

УКРАЇНА

Ніжинський агротехнічний інститут
Національного аграрного університету

*Кафедра електрифікованих технологій
в аграрному виробництві*

ПРАКТИКУМ

З ЕЛЕКТРОПРИВОДА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, АГРЕГАТІВ ТА ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
з дисципліни “Електропривод сільськогосподарських
машин, агрегатів та поточкових ліній”

для студентів факультету
електрифікації і автоматизації сільського господарства

спеціальності 7.091901 –

“Енергетика сільськогосподарського виробництва”

Ніжин - 2007

БІБЛІОТЕКА

Ніжинського агротехнічного
інституту

40.762 73

П 69

УДК 631:371:62(73)

*Рекомендовано до видання Вченою Радою
Ніжинського агротехнічного інституту
Національного аграрного університету.
Протокол №7 від 21.03.2007 року.*

Укладачі: А.Г. Кушніренко, О.Ю.Синявський

Рецензенти: М.О.Чуєнко, А.О. Омельчук

Практикум з електропривода сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній" для студентів факультету електрифікації і автоматизації сільського господарства / Укл.: А.Г. Кушніренко, О.Ю.Синявський. – Ніжин: МІЛАНІК, 2007. – 64 с.

Наведено теоретичні основи і положення з підготовки, проведення та оформлення лабораторних робіт, викладено основні правила дотримання техніки безпеки.

Для студентів заочної і стаціонарної форм навчання факультету електрифікації і автоматизації сільського господарства.

ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ СТУДЕНТІВ У ЛАБОРАТОРІЇ

Лабораторні роботи виконуються бригадами студентів у складі 2 – 3 осіб.

Одержавши від викладача графік виконання робіт, студенти самостійно готуються до виконання кожної з них: вивчають відповідні розділи курсу за навчальною літературою, зміст роботи, схему експериментальної установки, готують таблиці для запису результатів досліджень. На початку занять викладач перевіряє готовність студентів до роботи. Непідготовлені студенти до занять не допускаються.

Кожний студент повинен мати робочий зошит для записів характеристик обладнання робочого місця, схем, результатів досліджень і різних обчислень.

Виконання роботи починається з вивчення обладнання робочого місця, технічних характеристик машин, апаратів і приладів. Студенти самостійно підбирають вимірювальні прилади та апарати.

Перед складанням електричних кіл потрібно перевірити справність електричних апаратів та відповідність їх технічних характеристик умовам роботи в лабораторній установці.

Електричні кола для проведення досліджень складають частинами. Спочатку складають головні послідовні кола, а потім приєднують допоміжні і паралельні. Якщо в одній точці кола сходяться кілька проводів, то їх розосереджують так, щоб під одним затискачем було не більше двох проводів. Повзункові реостати і вимірювальні прилади підбирають так, щоб робочі струми в їх колах не перевищували допустимих.

Після складання кола викладач перевіряє його і дає дозвіл на вмикання.

Результати досліджень записують у робочий зошит і дають викладачеві на перевірку, не розбираючи кола, тому що при незадовільних результатах дослід потрібно повторити.

По кожній виконаній лабораторній роботі складається звіт, в якому повинні бути: назва і програма роботи, паспортні дані експериментальної установки, експериментальні дані у вигляді таблиць, розрахункові формули і розрахунки за ними, графіки одержаних залежностей. Схеми експериментальних установок креслять олівцем за допомогою лінійки і циркуля з дотриманням вимог стандартів. Оформлені звіти подаються викладачеві на

наступному занятті, інакше студенти до виконання наступної роботи не допускаються.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При виконанні лабораторних робіт необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки.

Один студент до виконання роботи не допускається.

Перед початком роботи в лабораторії студентів ознайомлюють із системою електроживлення лабораторії і робочих місць. Складаючи електричні кола, потрібно слідкувати, щоб контактні з'єднання були щільними, провідники не падали на рухомі частини машин і апаратів, не заважали керуванню. Після складання кіл усі зайві провідники, прилади та апарати потрібно прибрати з робочого місця.

Складену схему потрібно пред'явити викладачеві для перевірки. Перед вмиканням установки в електричну мережу необхідно попередити про це своїх колег по бригаді, щоб ніхто не торкався до струмоведучих і обертових частин. Будь-які перемикання можна виконувати тільки при вимкненому живленні.

При появі ознак ненормальної роботи обладнання (сторонній шум у машинах, запах гару, дим та ін.), обриві провідників, зникненні напруги в мережі слід негайно вимкнути установку і доповісти про це викладачеві.

Після виконання роботи привести в порядок робоче місце.

ПЕРЕВІРКА ПОВНИХ СХЕМ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Перед пуском електропривода в експлуатацію ретельно і послідовно перевіряють всю його схему. До початку перевірки весь монтаж закінчують, обладнання та кінці провідів і кабелів маркують, виконують всі необхідні написи.

Послідовність перевірки схеми може бути різною залежно від її складності, розміщення обладнання та інших особливостей монтажу. Але існує загальноприйнята і перевірена на практиці послідовність перевірки.

У першу чергу перевіряють головні кола від точок живлення до затискачів двигунів та інших електроприймачів, а також з'єднання обмоток електродвигунів й інших електричних машин. Потім перевіряють кола керування в межах станції керування, блока, пульта керування, панелі сигналізації та автоматики і, нарешті, зовнішні з'єднання кіл керування (від станції керування до пульта керування і т. д.). З'єднання перевіряють шляхом зовнішнього огляду. Особливо

ретельно перевіряють схему при виконанні з'єднань кабелями (силовими і контрольними). Під час монтажу в цьому випадку допускається найбільше помилок, тому необхідно перевірити маркування жил кабелю за допомогою омметрів, пробників, контрольної лампи.

Після перевірки всієї схеми, регулювання окремих апаратів і приведення її у відповідність до проекту приступають до випробування під напругою. При першому вмиканні схеми впевнюються у відсутності короткого замикання в ній. Якщо схема захищена автоматичними вимикачами, то при подачі на неї напруги і наявності короткого замикання автомат повинен спрацювати. Важливо, щоб автоматичні вимикачі були повністю складені і закриті кожухами, тобто знаходилися у робочому стані.

Якщо кола керування захищені запобіжниками, то для того, щоб впевнитись у відсутності короткого замикання, виймають один із запобіжників і замість нього вставляють жилку з дроту малого перерізу (діаметром до 0,3 мм). Потім подають напругу на схему. Впевнившись у відсутності коротких замикань, ставлять нормальні запобіжники, подають напругу і випробовують схему в цілому. Перевіряють послідовність дії контакторів і реле, витримки часу і уставки реле керування.

Оцінити роботу схеми можна лише при досконалому знанні схеми і особливостей усіх апаратів, що входять до неї. В деяких випадках правильність роботи схеми визначають шляхом вимірів струмів, напруг та інших величин в окремих її елементах. При налагодженні складних електроприводів необхідно записувати на осцилографі характерні величини при пуску, гальмуванні та інших режимах. Аналізуючи осцилограми, можна робити висновки про правильність роботи схеми і про якість її налагодження.

Після оформлення необхідної документації (актів приймально-здавальних випробувань, виконавчих креслень тощо) установку передають в експлуатацію.

Лабораторна робота № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ І НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ НАСОСНИМИ УСТАНОВКАМИ

Програма роботи

1. Вивчити призначення і будову окремих вузлів та елементів, що застосовуються в системах автоматизації насосних установок (апаратура керування і захисту, елементи контролю рівня води в напірних і забірних спорудах).

2. Вивчити будову та принцип дії станції керування типу ШЭП5802.

3. Ознайомитись зі станцією керування типу «Каскад» (ЯНН5121) з електронними елементами автоматики. Записати паспортні дані станції. Вивчити призначення і принцип дії окремих елементів і блоків цієї станції.

4. Ввімкнути станцію керування з макетом насосної установки, перевірити і налагодити установки при різних режимах керування.

5. Дослідити захисні характеристики: $t = f(I/I_y)$ станції керування ШЭП5802 та «Каскад» і уяснити відмінність від захисних характеристик автоматичних вимикачів і теплових реле.

Загальні методичні вказівки

Для піднімання води із трубчастих (артезіанських) свердловин використовують заглибні електронасоси, які приводять в дію спеціальними водозаповненими електродвигунами типу ПЭДВ.

Електродвигуни цього типу мають водостійку ізоляцію обмоток статора, виконану проводом ПЭВВП. Крім емалевої ізоляції, провід має додаткову ізоляцію із полівінілхлоридного пластикату. Гранична робоча температура цієї ізоляції не перевищує 70 °С. Така низька теплостійкість ізоляції заглибних електродвигунів створює ряд обмежень при їх експлуатації. Через невеликий діаметр статора та велику його довжину обмотки нагріваються нерівномірно – посередині статора температура обмоток значно вища, ніж в лобових частинах. Тому заглибні електродвигуни дуже чутливі до перевантажень і витримують не більше трьох пусків на годину. Таким чином, до захисту двигунів ставляться особливі вимоги.

Обладнання для насосних установок поставляють комплектно. До комплекту входять заглибний електронасос, система автоматичного керування з датчиками, спеціальні проводи для живлення двигуна.

Розроблено ряд типів систем (станцій) автоматичного керування електронасосами. У межах кожного типу станції керування розрізняють за номінальним струмом захисних апаратів відповідно до номінальних струмів електродвигунів. Кожна станція призначена для керування та захисту конкретного електродвигуна, на що треба звертати увагу при комплектуванні водонасосних установок.

Автоматизація водонасосних установок. Схема автоматичного керування водонасосною установкою повинна виконувати такі функції:

- ручне (дистанційне) керування роботою установки;
- автоматичне вмикання і вимкання електродвигуна залежно від наявності води в башті;

- вимкнення електродвигуна при ненормальних режимах роботи установки (коротких замиканнях, перевантаженні, неповнофазному режимі, значному зниженні напруги, аварійному зниженні рівня води у свердловині);

- сигналізацію про роботу та аварійне вимкання електродвигуна насоса.

