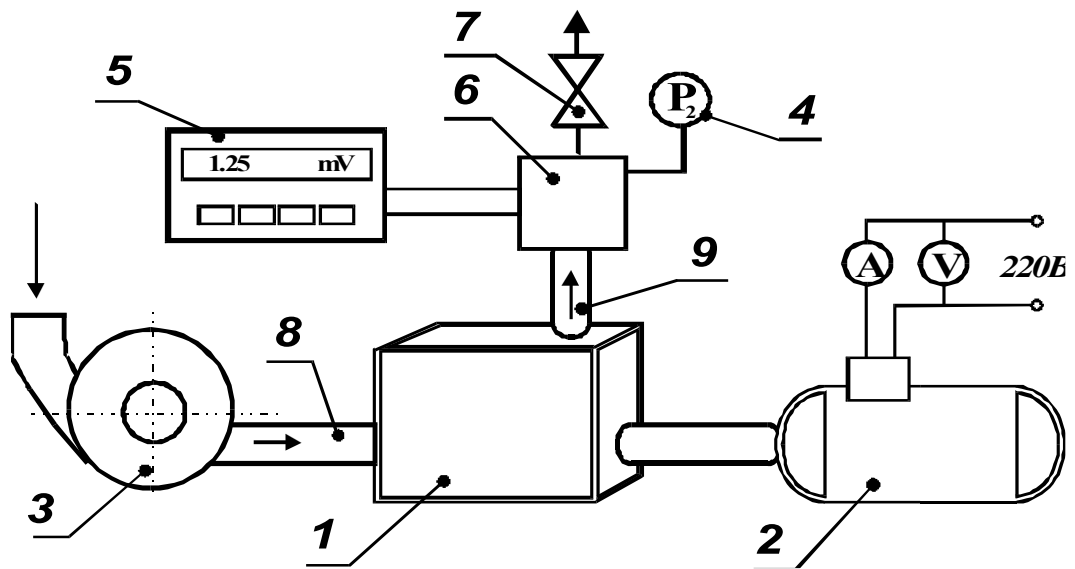


Рис.1. Схема лабораторної установки: 1 - компресор; 2 - електродвигун; 3 - газовий лічильник; 4 - манометр; 5 - мілівольтметр; 6 - ресивер; 7 - вентиль; 8 - канал всмоктуючий; 9 - канал нагнетання

Тиск P_2 повітря в ресивері заміряють манометром 4 і регулює вентилем 7. Температуру стислого повітря T_2 вимірюють термопарою за допомогою мілівольтметра 5. Переведення в градуси Цельсія здійснюється за допомогою довідкової таблиці термопари, з врахуванням кімнатної температури. Повітря, що поступає в компресор, проходить через газовий лічильник 3. Вимірюючи час проходження певного об'єму повітря, визначають секундну об'ємну витрату повітря G_u .

Робочий цикл будь-якого ідеального одноступінчатого компресора (рис.2), здійснюваний з 1 кг робочого тіла, можна представити таким, що складається з трьох послідовних процесів.

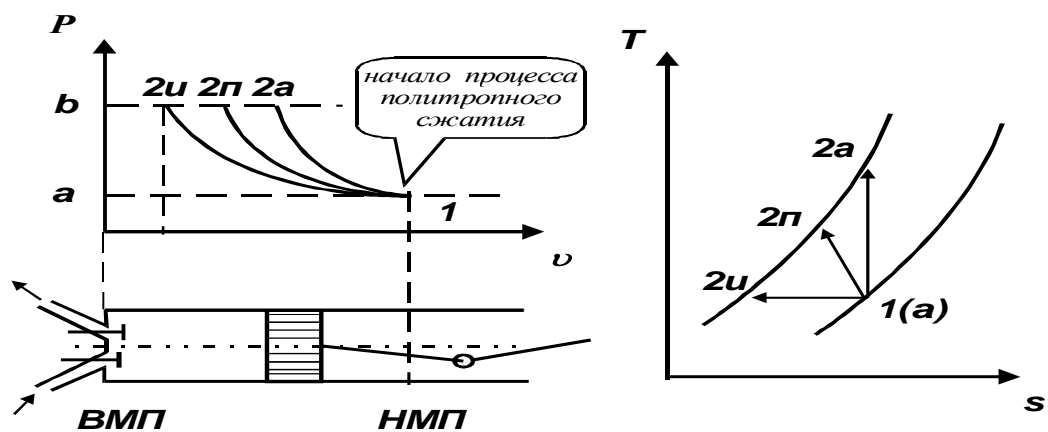


Рис. 2. Робочий процес ідеального одноступінчатого компресора: а - 1 - всмоктування; 1 - 2 - стискування в компресорі; 2 - б - нагнітання

Перший - оборотний (без тертя і інших диссипативних ефектів) механічний процес всмоктування газу в компресор. Для поршневого компресора це відповідає ходу поршня від верхнього мертвого положення (ВМП) до нижнього (НМП) при відкритому всмоктуючому клапані. Зміни термодинамічних параметрів газу при цьому не відбувається, але його кількість збільшується. У координатах P - він умовно зображається штриховою лінією $a - 1$.

Другий - оборотний термодинамічний процес 1 - 2 стискування робочого тіла в компресорі з показником політропи n , визначуваним при виконанні лабораторної роботи. Поршень рухається у напрямку до ВМП, обидва клапани закрито, маса робочого тіла залишається незмінною. Стискування закінчується при досягненні в циліндрі тиску P_2 , рівного тиску споживача. Робота в цьому процесі є негативною, оскільки здійснюється над газом за рахунок зовнішнього приводу.

Третій - оборотний механічний процес 2 - b нагнітання газу в ресівер компресора. У цьому процесі параметри газу залишаються незмінними і рівними $P_2, V_2, i T_2$. Маса газу убуває від 1 кг в стані 2 до 0 кг в стані b (досягши поршня ВМП). Робота нагнітання виходить негативною, оскільки направлена на подолання опору сил тиску в ресівері компресора.

Потужність ідеального компресора

$$N_{ки} = l_k G_m$$

де $G_m = \frac{G_v}{v_1}$ - масова витрата повітря.

Потужність реальної компресорної установки визначити через споживану електричну потужність і ККД електродвигуна

Для лабораторної установки ККД електродвигуна прийняти рівним 95%. Досконалість компресорної установки, тобто міра наближення реальної установки до ідеальної, оцінити відносним ККД .

4 Хід роботи:

4.1. Для визначення потужності електродвигуна вентилятора використовується формула:

$$P_{вент} = k * \frac{Q_n H}{\eta_v \eta_n} \quad (2.1)$$

де Q — продуктивність вентилятора; H — напір (тиск);

$\eta_v = 0,7$ — К.К.Д. вентилятора;

$\eta_p = 0,98$ — К.К.Д. передавального приводу;

$k = 1,1 - 1,5$.

Приклад розрахунку:

$$P_{\text{вент}} = 1,2 * \frac{300 * 2500}{60 * 0,7 * 0,98} = 18221,57 \approx 18,2 \text{ кВт}$$

По результатам розрахунку вибираємо двигун за умовами що:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{вент}}, \quad 18,5 \geq 18,2$$

$$n_{\text{ном}} \geq n_{\text{вент}}, \quad 1465 \geq 1400$$

З довідника вибираємо двигун **4A160M4**, який підходить по параметрам.

Таблиця 2.1 — Параметри електродвигуна 4A160M4

| Тип | Номинальна потужність, кВт | $n_{\text{ном}}$, об/хв | η , % | $\cos\varphi$ | $I_p/I_{\text{ном}}$ | $M_{\text{max}}/M_{\text{ном}}$, (λ) | J_p кг/м ² |
|---------|-------------------------------|-----------------------------|------------|---------------|----------------------|--|----------------------------|
| 4A160M4 | 18,5 | 1465 | 88,5 | 0,88 | 7,8 | 2,3 | 0,128 |

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1. Як поділяються вентилятори за конструкцією?
- 6.2. Які вентилятори найбільш поширені на підприємствах, чому?
- 6.3. Який режим роботи вентиляторів?
- 6.4. Які двигуни використовують для приводу вентиляторів, чому?
- 6.5. Що використовують для регулювання швидкості двигунів?
- 6.6. Як визначається потужність двигуна вентилятора?
- 6.7. Дайте характеристику особливостей роботи компресора, показник політропи стискування якого дорівнює 0,9 (чи і 1,8).
- 6.8. Як зміниться питома технічна робота компресора, якщо стискування повітря виконувати двоступінчато з повним проміжним охолодженням до початкової температури при однакових значеннях показника політропи стискування і міри підвищення тиску в кожному рівні компресора.

Література

1. Мазепа С.С., Марущак Я.Ю., Куцик А.С.. Електрообладнання промислових підприємств. Львів: “Магнолія плюс”, 2006.
2. Ильинский Н.Ф., Козаченко В.Ф.. Общий курс электропривода: Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1992.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 10

Тема: Дослідження роботи однофазних електродвигунів, трифазних електродвигунів в однофазному режимі.

1 Мета:

- 1.1. Ознайомитися зі схемою керування трифазним електродвигуном від однофазної мережі.
- 1.2. Набути навиків включення трифазних двигунів в однофазну мережу.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1. Лабораторний стенд.
- 2.2. Схема включення.
- 2.3. Джерело змінного струму.