Найпоширеніша система автоматизації водонасосних установок – з електродними датчиками рівня води. Схеми з поплавковими реле застосовуються у випадках, коли напірний бак утеплений і не замерзає взимку.

Схеми з реле тиску використовують в основному для керування безбаштовими водокачками.

Контроль рівня води в водозабірних спорудах здійснюється електродними датчиками рівня тільки для потужних установок із заглибними електродвигунами.

Захист електродвигунів від ненормальних режимів роботи здійснюється автоматичними вимикачами та електронними системами.

Зараз найпоширеніші електродні датчики рівня стержньового типу. Висота рівня, що контролюється, становить 1 м. Датчики рівня являють собою сталі стержні діаметром 8 мм. За допомогою ізоляторів їх закріплюють на загальному несучому стержні, який кріпиться у водонапірному баці. Датчик рівня має коробку затискачів для приєднання його до станції керування.

Контроль рівня води у свердловині здійснюється датчиком сухого ходу (такий же стержньовий датчик). Датчик повинен бути встановлений у свердловині вище верхньої точки насоса не менш як на 1 м (рис. 1.1.).

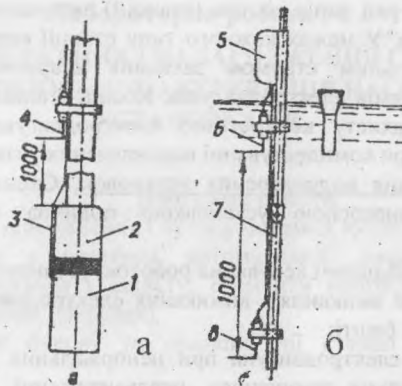


Рис. 1.1. Установка електродних датчиків рівнів:

а – датчика сухого ходу; б – датчиків верхнього і нижнього рівнів у водонапірному баці: 1 – заглибний електродвигун; 2 – насос; 3 – підвідний до двигуна провід; 4 – датчик сухого ходу; 5 – коробка виводів датчиків рівнів; 6 – електрод верхнього рівня (ЕВР); 7 – стержень для кріплення датчиків (спільний електрод); 8 – електрод нижнього рівня (ЕНР)

Система автоматичного керування насосними агрегатами (САУНА) зі станцією керування ШЭП5802 складається зі станції керування типу ШЭП5802У2 і стержневих датчиків рівня води, які встановлюються у водонапірній башті (при водопідйомі) або в свердловині (при дренажу).

Станція керування виконана у вигляді ящика, всередині якого змонтована силова і логічна частина схеми. Блок логіки БЛ-4М являє собою логічну схему, виконану на друкованій платі.

Система керування забезпечує можливість автоматичного, дистанційного та місцевого режиму керування.

Автоматичне керування електронасосом у режимі водопідйому здійснюється залежно від рівня води у водонапірній башті, в режимі дренажу – залежно від рівня води у свердловині. В першому і другому випадках подачу сигналів забезпечують стержневі датчики рівня. Дистанційне керування здійснюється з диспетчерського пульта шляхом подання команд засобами телемеханіки на виконавчі реле вмикання і реле вимикання. Засоби телемеханіки до комплексу поставки не входять.

Система керування захищає електродвигун насоса від таких аварійних режимів: обриву фази; короткого замикання, перевантажень із різними захисними характеристиками. При перевантаженнях понад $1,2I_N$ час спрацювання захисту становить $10 \dots 35$ с, заклинюванні ротора – $1 \dots 3,6$ с, короткому замиканні ($I \geq I_{пуск}$) – без витримки часу (автоматичним вимикачем). Станції керування серії ШЭП5802 призначені для керування електронасосами потужністю від 1 до 11 кВт.

Принципіальна електрична схема станції керування типу ШЭП5802 – 03А2ПУ2 наведена на рис. 1.2.

Головне коло системи керування включає автоматичний вимикач *QF* типу АП50Б-ЗМТУЗ (або аналогічний йому за технічною характеристикою), який захищає електродвигун від коротких замикань.

Для автоматичного та дистанційного керування електродвигуном насоса використовується електромагнітний пускач *KM*, для контролю споживаного двигуном струму – амперметр *РА*, ввімкнений в одну із фаз.

Контроль струмів навантаження здійснюється схемою на електронних елементах (логічна частина схеми), яка отримує сигнали, пропорційні струму в силовій ланці від узгоджувальних трансформаторів *T1, T2, T3* (датчиків струму).

Схема керування живиться від знижувального трансформатора *T4*, у первинне коло якого ввімкнутий запобіжник *FU*. Вторинні обмотки трансформатора *T4* через випрямні мости *VD16...VD19* та *VD20...VD23* подають живлення на електронну частину схеми і вихідне реле *KV*.

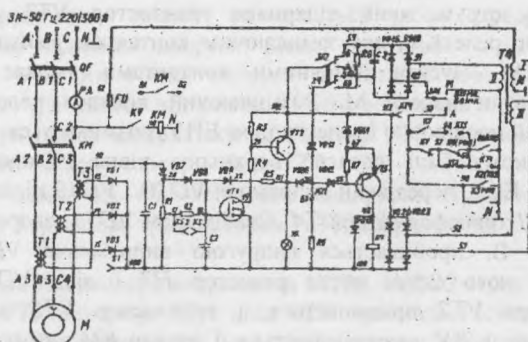


Рис. 1.2. Принципіальна електрична схема станції керування типу ШЭП 5802-03А2ПУ2 для насосних установок водопостачання із заглибними електродвигунами потужністю 1 – 11 кВт

Перемикання системи керування з режиму дренажу в режим водопідйому і навпаки здійснюється за допомогою перемикача SA2, керування (місцеве або автоматичне) – перемикачем SA1.

Перед вмиканням станції керування в роботу перемикач SA1 слід поставити в положення “Вимкнено”, після чого ввімкнути автоматичний вимикач QF, що забезпечує подачу напруги на блок живлення логічної частини.

Для автоматичного керування перемикач SA1 ставлять в положення «А», для місцевого керування – в положення «М» «Ввім.» або «Вимк.». Дистанційне керування здійснюють контактами реле РІВ («реле исполнени^я включения») та РІО («реле исполнени^я отключения») або іншими командними пристроями дистанційного керування, які в станції керування не встановлюються. При дистанційному керуванні датчики рівня води не використовуються.

Для автоматичного керування станцією в режимі водопідйому необхідно замкнути перемичками ХТ2 та ХТ1 затискачі 56 – 57 і 23 – 63 відповідно. До затискачів 50 – N та 56 – N приєднати проводи від датчиків рівня в баці ЕБУ і ЕНУ відповідно. Перемикач SA2 встановити в положення «Водопідйом».

Якщо у баці водонапірної башти немає води, то електроди нижнього ЕНУ і верхнього ЕБУ рівнів не омиваються водою і діодний місток VD16...VD19 відключений від вторинної обмотки II трансформатора Т4. Стабілітрон VD12, зворотна напруга якого 1,33 В, пробивається напругою випрямляча VD20...VD23, через нього проходить струм, який відкриває транзистор VT3. При цьому спрацьовує реле KV, яке замикаючим контактом вмикає магнітний пускач КМ. Пускач головними контактами вмикає в мережу електродвигун насоса М. Розмикаючий контакт реле KV, який увімкнений послідовно із електродом ЕНУ, розмикається. Коли вода у водонапірному баці досягне верхнього рівня, замикається коло електрода ЕБУ, через який випрямляч VD16...VD19 підключиться до обмотки II трансформатора Т4. Стабілітрон VD11, зворотна напруга якого 14 В, пробивається напругою випрямляча VD16...VD19, внаслідок чого струм через резистор R7 і діод VD13 та базу транзистора VT3 припиняється, і транзистор VT3 закривається. Котушка реле KV знеструмується, і пускач КМ вимикає двигун М насоса. Розмикаючий контакт реле KV замикається. Коли внаслідок розбору води із водонапірної башти рівень її понизиться, то електрод ЕБУ розірве коло, але коло живлення випрямляча VD16...VD19 буде замкненим через контакт KV і коло електрода ЕНУ. Лише після

опускання води нижче ЕНУ коло живлення випрямляча $VD16...VD19$ розімкнеться, стабілітрон $VD11$ закритється і відновиться базовий струм транзистора $VT3$, внаслідок чого двигун M знову увімкнеться.

Для вмикання двигуна в режимі місцевого керування перемикач $SA1$ ставлять у середнє положення. При цьому випрямляч $VD16...VD19$ знеструмлений і схема працює як і при низькому рівні води у водонапірному баці. Щоб вимкнути двигун, перемикач $SA1$ замикають в положення «М» «Вимк».

Дистанційне керування здійснюється із диспетчерського пульта. За командою «Вімкнути електронасос» спрацьовує виконавче реле РІВ. При цьому вмикання насоса відбувається аналогічно автоматичному режиму при розімкненні кола ЕНУ. За командою диспетчера «Вимкнути електронасос» спрацьовує реле РІО. Електронасос вимикається аналогічно автоматичному режиму при замиканні кола ЕВУ.

Станція керування ШЭП5802 захищає електродвигун у таких аварійних режимах: симетричне коротке замикання, перевантаження, робота електронасоса на двох фазах.

При коротких замиканнях, що супроводжуються струмами вище $I_{пуск}$, спрацьовує автоматичний вимикач QF . У випадку перевантажень, обриву фази або коротких замикань, що супроводжуються струмами від $1,2I_N$ до $I_{пуск}$ сигнал аварії від узгоджувальних трансформаторів $T1, T2, T3$ (датчиків струму) через діоди $VD1, VD2, VD3$ і стабілітрон $VD7$ надходить на подільник напруги $R1$, а від нього – на затвор польового транзистора $VT1$.

Час спрацювання захисту визначається часом заряду конденсатора $C2$ до величини напруги, рівної пороговій ($U_{пор.}$) напрузі транзистора $VT1$. Як тільки напруга на затворі транзистора $VT1$ досягне $U_{пор.}$, транзистор відкривається і почне проходити струм «сток – исток». При цьому відкривається транзистор $VT2$ базовим струмом, що проходить по колу емітер – база $VT2 - R3 -$ «сток – исток» $VT1$. Загоряється лампочка HL «Аварія». Відкритий транзистор $VT2$ шунтує коло керування транзистором $VT3$, закриває його і реле KV вимикається.