3 Теоретичні відомості:

Однофазні двигуни відрізняються від трифазних лише будовою обмотки статора, яка розрахована на вмикання в однофазну мережу і складається з двох фаз: пускової (допоміжної) та робочої. Осі фаз при цьому розташовані під кутом 90° одна від одної. Робочу фазу вмикають у мережу на весь час роботи двигуна, а допоміжну – тільки на час його пуску; тому її називають пусковою, а машину з однією робочою фазою обмотки статора – однофазною.

Одна з особливостей однофазної машини полягає в тому, що при вмиканні в мережу тільки однієї обмотки (робочої або пускової) її нерухомий ротор не може самостійно почати обертатися навіть вхолосту. Застосовують однофазні двигуни у різних побутових приладах і машинах (холодильники, пральні та швейні машини, вентилятори, дрилі тощо).

Конденсаторна схема включення трифазних двигунів в однофазну мережу дозволяє отримати від двигуна не більше 60% від номінальної потужності, тоді як межа потужності електрифікованого пристрою обмежується 1,2 кВт. Цього явно недостатньо для роботи електрорубанка або електропили, які повинні мати потужність 1-2 кВт. Проблема в даному випадку може бути вирішена використанням електродвигуна великої потужності, наприклад з потужністю 3-4 кВт. Такого типу двигуни розраховані на напругу 380 В, їх обмотки з'єднані «зіркою» і в клемній коробці міститься всього 3 виводи. Включення такого двигуна в мережу 220 В призводить до зниження номінальної потужності двигуна в 3 рази і на 40% при роботі в однофазній мережі. Таке зниження потужності робить двигун

непридатним для роботи, але може бути використано для розкручування ротора вхолосту або з мінімальним навантаженням. Практика показує, що велика частина електродвигунів упевнено розганяється до номінальних оборотів, і в цьому випадку пускові струми не перевищують 20 А.

Доопрацювання трифазного двигуна

Найпростіше можна здійснити переклад могутнього трифазного електродвигуна в робочий режим, якщо переробити його на однофазний режим роботи, одержуючи при цьому 50% номінальної потужності. Перемикання двигуна в однофазний режим вимагає невеликого його доопрацювання. Розкривають клемну коробку і визначають, з якого боку кришки корпусу двигуна підходять виведення обмоток. Знімають кришку і виймають коробку з корпусу двигуна. Знаходять місце з'єднання трьох обмоток і паяють додатковий провідник з перерізом, відповідним перерізу дроту обмоток. Скрутку з підпаяним провідником ізолюють ізоляційною стрічкою або поліхлорвініловою трубкою, а додатковий вивід протягують в клемну коробку. Після цього кришку корпусу встановлюють на місце.

Під час розгону двигуна використовується з'єднання обмоток «зіркою» з підключенням фазо зсувного конденсатора C_p . У робочому режимі в мережі залишається включеною тільки одна обмотка, і обертання ротора підтримується пульсуючим магнітним полем. Після перемикання обмоток конденсатор C_p розряджається через резистор R_p .

4 Хід роботи:

- 4.1. Ознайомитися детально з схемою включення трифазного двигуна в однофазну мережу.
- 4.2. Перевірити можливість застосування даної апаратури в схемі.
- 4.3. Ввімкнути схему, впевнившись в її працездатності, розпочати випробування.
- 4.4. За даними спостереження впевнитись, чи даний метод дозволяє запустити двигун.
- 4.5. Зробити висновок про роботу двигуна.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1. Чи може трифазний асинхронний двигун працювати від однофазної мережі?

6.2. Які схеми з'єднань обмоток застосовуються в асинхронних двигунах?

6.3. Чи змінюється номінальна потужність трифазного електродвигуна при роботі від однофазної мережі?

Література

1 Загальна електротехніка: Навчально-методичний посібник. /Під ред. Д.Я. Глухова.– К.: Вища шк., 1970.

2 Борисов Ю.М. Липатов Д.Н. Зорин Ю.Н. Электротехника. – К.: Энергоатомиздат, 1985.

3 Іванов А.О. Лабораторні роботи з електротехніки. – К.: Вища шк., 1970.

4 Касаткин А.С. Основы электротехники. –М.: Энергия, 1966.

5 Пантюшин В.С. Электротехника. – М.: Высшая школа, 1976.

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 11

Тема: Дослідження роботи електротеплових установок.

1 Мета:

1.1. Вивчити будову і принцип дії електричної печі опору.

1.2. При проведенні роботи отримати експериментальні дані процесу нагріву електропечей до заданої температури.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1. Електрична муфельна піч, $P=2$ кВт (1 шт.).

2.2. Двопозиційний регулятор температури (1 шт.).

2.3. Термопара (1 шт.).

2.4. Амперметр (1 шт.).

2.5. Вольтметр (1 шт.).

2.6. Секундомір (1 шт.).

3 Теоретичні відомості:

Електропечі та електронагрівальні установки розділяють на такі групи: 1) печі опору; 2) дугові печі, 3) печі і установки індукційного нагріву; 4) печі і установки діелектричного нагріву.

Електропечі опору розділяють на електропечі непрямої дії і електропечі прямого нагріву. В печах непрямої дії електроенергія перетворюється в теплову в спеціальних нагрівальних елементах. В печах прямого нагріву струм безпосередньо пропускається через тіло, яке нагрівається. Воно може бути як

тверде, так і рідке. Установки прямого нагріву не мають футерованої кладки та використовуються для швидкого нагріву до необхідної температури заготовок під ковку або гарячу штамповку.

Електропечі опору бувають плавильними і термічними.

Плавильні печі застосовують для плавки кольорових металів і сплавів. Термічні печі – для різних видів термічної обробки чорних та кольорових металів, термообробки кераміки та скла, сушки виробів, нагріву заготовок під ковку та штамповку.

Основні матеріали для нагрівальних елементів промислових електропечей опору з робочою температурою до 1200-1250 °С - це сплави хромонікелеві (ніхроми) і хром алюмінієві.

На конструкцію печей опору істотно впливають характер роботи і особливості завантаження й вивантаження матеріалів, що нагрівають. А також температурні умови, наявність або відсутність штучної атмосфери в робочому просторі печі.

По способу завантаження й характеру роботи в часі розрізняють печі періодичної (садочної) і безперервної (методичної) дії. У печі періодичної дії після завантаження нагріває тіло, що не змінює свого положення протягом усього часу теплової обробки, тобто до моменту вивантаження. У печі безперервної дії нагрівають вироби, що завантажуються з одного кінця печі, поступово переміщують по її довжині, прогріваючись до заданої температури, і видають з іншого кінця печі. Такі печі використовуються, зокрема, в автоматичних технологічних лініях.

До електричних печей опору періодичної дії відносяться камерні, шахтні та штовхаючі печі.

На рисунку 1 схематично показані деякі основні типи конструкцій електропечей опору.

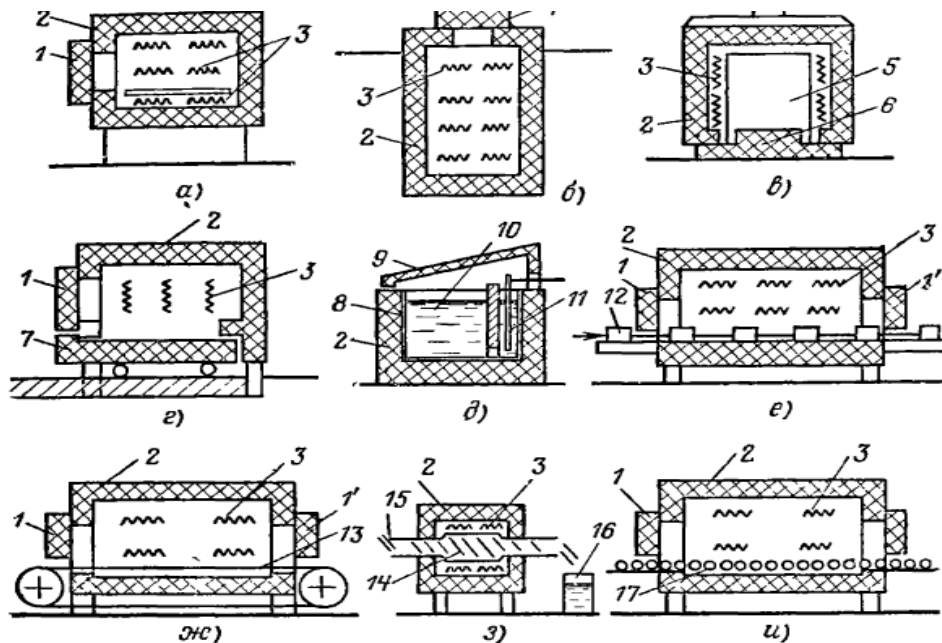


Рис. 1-1. Схеми електропечей сопротивлення.