Від'ємний потенціал з випрямляча $VD20...VD23$ через відкритий транзистор $VT2$ резистор $R5$ і діод $VD9$ прикладається до затвора транзистора $VT1$, утримуючи його у відкритому стані після вимкнення двигуна і зникнення сигналу перевантаження від трансформаторів струму. Таким чином сигнал аварійного вимикання запам'ятовується. Конденсатор $C2$ розряджається через потенціометр $R1$ і діод $VD8$.

Для повторного пуску електродвигуна необхідно зняти, а потім знову подати напругу на логічну частину станції. Ця операція виконується за допомогою автоматичного вимикача *QF* (вимкнути – ввімкнути).

Забороняється регулювання часу спрацювання захисту за допомогою потенціометра блока логіки *RI*. Він налагоджений на заводі відповідно до номінального струму керованого електродвигуна, зазначеного на паспортній табличці станції керування.

Виводи 61 – 62 допоміжних контактів пускача *KM* можуть бути використані для сигналізації стану насоса.

Якщо насос працює в режимі дренажу, перемикач *SA2* ставлять в положення “Д”. При цьому команда на вмикання двигуна подається замиканням кола електрода верхнього рівня ЕВУ, а на вимикання – розмиканням кола електрода нижнього рівня ЕНУ.

Пристрій комплектний «Каскад» призначений для автоматичного, місцевого та дистанційного керування відцентровими свердловинними насосами водопідйому та дренажу із заглибними електродвигунами, а також для захисту електронасоса від аварійних режимів.

Залежно від типу ящика керування пристрій виконує такі функції:

- автоматичний пуск і зупинку електронасоса в режимі водопідйому та дренажу залежно від рівня води, відповідно у водонапірному баці або свердловині;

- автоматичний пуск електронасоса в режимі водопідйому залежно від тиску стовпа води у водонапірній башті та автоматичну зупинку насоса в цьому режимі протягом не більше 90 хв;

- місцевий пуск і зупинку електронасоса;

- дистанційний пуск і зупинку електронасоса;

- селективність запуску електронасоса з регульованою витримкою часу (2 – 30 с) у місцевому режимі і режимі автоматичного керування за рівнем води;

- вимкнення електронасоса при перевантаженнях, коротких замиканнях та неповнофазних режимах;

- автоматичне вимикання електронасоса при зниженні рівня води у свердловині (захист від сухого ходу) за час не більше 0,5 с для пристроїв керування двигунами потужністю 4,5 кВт і вище;

- неможливість самовмикання після спрацювання будь-якого виду захисту;

- світлову сигналізацію з розшифруванням аварійної зупинки від перевантаження та сухого ходу;

- контроль струму навантаження електродвигуна в одній із його фаз;

можливість подачі аварійного сигналу за межі пристрою;
самозапуск електронасоса при короткочасному зникненні і відновленні напруги мережі (у межах 2 – 30 с).

Принципіальна схема комплектного пристрою «Каскад» зображена на рис. 1.3.

У силовому колі пристрою встановлені автоматичний вимикач *QF*, узгоджувальні трансформатори *T1*, *T2*, *T3*, амперметр *PA*, електромагнітний пускач *KM*.

Вибір режимів керування насосною установкою здійснюється перемикачем *SA1*, який має чотири положення: *АУ* – автоматичне керування, «Откл» – вимкнено, «Вкл» – ввімкнено; *ДУ* – дистанційне керування.

Перемикач *SA2* дозволяє вибрати режим водопідйому або дренажу. Про аварійний стан системи сигналізують лампи *HL1* – «Перевантаження» та *HL2* – «Сухий хід».

Всі функції автоматичного керування, сигналізацію і захист електродвигуна виконує блок керування БОН9200.

1. Режим водопідйому та дренажу (керування за рівнем води).

При зниженні рівня води у водонапірній споруді (електрод ЕВУ розімкнений) з блока керування надходить сигнал на вмикання реле *KV*, яке своїми контактами ввімкне пускач *KM* і електронасос почне працювати. При досягненні водою електрода верхнього рівня (ЕВУ) сигнал надходить на вхід блока керування, реле *KV* відключається, електронасос зупиняється.

У режимі дренажу пристрій працює аналогічно з тією різницею, що блок керування видає сигнал на зупинку електронасоса при розмиканні ЕНУ (відсутність води у свердловині), а команду на пуск – при заповненні свердловини водою (ЕВУ замкнутий).

У режимі водопідйому з керуванням за тиском при зниженні тиску води у водонапірному трубопроводі електроконтактний манометр подає сигнал на блок керування (контакт датчика тиску води ДДВ замикається). Блок керування видає сигнал на вмикання реле *KV* і електронасос запускається. Двигун насоса вимикається через певний час. Для цього у вузлі автоматичного керування за тиском ЯУД при пусконаладжувальних роботах встановленням перемички задається необхідний час роботи електронасоса від 5 до 90 хв.

Дистанційне керування забезпечується за допомогою реле виконання вмикання (РІВ) і вимикання (РІО), які до комплексу поставки не входять. Контакти цих реле під'єднуються до 53, 61, 100.

3N-50Гц, 300/2xU В

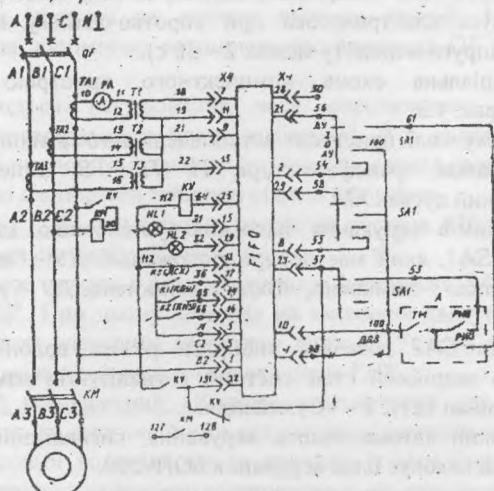


Рис. 1.3. Принципіальна електрична схема станції керування типу ЯНН-5121 для заглибних електродвигунів потужністю 16 – 65 кВт

2. Захист електронасоса від аварійних режимів.

Сигнал на вимкнення електронасоса у чарунку захисту ЯЗ надходить у випадку:

технологічних перевантажень, неповнофазного режиму, коротких замикань в електродвигуні або з'єднувальному кабелі від узгоджувальних трансформаторів, встановлених у колі живлення електронасоса;

зниження рівня води у свердловині нижче контрольованого значення (захист від сухого ходу) – від датчика сухого ходу.

При перевантаженнях двигуна струмом чарунка захисту формує обернено залежну часо-струмову характеристику $t_{СПР} = f(I_{ДВ})$. Сигнал перевантаження поступає на вхід вихідного пристрою ВУ-ЯЗ та на сигнальну лампу HL1. Сигнал сухого ходу від датчика ДСХ також подається на вхід чарунки захисту, а звідти – на вихідний пристрій ВУ-ЯЗ та сигнальну лампу HL2. В обох випадках котушка реле KV знеструмлюється, а сигнал аварійного вимкнення запам'ятовується.

Початковий струм спрацювання захисту від перевантаження дорівнює $1,35 \pm 0,1$ від номінального значення і регулюється резистором «Уставка захисту».

Електрична схема з'єднань комплектного пристрою «Каскад» для водопідйомних установок показана на рис. 1.4.

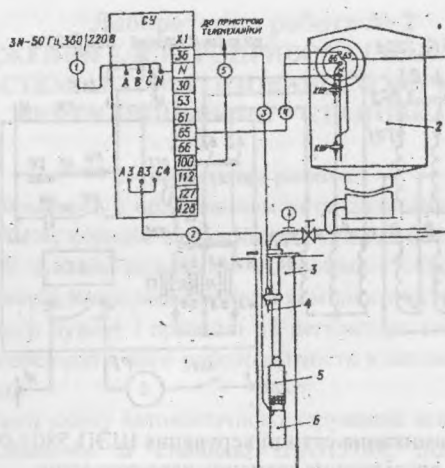


Рис. 1.4. Схема електричних з'єднань комплектного пристрою «Каскад» для водонасних установок: 1 – електродний датчик рівня; 2 – водонапірна башта; 3 – обсадна труба; 4 – датчик сухого ходу; 5 – насос; 6 – електродвигун

Вказівки щодо виконання роботи

При дослідженні захисних характеристик $t_{спр} = f\left(\frac{I}{I_y}\right)$

(залежність часу спрацювання захисту від кратності струму) силове коло станції керування ШЭП 5802 потрібно живити від знижувального трансформатора TV2 із вторинною лінійною напругою 6 В (рис. 1.5). Для проведення дослідів вихідні затискачі станції керування АЗ, ВЗ, С4 з'єднати разом (закоротити), а на затискачі А, В, С подати трифазну напругу 6 В. Струм у колі 6 В регулювати шляхом зміни підведеної до трансформатора TV2 напруги. Цю напругу одержують від трифазного регулятора напруги TV1 типу РНТ.

Живлення на схему керування (220 В) подається окремо під мережі 380/220 В (фаза С – N) через спеціальний перемикач SA3 із двома положеннями: Р – робота, И – дослідження, оскільки при живленні силових кіл напругою 6 В за звичайною схемою блок керування не працюватиме.

При дослідженні станції керування «Каскад» треба мати на увазі, що на блок керування БОН9200 необхідно подавати напругу 380 В (фази В2 і С2, рис. 1.3) та приєднати до блока нульовий провід N.