Камерна піч (1-а) серед печей періодичної дії є найпростішою й у той же час універсальною. Її корпус 2 прямокутної форми виконаний у вигляді камери з вогнетривкої й теплозахисної футеровки, яка міститься в металевому кожусі. Матеріал завантажується й вивантажується через отвір у передній стінці, що закривається дверцятами 1. Малі печі для зручності завантаження встановлюються на ніжках, великі печі безпосередньо на підлозі. Нагрівальні елементи 3 розташовуються в поду й на бічних стінках печі, рідше на її зводі (у дуже великих печей і на задній стінці печі й на дверцятах). Подові нагрівальні елементи перекриваються жаротривкими плитами, на яких укладаються вироби. Дверцята печей звичайно виконуються піднімальними, у малих печей – з ручним або ножним приводом, у більших – з електроприводом.

Корпус печі 2 заглиблений у землю й перекривається зверху кришкою 4 з затвором й електроприводом.

Нагрівальні елементи 3 підвішуються на бічних стінках печі. У таких печах провадиться термообробка, наприклад, довгих валів. Деякі шахтні печі мають 2-3 теплові зони для забезпечення рівномірності нагрівання виробів великої довжини.

В ковпаковій печі (1-в) знімний корпус 2 (ковпак) циліндрової або жаротривкий муфель 5 встановлюють краном. Завантаження виконується також за

допомогою крана на стенд-під б печі (при піднятих ковпаку й муфелі). Живлення нагрівальних елементів здійснюється за допомогою гнучких кабелів й електричних з'єднувачів (штепсельних рознімачів). Одним ковпаком обслуговується декілька стендів. По закінченні нагрівання ковпак відключається й краном переноситься на сусідній стенд, де вже встановлене чергове завантаження. Охолодження завантаження відбувається під муфелем.

4 Хід роботи:

- 4.1. Ознайомитися з приладами та обладнанням експериментальної установки
- 4.2. Підготувати піч опору до включення.
- 4.3. Після перевірки схеми викладачем виставити уставки температурного режиму.
- 4.4. Подати напругу на установку.
- 4.5. Зафіксувати час нагріву печі до верхнього значення заданої температури, коли піч виключиться.
- 4.6. Зафіксувати час зони нечутливості до моменту, коли температура досягне нижнього значення заданої температури і міч знову включиться.
- 4.7. Побудувати графік процесу двопозиційного регулювання температури на основі експериментальних даних.
- 4.8. Визначити споживану потужність при розігріві печі і при встановленому режимі, $\cos\varphi$ печі = 0,35.

Процес роботи регулятора ілюструє графік на рис. 3. Включення відбувається в момент часу $\tau = 0$. При цьому робочий простір печі спочатку мало температуру, з якої починається нагрівання, відключення нагрівачів печі відбувається не при $t=t_{уст}$, а при трохи більш високій температурі $t_{уст} + \delta t$ у крапці 1. Далі температура поступово знижується до значення $t_{уст} - \delta t$ в крапці 2. Потім знову вмикається нагрівач, температура знову буде рости і т.д. Таким чином, завдяки дії автоматичного регулятора фактична температура коливається біля її середнього значення $t_{ср}$, що у першому наближенні. Очевидно, що чим менше зона нечутливості регулятора, тим меншими будуть і миттєві відхилення температури від значення $t_{уст}$.

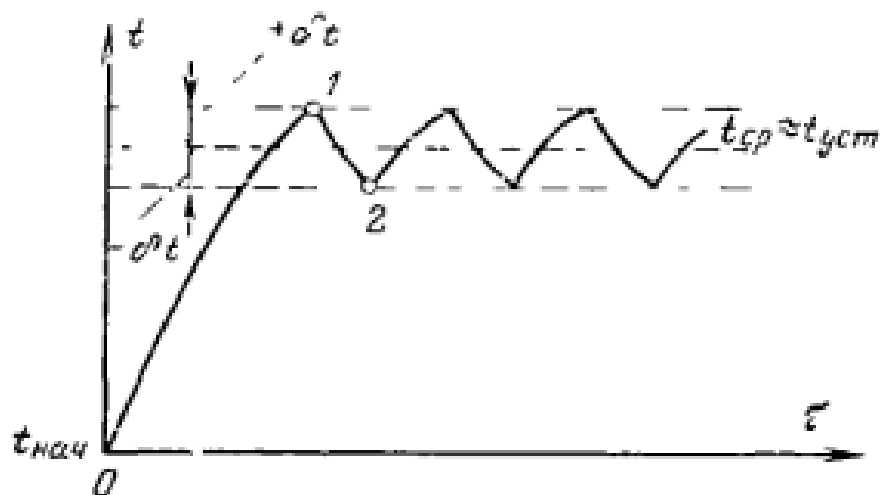


Рисунок 3 Процес двопозиційного регулювання температури.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

- 6.1. На які групи поділяються електропечі та електронагрівні установки?
- 6.2. Електропечі прямого нагріву
- 6.3. Електропечі непрямого нагріву.
- 6.4. Дугові електропечі.
- 6.5. Індукційні електропечі.