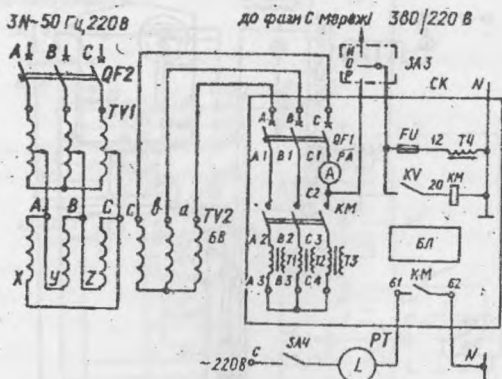


Рис. 1.5. Схема вмикання станції керування ШЭП 5802-03А2ПУ2 для дослідження захисних характеристик

Затискач 36 для приєднання датчика сухого ходу необхідно також з'єднати з нульовим проводом, інакше станція не вмикнеться і горітиме лампа «Сухий хід».

Дослідження виконувати у такій послідовності:

1. Скласти схему за рис. 1.5 для дослідження станції керування ШЭП5802. Досліджувати станцію «Каскад» за тією ж схемою, але на блок керування подати дві фази В2 і С2.

2. Через замикаючий контакт пускача *КМ* (затискачі 61 – 62 для ШЭП5802 та 127 – 128 для «Каскад») і вимикач *SA4* під'єднати до мережі електросекундомір.

3. Ввімкнути вимикачі *QF1* та *QF2* і за допомогою регулятора *TV1* встановити задані величини струму (1,5; 0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0) I_H станції.

4. Вимкнути *QF2*.

5. Одночасно подати живлення на схему *QF2* і ввімкнути електросекундомір *PT*.

6. При спрацюванні захисту, про що сигналізує лампа «Аварія» або «Перевантаження», електросекундомір зупиняється блоком-контактом. Записати значення струму часу спрацювання.

7. Вимкнути перемикачем *SA3* живлення блока керування (зняти сигнал аварії) і знову його ввімкнути. Встановити стрілки електросекундоміра в нульове положення.

8. Повторити досліди при інших значеннях струму

перевантаження і побудувати графік $t_{спр} = f\left(\frac{I}{I_y}\right)$.

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА І НАЛАГОДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ

Програма роботи

1. Ознайомитись з обладнанням установки «Клімат-4»: вентилятори ВО-Ф-7,1А, станція керування ШАП5701-032Д, автотрансформатор АТ-10, станція керування «Кліматика-1». Записати паспортні дані вентиляторів, електродвигунів та комплектних пристроїв.

2. Вивчити будову і принцип дії регулятора температури станції ШАП5701, перевірити його роботоздатність в автоматичному режимі роботи станції.

3. Вивчити схему автоматичного керування вентиляційною установкою «Клімат-4» зі станцією ШАП5701, під'єднати двигуни вентиляторів до станції, перевірити її роботу. Записати напругу і споживаний двигунами струм при трьох частотах обертання двигуна (0,3; 0,67; 1,0) n_H .

4. Скласти схему для дослідження електропривода вентилятора ВО-Ф-7,1А при живленні від станції «Кліматика-1».

5. Дослідити залежності частоти обертання, споживаних двигуном вентилятора потужності і струму від підведеної напруги. Напругу на двигуни змінювати від напруги розвороту до максимально можливої.

6. Випробувати роботу станції «Кліматика-1» у ручному режимі, переключити її в автоматичний режим, задати базову температуру і межі відхилення, випробувати станцію в режимі автоматичного керування з використанням датчика температури.

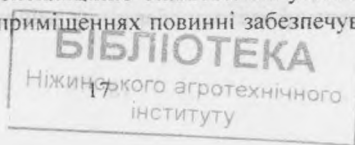
7. Представити одержані при дослідженні обох станцій залежності $P_1 = f_1(U)$; $I = f_2(U)$; $n = f_3(U)$; $\cos\varphi = f_4(U)$ на графіках і проаналізувати їх.

8. За завданням викладача провести діагностику станції «Кліматика-1» з використанням осцилографа.

Загальні методичні вказівки

У створенні нормальних умов для тварин і птахів при їх інтенсивному вирощуванні і великій концентрації на одиницю площі приміщення найбільшу роль відіграють опалення та вентиляція.

Автоматизовані вентиляційно-опалювальні установки у тваринницьких і птахівничих приміщеннях повинні забезпечувати підтрима-



ння заданого температурно-вологісного режиму і газового складу повітря.

При температурі в приміщенні, що дорівнює заданій, продуктивність вентилятора повинна бути розрахована на видалення шкідливих домішок з приміщення. Якщо температура в приміщенні вища норми, продуктивність вентиляторів повинна збільшуватись, нижча – зменшуватись.

Такий принцип автоматизації використаний у комплектах вентиляційного обладнання «Клімат-4», «Клімат-3», «Клімат-2». До комплекту обладнання установки «Клімат-4» входять осьові вентилятори ВО-Ф-5,6А або ВО-Ф-7,1 продуктивністю відповідно 6000 і 10500 м³/год, автотрансформатор АТ10 та станція керування ШАП5701-032Д. Привод вентиляторів здійснюється від спеціальних асинхронних електродвигунів 4АПА80 або АИРП80, які допускають регулювання частоти обертання шляхом зміни підведеної напруги. Двигуни розраховані на напругу 380 В при з'єднанні обмоток на «зірку» з чотирма вивідними кінцями (четвертий вивід – від нульової точки обмотки).

Двигуни цих серій мають спеціальні електричні та механічні характеристики (рис.2.1). В першу чергу це підвищений опір обмотки ротора, який зумовлює порівняно малу кратність пускового струму (4,0 – 5,0 номінального) і підвищене ковзання при номінальному режимі ($s_H = 0,06 - 0,07$ у двигуні 4АПА і $s_H = 0,1$ у двигуні АИРП). Двигуни мають практично рівні між собою значення критичного та пускового моментів.

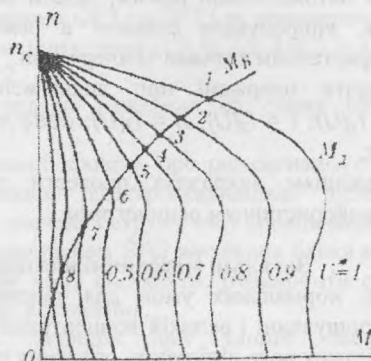


Рис.2.1. Регульовані характеристики привода вентилятора при регулюванні частоти обертання зміною підведеної напруги

Головна особливість цих двигунів – можливість змінювати частоту обертання ротора з вентилятором шляхом регулювання підведеної до статора напруги. Завдяки підвищеному опору обмоток ротора двигуни цього типу можуть тривало працювати при великих ковзаннях.

В установках «Клімат-4» із станціями ШАП-5701 напруга на двигунах змінюється ступінчасто. Живлення двигунів здійснюється прямо від мережі (повна напруга) або від автотрансформатора АТ-10 з відгалуженнями, що дають напругу від 70 до 300 В. Як правило, напруги вибрані так, щоб одержати дві знижені частоти обертання: перша частота – 33% максимальної, друга – 66%. Найбільша частота обертання (100%) буде при живленні двигуна безпосередньо від мережі 380 В.

Комплект «Клімат-4» забезпечує:

- триступінчасте регулювання частоти обертання електровентиляторів залежно від температури повітря в приміщенні вниз від номінальної в діапазоні 3:1 зі ступенями 66 та 33 % номінальної;

- автоматичний перехід на нижчу частоту обертання при зниженні температури в приміщенні;

- автоматичний перехід на вищу частоту обертання при підвищенні температури в приміщенні;

- автоматичний вибір кількості груп працюючих вентиляторів (вентилятори поділено на 3 групи);

- ручне дублююче керування електровентиляторами;

- світлову сигналізацію про кількість працюючих груп вентиляторів, частоту обертання вентиляторів і наявність напруги на станції керування;

- захист електродвигунів від коротких замикань і перевантажень за допомогою автоматичних вимикачів АП50Б-ЗМТ або АЕ2026. Вимикачі встановлюються в приміщенні безпосередньо біля кожного вентилятора.

Станція керування типу ШАП5701-032Д розрахована на напругу силових кіл 380В, струм – 25 А. Обладнання станції розміщено як на панелі шафи, так і на дверцятах.

Контроль температури в приміщенні здійснюється напівпровідниковими трипозиційними терморегуляторами ПТР-3-04 з діапазоном регулювання температури від +5 до +35°С. Прилад може давати команди «нижче норми», «норма», «вище норми». Первинним перетворювачем температури є терморезистор типу ММТ-1 опором від 1 до 3 кОм, ввімкнений в одне плече моста змінного струму. Станції

ШАП пізніших випусків обладнано терморегуляторами РТ-3 з датчиками температури ТСМ, які мають лінійну залежність опору від температури.

Якщо температура в приміщенні дорівнює температурі, встановленій на шкалі приладу, вимірювальний міст регулятора збалансований і сигнал на його виході дорівнює нулю. При відхиленні температури об'єкта від заданого значення баланс моста порушується і на його виході з'являється сигнал, величина якого пропорційна відхиленню температури, а фаза відповідає напрямку розбалансу. Необхідне значення температури встановлюють змінним резистором, ручка якого виведена на передню панель регулятора. Необхідне значення диференціала встановлюється іншим резистором.

При монтажі терморегуляторів типу ПТР необхідно стежити за тим, щоб номери приладу та датчика збігалися. Розкомплектування приладу може призвести до втрати його роботоздатності, оскільки датчики не взаємозамінні.

Датчики регуляторів РТ-3 взаємозамінні. Датчики до приладу необхідно приєднувати екранованим кабелем або прокладати його в металевій трубі чи металорукаві. Опір жили кабелю не повинен перевищувати 5 Ом.

Роботу терморегулятора перевіряють так. На прилад подають напругу живлення, при цьому повинна загорітися сигнальна лампочка. Якщо вона не горить, перевіряють запобіжник та коло живлення. Якщо живлення нормальне, роботу терморегулятора перевіряють обертанням ручки настроювання температури. При положенні ручки на поділках шкали, відповідних температурі «норма», обидва вихідних реле не повинні спрацювати. При повороті ручки в бік зниження температури має спрацювати реле «вище норми», а в бік підвищення температури – реле «нижче норми».

Схема керування двигунами установки «Клімат-4» показана на рис. 2.2.

Оскільки вентилятори установки «Клімат-4» поділено на 3 групи, то середня основна група (електродвигун *M1*) керується пускачами *KM1*, *KM2*, *KM3*, *KM6*. допоміжні групи (*M2* та *M3*) – груповими пусками *KM4* та *KM5*.

Пускачі *KM1*, *KM2*, *KM3* подають різні напруги на затискачі двигунів.

Керування системою вентиляції здійснюється вручну або автоматично.

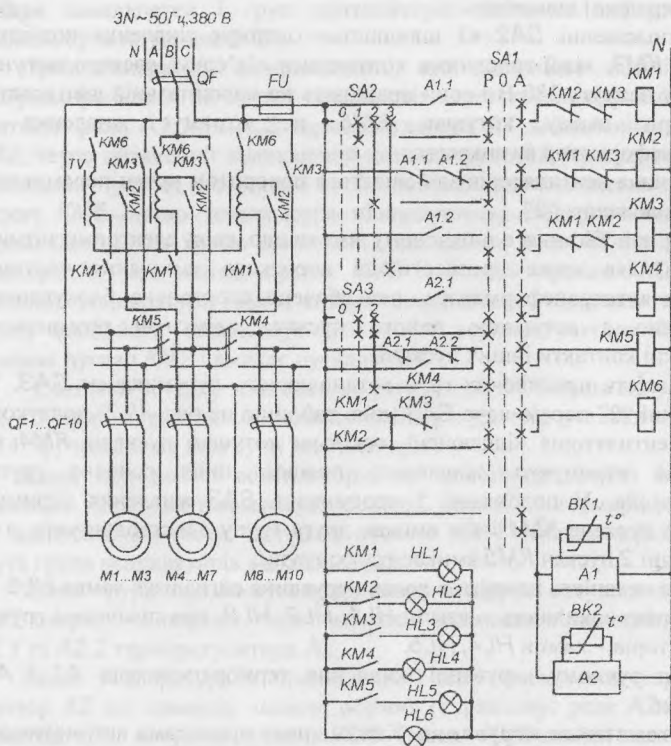


Рис.2.2. Принципіальна електрична схема керування вентиляційною установкою «Клімат-4» із станцією ШАП 5701

Ручне керування. Перемикач режимів керування SA1 ставлять у положення P. Перемикачем швидкості SA2 можна задавати три різні частоти обертання електровентиляторів. У положенні SA2 «1 швидкість» живлення одержує котушка пускача KM1, який своїм допоміжним контактом вмикає котушку пускача KM6, а головними контактами під'єднує двигуни до відгалужень автотрансформатора TV напругою 90 В. Пускач KM6 спрацьовує, подає напругу живлення на автотрансформатор і двигуни починають працювати на першій (мінімальній) швидкості.

У положенні SA2 «2 швидкість» одержує живлення котушка пускача KM2, який головними контактами приєднує електродвигун на

відгалуження автотрансформатора напругою 140 В, забезпечуючи другу (середню) швидкість.

У положенні SA2 «3 швидкість» одержує живлення котушка пускача KM3, який головними контактами під'єднує електродвигуни на повну напругу 380 В і вони працюють на максимальній швидкості. Але при цьому котушка KM6 не отримує живлення і автотрансформатор вимикається.

Зупинка вентиляторів здійснюється поворотом ручки перемикача SA2 в положення "0".

Для запобігання одночасному вмиканню двох електромагнітних пускачів, яке може призвести до короткого замикання частини обмоток автотрансформатора, передбачене електричне блокування: послідовно з котушкою одного пускача ввімкнені розмикаючі допоміжні контакти інших пускачів.

Кількість працюючих груп встановлюють перемикачем SA3. У положенні "0" перемикача SA3 (див. таблицю на рис. 19.2) додаткові групи вентиляторів відключені, оскільки котушки пускачів KM4 та KM5 не отримують живлення; працює лише основна група вентиляторів. У положенні 1 перемикача SA3 живлення отримує котушка пускача KM4 і він вмикає другу групу електродвигунів, а в положенні 2 пускач KM5 вмикає третю групу.

Про наявність напруги в колах керування сигналізує лампа HL6, а про вибрану швидкість – лампи HL1, HL2, HL3, про працюючі групи вентиляторів – лампи HL4, HL5.

При ручному керуванні живлення терморегуляторів A1 і A2 вимкнене.

Автоматичне керування. Командними приладами автоматичної системи керування є два трипозиційні терморегулятори A1 і A2 з вихідними реле, які розміщені всередині терморегуляторів. Залежно від температури в приміщенні на виході терморегуляторів можна одержати три команди: при температурі вище заданої (команда «вище норми») замикаються замикаючі контакти реле A1.2, при температурі нижче заданої команда «нижче норми») замикаються замикаючі контакти реле A1.1, при температурі відповідній заданій (команда «норма») замкнені розмикаючі контакти реле A1.1, A1.2.

Для автоматичного керування необхідно перемикач режимів керування SA1 перевести в положення А. При цьому отримають живлення терморегулятори A1 та A2 і підготуються до вмикання кола електромагнітних пускачів KM1 – KM6.

Уставки терморегуляторів вибирають залежно від заданої температури в приміщенні. Регулятор A1 настроюють на задану температуру. Уставка терморегулятора A2 повинна бути. на 2...4 °С

менша уставки терморегулятора *A1*. Для запобіганні частим перемиканням швидкостей і груп вентиляторів значення диференціала повинне бути не менше 2 °С.

При температурі в приміщенні, що відповідає заданій, всі двигуни працюють на другій швидкості: через замкнені розмикаючі контакти реле *A1.1* і *A1.2* терморегулятора *A1* увімкнений пускач *KM2*, через замкнений замикаючий контакт реле *A2.1* регулятора *A2* увімкнений пускач *KM4*, який своїм допоміжним контактом вмикає пускач *KM5*. Якщо температура підвищується, електровентилятори перемикаються на третю швидкість: спрацьовує реле *A1.2* терморегулятора *A1*, яке вмикає пускач *KM3* і вимикає пускач *KM2*. При зниженні температури нижче заданої вентилятори перемикаються на першу швидкість: спрацьовує реле *A1.1* терморегулятора *A1*, яке вимикає пускач *KM2* і вмикає пускач *KM1*.

Оскільки уставка температури регулятора *A1* більша від уставки *A2*, то при невеликих зниженнях температури від уставки *A1* (до 2...4 °С) працюють всі групи вентиляторів.

Якщо при роботі вентиляторів на нижчій швидкості виникає подальше зниження температури повітря, реле *A2.1* терморегулятора *A2* відпускає контакти, котушка пускача *KM4* втрачає живлення і друга група вентиляторів відключається.

Третя група продовжує працювати, оскільки котушка пускача *KM5* одержує живлення через замкнені розмикаючі контакти реле *A2.1* та *A2.2* терморегулятора *A2*.

Якщо температура в приміщенні і далі знижується, терморегулятор *A2* дає команду «нижче норми» (спрацьовує реле *A2.2*), яке розмикає коло котушки пускача *KM5*. Пускач *KM5* своїми головними контактами вимикає електродвигуни третьої групи, а замикаючим допоміжним контактом вимикає пускач *KM6*, автотрансформатор вимикається, вентиляційна установка не працює. Це великий недолік станції ШАП5701, бо при непрацюючій вентиляції були випадки загибелі птиці від недостатку кисню.

При підвищенні температури система працює в зворотній послідовності, тобто спочатку вмикається третя і перша групи на нижчій швидкості, потім – друга група. При подальшому підвищенні температури всі групи вентиляторів вмикаються на другу, а потім на третю швидкість. Таким чином, в жарку пору року всі вентилятори працюють на максимальній швидкості.

В установці «Клімат-4М» замість станції керування ШАП5701 використовується пристрій «Кліматика – 1». Станція керування «Кліматика-1» типу ТСУ-2КЛУЗ призначена для плавного регулювання частоти обертання асинхронних електродвигунів витяжних

вентиляторів з метою підтримання заданої температури повітря в сільськогосподарських приміщеннях.

Номинальна напруга живильної мережі 380 В. Номинальний струм станції 63 А.

Діапазон регулювання вихідної напруги 1:6. Ступінь захисту ящиків IP54.

Функціональна схема пристрою керування зображена на рис. 2.3.

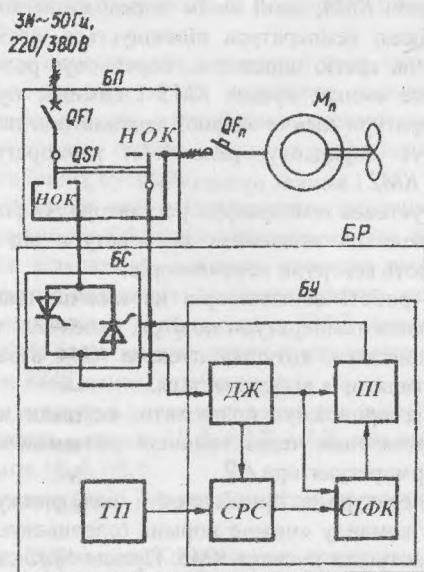


Рис. 2.3. Функціональна схема пристрою керування вентиляційною установкою ТСУ-КЛУЗ «Кліматика-1»

Пристрій розміщений у двох ящиках: блок перемикача БП та блок регулятора БР. Останній складається з силового блока БС і блока керування БК. Контроль температури в приміщенні здійснюють термоперетворювачі ТП (термометри опору ТСМ).

Блок перемикача БП має автоматичний вимикач $QF1$ типу АЕ2046М для захисту станції від струмів короткого замикання і пакетно-кулачковий перемикач $QS1$ типу ПКП-63. За допомогою перемикача установку можна вмикати в некерований режим "Н", коли двигуни вмикаються на повну напругу мережі поза блоком регулятора, та керований режим "К", коли блок регулятора увімкнено.

Принцип роботи блока керування полягає в плавній зміні напруги на затискачах двигунів залежно від температури повітря у приміщенні шляхом зміни кута відкриття тиристорів.