Література

- 1 Зимин Е.Н., Преображенский В.И., Чувашов И.И. Электрооборудование промышленных предприятий. – М.:Энергоиздат, 1981, ст 7-39
- 2 Липкин Б.Ю. Электрооборудование промышленных предприятий и установок. – М.: Высшая школа, 1972, ст.40-52

Інструкція для виконання лабораторної роботи № 12

Тема: Дослідження роботи електромагнітних пускачів

1 Мета:

- 1.1. Вивчити конструкцію, принцип дії та призначення електромагнітних пускачів

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Нереверсивний магнітний пускач.
- 2.2 Реверсивний магнітний пускач.
- 2.3.Блок живлення.

3 Теоретичні відомості:

Магнітні пускачі призначені для дистанційного пуску, зупинки і реверсування асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором. Магнітні пускачі можуть використовуватися для вмикання і вимикання інших електроустановок, які вимагають дистанційного керування (зовнішнє та аварійне освітлення, електронагрівачі тощо).

При вмиканні асинхронного двигуна пусковий струм досягає 6-7-кратного значення від номінального. Навіть незначні вібрації контактів за такого струму швидко виводять їх з ладу. Після розгону двигуна струм зменшується до номінального значення. При вимиканні двигуна, який обертається, напруга на контактах магнітного пускача становить 15-20% номінального значення, умови роботи контактів полегшені.

Пускач, конструкцію якого зображено на рис. 1, збирається на металевій основі 1. Нерухомі контакти 2 розташовані всередині ізоляційних камер, утворених стінками 6. Струмоведучі частини в нерухомих контактах мають колоподібну форму, щоб збільшити електродинамічні зусилля і виключити утворення "стоячої" дуги. Рухомі контакти 8 місткового типу розташовані на деталі 11. Натискання на контакти, які розташовані в головці 10, виконується контактними пружинами 9. Двократний розрив ланцюга покращує вимоги гашення дуги, а максимальна

відстань між контактами посилює їх значення у відводі теплової енергії від дуги. Якір електромагніту пускача встановлюється на деталі 11. Нерухомий магнітопровід 4 електромагніту з котушкою 5 встановлено на амортизуючі пружинах 3.

Вмонтовані в пускачі теплові реле 12 забезпечують захист від перевантаження. Ввімкнена котушка магнітного пускача підключається до джерела змінної напруги. На відміну від електромагнітів постійного струму котушка електромагніту змінного струму має як активний, так і індуктивний опір. Струм, що проходить котушкою за постійної напруги, залежить від значення повітряного проміжку електромагніту.

У разі подачі напруги на котушку електромагніту нею проходить нульовий струм, який має досить велике значення внаслідок великого початкового повітряного проміжку електромагніту. Під час руху якоря цей проміжок і струм у котушці зменшуються. В притягнутому стані якоря котушкою тече струм, у кілька разів менший від пускового.

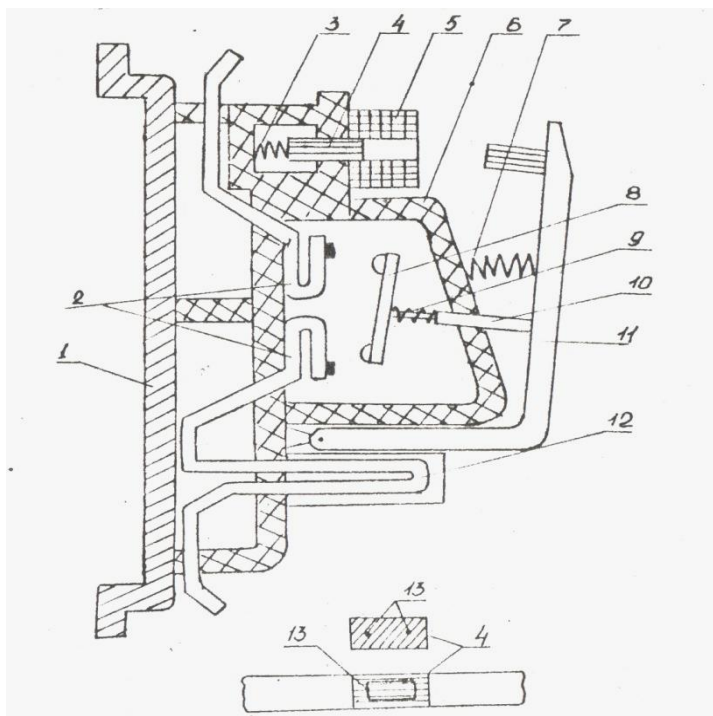


Рис.1 . Конструктивна схема пускача серії ПА

Високий коефіцієнт повертання контакторів змінного струму дозволяє захищати двигун від зниження напруги мережі (електромагніт відпускає контакти, якщо $U = (0,6...0,7) \cdot U_{НОМ}$ У випадку поновлення номінальної напруги мережі значення довільне, включення пускача неможливе, що і забезпечує нульовий мінімальний захист.