Силовий блок БС складається з трьох пар тиристорів Т123-250-9-41, увімкнених зустрічно-паралельно. Тиристори змонтовані на груповому охолоджувачі. Для захисту тиристорів від перенапруг у силовому блоці є спеціальний вузол захисту, що складається з RC -кіл та варисторів. Тут же встановлений трансформатор живлення системи керування та синхронізації імпульсів керування з фазами мережі живлення.

Блок керування складається з таких вузлів: БЖ – блок живлення, СРС – система регулювання та сигналізації, ПІ – підсилювач імпульсів, СІФК – система імпульсно-фазового керування.

До вихідних затискачів блока перемикачів під'єднуються електродвигуни через автоматичні вимикачі QF . Ці вимикачі повинні захищати кожний електродвигун від коротких замикань і перевантажень.

На панелі ящика керування розміщено такі органи керування та сигналізації.

1. Блок перемикачів «Установка температури»: «0 °С», «10 °С», «20 °С», «30 °С». Задана температура встановлюється натисканням відповідної клавіші.

2. Резистор «Установка температури» $R6$ зі шкалою «0 – 10 °С». Наприклад, щоб задати температуру 24 °С, необхідно натиснути третю клавішу перемикача і встановити резистор $R6$ на позначку 4 °С.

3. Блок перемикачів «Датчики» – положення «1», «2», «3», «4» відповідають кількості приєднаних термоперетворювачів.

4. Клавіша «Керування» (ручн.-авт.). Ручному керуванню відповідає заглиблений стан клавіші. При цьому напруга на затискачах електродвигунів, а значить і їх швидкість задаються оператором за допомогою резистора «Ручне керування». У цьому режимі станція використовується для дослідження регульовальних характеристик приводу вентилятора (пункти 4, 5 програми роботи).

5. Резистор «Мінімальна напруга (авт)» «1 – 10» (шкала безрозмірна). Мінімальна напруга відповідає найменшій частоті обертання вентиляторів, що визначається зоотехнічними вимогами з точки зору мінімально допустимого повітрообміну. Нижче цієї межі швидкості обертання вентиляторів не повинні знижуватись незалежно від сигналу датчиків температури.

6. Лампа і резистор «Аварійне відхилення температури». Допустимий рівень відхилення температури задається оператором в межах $\pm 2 \dots \pm 6$ °С. При від'ємному відхиленні температури більше

заданої межі загоряється лампа «Аварійне відхилення температури» і подається сигнал на вмикання додаткових джерел тепла (наприклад, калорифера). Якщо температура підвищується, система повертається у вихідний стан. При позитивному відхиленні температури вище заданої також спрацює сигналізація «Аварійне відхилення температури».

7. Сигнальні світлодіоди «Жарко», «Норма», «Холодно». Рівень вихідної напруги, що забезпечує середню частоту обертання вентиляторів (задається резистором «Базова напруга»), відповідає сигналу «Норма». При відхиленні температури у будь-який бік відповідно до цього підвищується або знижується напруга на двигунах і змінюється частота їх обертання, відповідно загоряються світлодіоди «Жарко» або «Холодно».

8. Резистор «Баланс» призначений для коректування балансу вимірювального моста (настроювання проводять при зміні довжини лінії до датчиків температури або зміні кількості датчиків). Світлодіод «Спрацювання захисту» сигналізує про спрацювання захисту при неправильному чергуванні фаз і від кидків напруги живлення в момент вмикання. У момент пуску сигнал з'являється і відразу ж зникає. Постійна наявність сигналу свідчить про відхилення в роботі схеми.

Вказівки щодо виконання роботи

У процесі виконання роботи вивчити особливості конструкції та електроприводні характеристики вентиляторів типу ВО-Ф-7,1М і електродвигунів їх приводу, принцип роботи і функції систем автоматизованого керування вентиляційними установками «Клімат-4» і «Клімат-4М».

Для дослідження установки із станцією керування ШАП5701 потрібно обмотки статорів двигунів вентиляторів приєднати до вихідних клем станції. Для вимірювання напруги на двигунах і споживаного ними струму по черзі увімкнути вольтметр і амперметр в коло статора кожного двигуна. Досліди проводити при ручному режимі керування станцією.

Щоб перевірити роботу системи в автоматичному режимі необхідно задатчиком терморегулятора А1 виставити температуру на 4...5 °С нижчу, ніж температура повітря в лабораторії, а задатчиком терморегулятора А2 – на 4...5 °С нижчу, ніж регулятора А1. Диференціали обох регуляторів встановити в положення $\pm 0,5$ °С. Увімкнути станцію керування в мережу і прослідкувати за її роботою, нагріваючи обидва датчики температури одночасно.

Дослідження електропривода вентилятора зі станцією «Кліматика-1» провести за схемою, наведеною на рис. 2.4, при роботі станції в режимі ручного керування. Дослідити залежності частоти обертання двигуна, споживаного струму і потужності від напруги, величину якої потрібно збільшувати від напруги розвороту до 380 В через кожні 20 В.

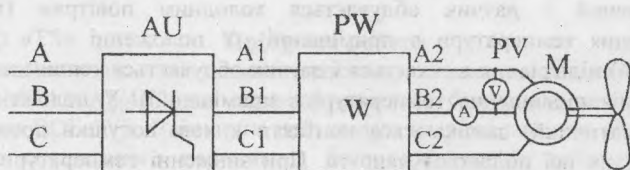


Рис. 2.4. Схема установки для дослідження електропривода вентилятора з станцією «Кліматика-1»

Порядок роботи зі станцією ТСУ-2КЛУЗ:

1. Скласти схему керування електродвигуном вентилятора і електрокалорифером.

2. Ввімкнути автоматичний вимикач в блоці перемикачів (горить лампа «Ввімкнено»). Перемикач QS1 поставити в положення «Некерований». Вентилятори повинні обертатись з максимальною швидкістю. Перемикач QS1 поставити в положення «0».

3. Встановити органи керування в блоці керування в такі положення: регулятор «Мінімальна напруга» на поділці 2 або 3; регулятор «Ручне керування» – в крайнє ліве положення; клавішу «Керування» – у положення «Ручн.»; блок перемикачів «Датчики» – в положення «1»; регулятор «Установка температури» в положення, яке відповідає температурі повітря в лабораторії; регулятор «Аварійне відхилення температури» – в положення +2 °С.

4. Перемикач QS1 блока перемикачів поставити в положення «Керований». Регулятором «Ручне керування» перевірити можливість зміни частоти обертання вентиляторів від мінімальної до максимальної. З'єднати вимірювальні прилади (амперметр, вольтметр, ватметр) і провести дослідження регульованих характеристик за програмою роботи.

5. Перемкнути клавішу «Керування» в положення «Авт» і опробувати роботу станції в автоматичному режимі. Крім зміни частоти обертання вентиляторів станція передбачає вмикання додаткового

джерела тепла. З цією метою виведені контакти вихідного реле $K1$, які через проміжне реле можуть вмикати електрокалорифер.

Для імітації цього режиму в лабораторній роботі використовується малогабаритний електрокалорифер, який обдуває повітрям датчик температури. Перемикач режиму роботи електропідігрівника має 4 положення. В положенні «РХ» (ручний холодний) підігрівник вимкнений і датчик обдувається холодним повітрям (імітація зниження температури в приміщенні). У положенні «РТ» (ручний теплий) підігрівник вмикається і датчик обдувається теплим повітрям (імітація підвищення температури в приміщенні). У положенні «А» (автоматичний) замикаються контакти в колі котушки проміжного реле і на неї подається напруга. При зниженні температури нижче допустимої спрацьовує реле $K1$ і автоматично вмикається електропідігрівник. Якщо температура підвищиться, електропідігрівник автоматично вимкнеться.

6. Діагностика станції проводиться за технічним описом станції та інструкцією з експлуатації ИЖКМ656327 002ГО для пристрою керування «Кліматика-1» типу ТСУ-2КЛУЗ. Для діагностики використовується осцилограф, на вхід якого подається сигнали від контрольних точок спеціально виведених на верхню панель блока керування. Форми кривих в кожній точці для порівняння наведені в інструкції з монтажу та експлуатації "Кліматика 1".

Результати досліджень занести в таблицю.

U, В	n, об/хв	I, А	P, Вт	cos φ

За результатами досліджень розрахувати $\cos \varphi$ двигуна і побудувати графіки $n = f_1(U)$, $I = f_2(U)$, $P = f_3(U)$, $\cos \varphi = f_4(U)$.

Лабораторна робота № 3

ДОСЛІДЖЕННЯ І НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМ КЕРУВАННЯ БАГАТОШВИДКІСНИМИ ЕЛЕКТРОДВИГУНАМИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК

Програма роботи

1. Ознайомитись з двошвидкісним електродвигуном типу 4АМПА80А8/4У2 для приводу осьового баштового вентилятора типу ВОВ-5У3. Ввімкнути цей двигун на різні частоти обертання без спеціального перемикача безпосередньо від автоматичного вимикача на робочому місці.
2. Ознайомитися з електричними апаратами, встановленими на робочому місці. Випробувати їх ізоляцію підвищеною напругою 1000 В.
3. Перевірити цілість котушок електричних апаратів.
4. Ознайомитись з пакетно-кулачковими перемикачами типів ПКУ-3, ПКП-25 і ввімкнути за їх допомогою багатошвидкісний електродвигун, попередньо вивчивши схему керування.
5. Ознайомитись зі схемою контакторного керування двошвидкісним електродвигуном вентиляційною установкою «Приток-1». Перевірити відповідність характеристик апаратів керування та захисту схемі і даним електродвигуна. Перевірити напругу втягування контакторів (повинна становити не більше 0,85 номінальної напруги).
6. Скласти і випробувати схему автоматичного керування двошвидкісним електродвигуном вентиляційної установки «Приток-1» в режимах ручного та автоматичного керування.
7. Вивчити схему автоматичного керування тришвидкісним електродвигуном припливного вентилятора систем «Клімат-2», «Клімат-3». Перевірити відповідність уставок теплових реле номінальним струмам електродвигуна при різних частотах обертання.
8. Скласти та випробувати схему автоматичного керування тришвидкісним електродвигуном вентиляційних установок «Клімат-2» і «Клімат-3».
9. Скласти та випробувати схему дистанційного керування двошвидкісним електродвигуном баштового вентилятора типу ВОВ-5.

Загальні методичні вказівки

Особливості багатошвидкісних електродвигунів можна продемонструвати на прикладі тришвидкісного двигуна типу 4АМ16058/6/4У2, паспортні дані якого наведені в табл. 3.1.

Цей двигун має дві незалежні обмотки: одну на 6 полюсів (з'єднання «зіркою»), другу – з перемиканням числа полюсів (8 полюсів створюється при з'єднанні обмоток на «трикутник», 4 – при з'єднанні цієї ж обмотки на подвійну «зірку»). Двигун має дев'ять виводів, позначених так: обмотка, яка має шість полюсів – 6С1, 6С2, 6С3; обмотка, яка має 8 полюсів – 8С1, 8С2, 8С3, чотири полюси – 4С1, 4С2, 4С3.

Для одержання частот обертання $n_{C1} = 750$ об/хв та $n_{C2} = 1000$ об/хв під'єднати двигун до мережі через виводи відповідно 8С та 6С. Для одержання частоти обертання $n_{C2} = 1500$ об/хв приєднати до мережі виводи 4С, а всі виводи 8С з'єднати разом (одержуємо з'єднання подвійна «зірка»).

3.1. Технічні дані багатшвидкісних електродвигунів, які використовуються в сільськогосподарських вентиляційних установках

Тип	P_n , кВт	n_n , об/хв	I_n , А при 380 В	ККД, %	$\cos \phi$	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{M_{макс}}{M_n}$	$\frac{I_{пуск}}{I_n}$	З'єднання обмоток
4АМПА80А8/4У2	0,18	700	1,05	45,1	0,58	1,0	1,7	3,0	У
	0,55	1400	1,7	68,5	0,72	2,5	2,8	5,5	УУ
4АМ132S8/4СУ1	3,2	720	8,9	77	0,71	1,5	1,8	6,0	Δ
	5,3	1440	11,2	80	0,90	1,2	1,8	6,5	УУ
4АМ160S8/6/4У2	4,0	735	13,8	73,5	0,63	1,2	2,0	5,5	Δ
	4,5	980	11,9	76,5	0,75	1,2	2,0	6,0	У
	7,5	1450	15,6	81	0,90	1,0	2,0	6,0	УУ

Як видно з табл. 3.1, номінальні потужності та номінальні струми двигуна при різних частотах обертання різні. Тому в схемах керування багатшвидкісними двигунами для кожної швидкості встановлюються свої теплові реле. Особливістю багатшвидкісних двигунів є також те, що вони випускаються лише на одну напругу.

Існують такі способи керування багатшвидкісними електродвигунами: неавтоматичне керування за допомогою спеціальних перемикачів; автоматичне або напівавтоматичне керування за допомогою контакторів і реле з подачею імпульсів від кнопок, перемикачів або пристроїв автоматичного керування.

Призначення двигунів у лабораторній установці таке: 4АМПА80А8/4У2 – для приводу вентилятора ВОБ-5У3; 4АМ13258/4СУ1 – для тепловентилятора системи «Приток-1»; 4АМ16058/6/4У2 – для припливного вентилятора систем «Клімат-2» та «Клімат-3».

Вказівки щодо виконання роботи. У процесі виконання роботи необхідно вивчити принципи та способи зміни частоти обертання трифазного асинхронного електродвигуна шляхом перемикання числа полюсів обмоток, вивчити схеми керування цими двигунами і методику налагодження цих схем.

Ручне керування багатошвидкісними електродвигунами за допомогою спеціальних перемикачів. Оскільки для перемикання обмоток багатошвидкісних двигунів необхідно виконувати складні дії, для керування ними застосовують спеціальні перемикачі з ручним керуванням, які виконують функції пуску, перемикання числа полюсів та зупинку двигуна.

З цією метою використовують універсальні перемикачі типу УП-5400, пакетно-кулачкові перемикачі ПКП, ПКУ-3, ПВП-11 та інші.

Частіше для ручного керування багатошвидкісними двигунами застосовують пакетно-кулачкові перемикачі на номінальний струм 10 або 25 А. Цей струм повинен відповідати номінальному струму електродвигуна.

Схема пакетно-кулачкового перемикача для керування двошвидкісним електродвигуном наведена на рис. 20.1. Цей перемикач призначений для керування двошвидкісним електродвигуном при з'єднанні обмоток на «трикутник» або «зірку» на нижчій швидкості та на подвійну зірку на вищій швидкості. Перемикач має 4 пакети і 8 пар контактів. Позначення виводів для приєднання до електричної мережі – Л1, Л2, Л3.

Виводи для приєднання до керованого електродвигуна позначені так, щоб можна було використати цей перемикач при різних сполученнях числа пар полюсів обмоток – 4/2, 8/4 тощо. Через це затискачі, до яких приєднуються вершини трикутника, позначені 1, 2, 3, а середні точки обмоток (для одержання з'єднання «подвійна зірка») – 4, 5, 6. Контакти перемикача замикаються відповідно до діаграми (рис. 20.1) і здійснюють перемикання обмоток із «зірки» або з «трикутника» на «подвійну зірку». Для з'єднання подвійною зіркою контактами 3 – 4, 11 – 12, 15 – 16 подається живлення на точки 4, 5, 6, а контактами 5 – 6, 7 – 8 точки 1, 2, 3 з'єднуються разом.

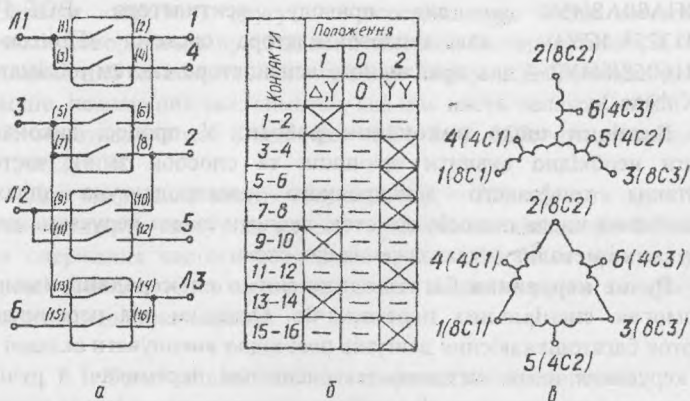


Рис. 3.1. Схеми ручного керування двошвидкісним електродвигуном:

- а – схема з'єднань пакетно-кулачкового перемикача типу ПКУЗ-12-С4019УЗ; б – таблиця замикань контактів цього перемикача;
- в – позначення виводів двошвидкісних електродвигунів

Ручне керування багатошвидкісними двигунами вентиляційних установок застосовується у випадках, коли необхідна робота вентиляторів на різних частотах обертання протягом великого проміжку часу (наприклад, взимку на низькій швидкості, влітку на високій).

Автоматичне та напівавтоматичне керування вентиляційними установками. З цією метою використовують низьковольтні комплектні пристрої (НКП), які входять до комплекту технологічного обладнання. Для вентиляційних установок «Приток-1», «Електро-терм» використовуються ящики керування типу ЯОА9203, Я5701 відповідно. Станції керування типу ШАП5711, ШАП5712 для керування комплектами і обладнання «Клімат-2», «Клімат-3» включають в себе електрообладнання, необхідне для керування тришвидкісним електродвигуном припливної вентиляційної установки і витяжними вентиляторами типу ВО-Ф-5,6А, ВО-Ф-7,1А. Двигуни витяжних вентиляторів керуються за схемою, аналогічною системі «Клімат-4» з автотрансформатором.

У схемах керування багатошвидкісними електродвигунами для захисту ланок від коротких замикань використовують автоматичні вимикачі, для захисту від перевантажень – теплові реле.

Як силові комутаційні апарати в НКП застосовуються електромагнітні пускачі серій ПМЛ, ПМА. Для запобігання одночасному вмиканню апаратів, призначених для різних частот обертання, в схемах передбачена взаємна електрична блокування пускачів їх допоміжними контактами.

Для керування двигунами із з'єднанням обмоток зіркою або трикутником використовують нормальні триполюсні контактори або електромагнітні пускачі. Щоб увімкнути двигун на вищу частоту обертання (з'єднання обмоток на подвійну зірку) потрібно мінімум п'ятиполюсний контактор – три контакти для під'єднання обмотки статора до мережі і два – для замикання відповідних виводів у загальних точках. Пятиполюсні контактори випускаються тільки в серіях КТ6000, КТ7000 на номінальні струми більше 100 А. Оскільки електромагнітні пускачі випускаються тільки з трьома парами силових контактів, для виконання з'єднання «подвійна зірка» треба використовувати два триполюсні контактори, котушки яких вмикаються паралельно. Пускачі серії ПМЛ передбачають використання контактної приставки ПКЛ, яка дозволяє одержати ще 2 – 4 пари контактів, що приводяться в дію від тієї ж котушки. Це значно поліпшує надійність схеми, оскільки замість двох пускачів використовується один.

У схемах автоматичного керування передбачені два режими керування – ручний та автоматичний. Ручний здійснюється кнопковими вимикачами або ручними перемикачами з фіксованими положеннями. При автоматичному режимі керування регулювання температури і вологості повітря здійснюється відповідними регуляторами, за командою яких двигун вентиляційної установки змінює частоту обертання, зменшуючи чи збільшуючи при цьому повітрообмін у приміщенні.