Магнітні пускачі мають різні виконання: з керуванням змінним та постійним струмом; реверсивні; неревверсивні; відкритого виконання та в оболонках, з тепловим реле та без них; з кнопками керування та без них.

На рис.2 показано схему вмикання неревверсивного пускача. До двох фаз двигуна М ввімкнені нагрівальні елементи теплових реле КК1, КК2. Теплові реле захищають двигун від перевантаження, а запобіжники FU1 – FU3 - мережу

живлення від короткого замикання. Головні контакти КМ1-КМ3 пускача ввімкнені послідовно з запобіжниками. Котушка КМ контактора підключається до мережі через контакти теплових реле і кнопок керування "Пуск" та "Стоп". При натисканні на кнопку "Пуск" напруга на котушку КМ подається через замкнені контакти кнопки "Стоп" та замкнені контакти теплових реле. У разі спрацювання контактора замикаються основні контакти КМ1 - КМ3 і допоміжні контакти КМ, шунтуючи замикаючі контакти кнопки "Пуск", яку після цього можна відпустити. Контакти КМ виконують функцію самоблокування. Для відключення двигуна натискається кнопка "Стоп", після чого контакти КМ1 - КМ3 розмикаються. У випадку перевантаження двигуна спрацьовують теплові реле КК1, КК2, контакти яких розривають мережу живлення котушки КМ. При цьому контакти КМ1 - КМ3 розмикаються і двигун відключається.

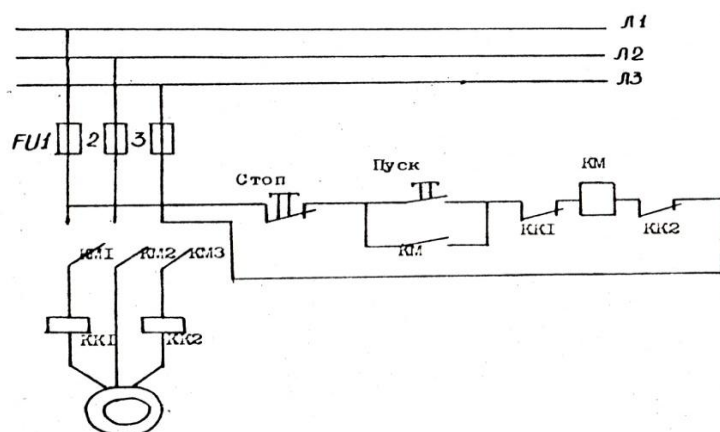


Рис. 2. Схема вмикання нереверсивного пускача

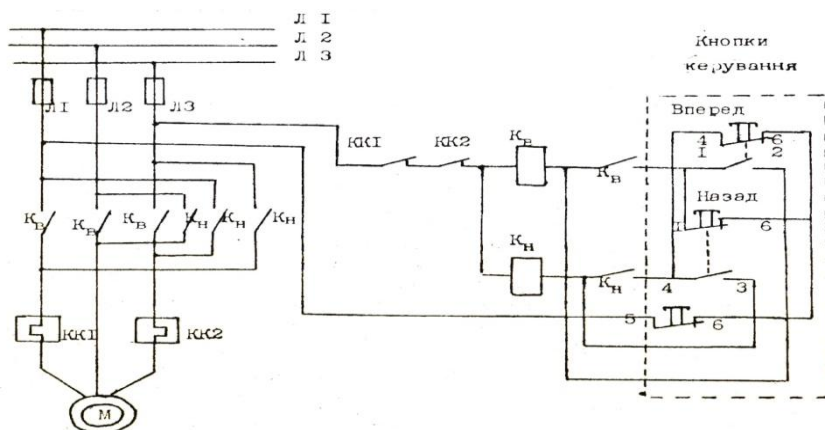


Рис.3.Схема вмикання реверсивного пускача

Кнопка керування "Вперед" має замикаючі контакти 1-2 та розмикаючі контакти 4-6. Аналогічні контакти має кнопка "Назад" для пуску двигуна в зворотному напрямку. Під час пуску "Вперед" замикаються контакти 1-2 відповідної кнопки та процес проходить так само, як у нереверсивного пускача на рис.3.2. При цьому коло котушки контактора К_В замикається через розмикаючі контакти 1-6 кнопки "Назад". Одночасно розмикаються контакти 4-6 кнопки "Вперед", розривається коло живлення котушки контактора К_Н. При натисканні на кнопку "Назад" спочатку розмикаються контакти К_В, потім контактами 4-3 вмикається контактор К_Н, після чого замикаються його контакти. При одночасному

натисканні на кнопки "Вперед" та "Назад" обидва контактори не вмикають. Цим забезпечується блокування від одночасного, вмикання обох контакторів.

Опис лабораторної установки

Лабораторна установка для дослідження магнітного пускача (Рис. 4 – 5) складається з блока живлення, автотрансформатора реверсивного магнітного пускача, нереверсивного магнітного пускача і кнопочного посту з кнопками "Вперед", "Назад", "Стоп". Комутаційна напруга стенду 220 В. Напруга 127 В на котушки магнітного пускача видається блоком живлення через автотрансформатор.

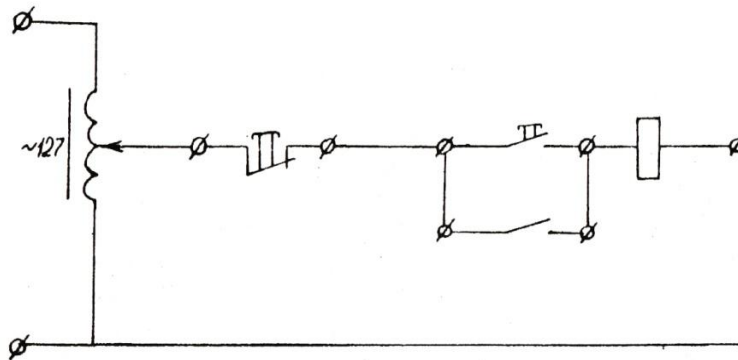


Рис. 4. Схема лабораторної установки для дослідження нереверсивного магнітного пускача

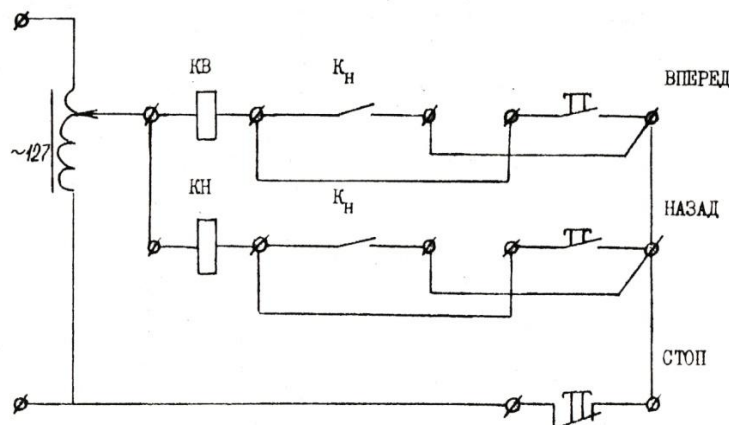


Рис.5. Схема лабораторної установки для дослідження реверсивного магнітного пускача

4 Хід роботи:

- 4.1. Вивчити конструкцію контактної системи магнітних пускачів.
- 4.2. Вивчити схему включення реверсивного та нереверсивного магнітних пускачів.
- 4.3. Зібрати схему включення нереверсивного магнітного пускача згідно з рис. 3.
- 4.4. Після перевірки зібраної схеми викладачем необхідно провести дослідження реверсивного магнітного пускача в наступній послідовності:
 - а) ввімкнути блок живлення.
 - б) автотрансформатором виставити напругу живлення котушки; подати напругу на схему установки;

в) змінюючи автотрансформатором напругу на котушці, дослідити принцип дії нульового захисту.

4.5. Зібрати схему включення реверсивного магнітного пускача.

4.6. Після перевірки зібраної схеми викладачем провести дослідження неревверсивного магнітного пускача аналогічно п.4.4.

4.7. Зробити ескіз магнітного пускача.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1. Призначення МП, галузь використання.

6.2. Конструктивне улаштування МП.

6.3. Схема ввімкнення реверсивного МП, фізичний зміст реверсивності.

6.4. Призначення та види блокування.

6.5. Призначення самоблокування.

6.6. Призначення та виконання нульового захисту.

6.7. Призначення та виконання захисту від перенавантажень

6.8. Призначення та виконання захисту від струмів КЗ.

Література

1. Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию.-М: Высшая школа, 1991
2. Федоров А.А., Старкова Л.Е. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. –М.: Энергоатомиздат, 1987
3. Князевский Б.Д., Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятия. - М.: Высш. шк., 1979.
4. Рябенко І.С. Шевчук С.П. Безпечне використання електроенергії в геотехнічних виробництвах. Навчальний посібник. – К. НТУУ КПІ, 2007.