Електрична принципіальна схема вентиляційної установки «Приток-1» зображена на рис. 3.2. Силова частина схеми керування двошвидкісним електродвигуном (синхронні швидкості 1500/750 об/хв) включає в себе автоматичний вимикач *QF* для захисту схеми від коротких замикань, електромагнітний пускач *КМ1* з тепловим реле *КК1* для вмикання двигуна на нижчій швидкості ($2p = 8$), пускач *КМ2.1* з тепловим реле *КК2* для під'єднання двигуна до мережі на вищій швидкості ($2p = 4$) і пускач *КМ2.2* без теплового реле для замикання накоротко виводів *8С1*, *8С2*, *8С3* і одержання загальної точки «подвійної зірки». На лабораторному столі замість *КМ2.1* і *КМ2.2* змонтований один пускач серії ПМЛ з контактною приставкою, тому котушки і контактів *КМ2.2* немає.

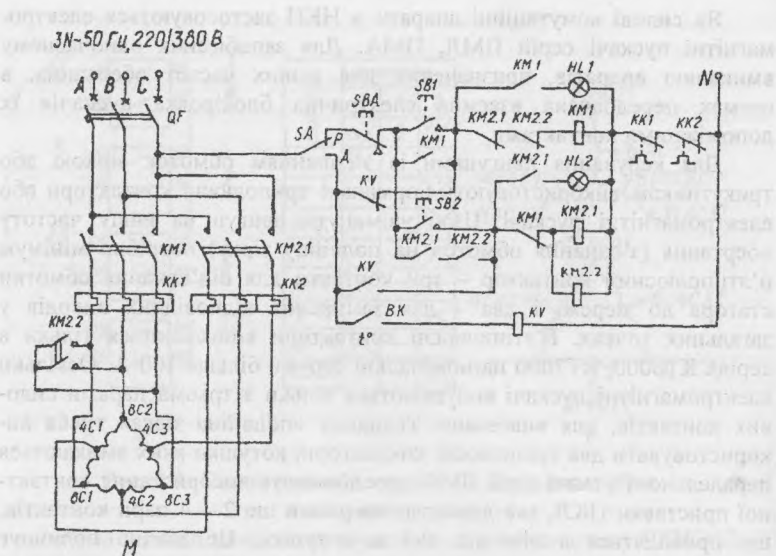


Рис.3.2. Схема автоматичного керування двохшвидкісним електродвигуном вентиляційної установки «Приток-1»

У схемі керування використовують перемикач режимів роботи SA на два положення (ручний та автоматичний режими роботи). Кнопкові вимикачі SBA («Стоп»), SB1(I швидкість), SB2 (II швидкість) призначені для керування електродвигуном у ручному режимі. Стан схеми контролюється сигнальними лампами HL1 та HL2, які керуються допоміжними контактами пускачів KM1 і KM2.1. При ручному керуванні у схемі здійснюється нульова блокування, тобто вимкання установки при зникненні напруги в мережі і невмикання її при відновленні напруги. Для автоматичного керування вентиляцією необхідно перемикач режимів роботи SA перевести в положення «А». При цьому в схемі використовується автоматичний регулятор температури BK з межами зміни уставок температури від 0 до 50 °С (при підвищенні температури вище заданої контакти замикаються). Замикаючий контакт регулятора BK ввімкнений в коло котушки проміжного реле KV, яке має 1з+1р контакти.

Якщо температура в приміщенні нижча заданої, контакт BK розімкнений, котушка реле KV не отримує живлення, розмикаючий контакт реле замкнений і через нього отримує живлення котушка

пускача *КМ1*, під'єднуючи двигун на нижчу частоту обертання. При підвищенні температури в приміщенні вище заданої замикається контакт регулятора *ВК*, спрацьовує реле *КV* і своїм розмикаючим контактом вимикає пускач *КМ1* нижчої швидкості, а замикаючим контактом реле *КV* вмикає пускачі *КМ2.1* та *КМ2.2*, які вмикають електродвигун на вищу частоту обертання.

Схема працюватиме аналогічно, якщо замість терморегулятора *ВК* використовувати регулятор вологості повітря, у якого при підвищенні вологості повітря контакти вихідного реле замикаються.

При автоматичному режимі роботи установки нульова блокіровка відсутня – при зникненні напруги в мережі двигун зупиняється, при повторному поновленні напруги автоматично запускається, що відповідає вимогам до автоматизованих установок.

Принципіальна електрична схема автоматичного керування тришвидкісним електродвигуном припливного вентилятора систем «Клімат-2», «Клімат-3» зображена на рис. 3.3. Тришвидкісний електродвигун типу 4АМ16058/6/4У2 має на статорі дві незалежні обмотки: одну з числом полюсів $2p = 6$ і з'єднанням фаз на «зірку», другу – з перемиканням числа полюсів з $2p = 8$ на $2p = 4$ (з'єднання обмоток «трикутником» і «подвійною зіркою» відповідно). Таким чином, двигун має три синхронні частоти обертання: 750, 1000 і 1500 об/хв.

Силова частина схеми керування містить загальний автоматичний вимикач *QF*, електромагнітні пускачі *КМ1*, *КМ2*, *КМ3.1* з тепловими реле *КК1*, *КК2*, *КК3* для під'єднання статора до мережі при різних частотах обертання і пускач *КМ3.2* без теплового реле для створення загальної точки «подвійної зірки» на вищій частоті обертання.

У колах керування використовується однополюсний автоматичний вимикач *SF* для захисту цих кіл від короткого замикання. Сигналізація положення схеми керування здійснюється сигнальними лампами *HL1*, *HL2*, *HL3*, які показують, на якій частоті обертання працює двигун. Лампи керуються допоміжними контактами пускачів *КМ1*, *КМ2*, *КМ3.2*. Розмикаючими контактами цих пускачів здійснюється взаємна блокіровка самих пускачів, що виключає одночасне ввімкнення пускачів різних частот обертання.

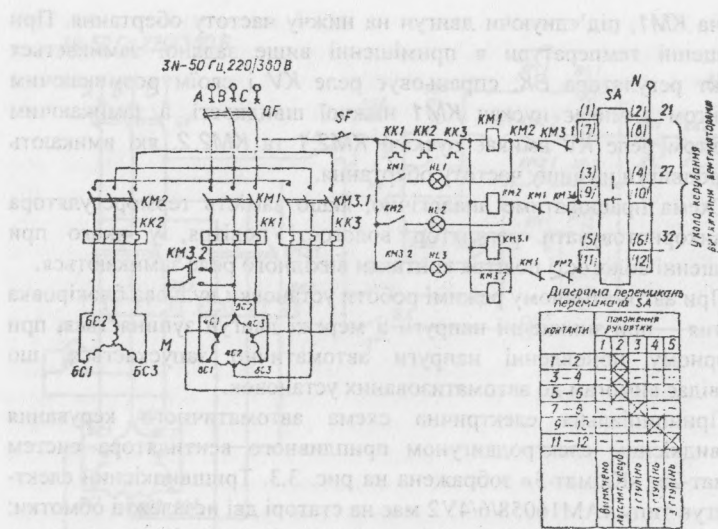


Рис. 3.3. Схема автоматичного керування тришвидкісним електродвигуном вентиляційних установок «Клімат-2», «Клімат-3»

Керування роботою схеми здійснюється пакетно-кулачковим перемикачем SA типу ПКУ-3 з п'ятьма фіксованими положеннями рукоятки керування. Ці положення відповідають таким режимам роботи установки:

1 – «Вимкнено»; 2 – «Автоматичне керування»; 3, 4, 5 – першій, другій і третій ступені частоти обертання двигуна, що задаються вручну.

При ручному керуванні потрібно встановити рукоятку перемикача SA в положення, яке відповідає необхідній частоті обертання двигуна вентилятора припливної установки. В положенні «перший ступінь» замикаються контакти 7-8 перемикача, через які отримує живлення котушка пускача першої частоти обертання. Через контакти 9-10, 11-12 вмикаються пускачі KM2, KM3 відповідно. При використанні для керування електромагнітними пускачами перемикачів з фіксованими положеннями рукоятки нульова блокування відсутня.

Для автоматичного керування припливною установкою перемикач SA встановлюють у положення «2» – «Автоматичне керування». При цьому замикаються контакти 1-2, 3-4, 5-6 у колах котушок пускачів першої, другої та третьої частот обертання. Проводами з маркіровкою 21, 27, 32 (по станції керування ШАП5711) дана схема

керування зв'язується зі схемою керування витяжними вентиляторами комплексу обладнання «Клімат-2» і «Клімат-3».

Витяжні вентилятори типу ВО-Ф-5,6А та ВО-Ф-7,1А керуються за своєю схемою, в якій частоти обертання двигунів вентиляторів задаються терморегулятором, що контролює температуру повітря в приміщенні. Терморегулятор може подавати одну з трьох команд: «нижче норми», «норма», «вище норми». Команда «норма» встановлюється рукояткою задавача температури терморегулятора.

Схема керування витяжними вентиляторами працює так, що при команді терморегулятора «норма», двигуни вентиляторів працюють на другому ступені частоти обертання, «нижче норми» – на першому, «вище норми» – на третьому ступені швидкості. Різні частоти обертання двигунів вентиляторів досягаються подачею на двигуни різних напруг живлення від виводів автотрансформатора АТ-10 (як у системі вентиляції «Клімат-4»).

Завдяки зв'язку систем керування двигунами витяжної та припливної вентиляції проводами з маркіровкою 21, 27, 32 одержують узгоджене керування двома системами вентиляції. Проводами 21, 27, 32 кола котушок пускачів *КМ1*, *КМ2*, *КМ3* через відповідні контакти пускачів системи керування витяжною вентиляцією з'єднуються з нульовим проводом мережі, що зумовлює спрацювання відповідних пускачів *КМ1*, *КМ2*, *КМ3*.

Лабораторна робота № 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ВИКОНАВЧИМИ МЕХАНІЗМАМИ

Програма роботи

1. Ознайомитися з будовою та принципом роботи електромагнітних виконавчих механізмів.
2. Скласти та опробувати схему керування електромагнітним виконавчим механізмом.
3. Ознайомитися з будовою та принципом роботи електродвигунних виконавчих механізмів.
4. Скласти схему керування електродвигунним виконавчим механізмом та опробувати її в дистанційному режимі роботи.
5. Ознайомитися з принципом роботи та налагодити регулятор P25.
6. Опробувати схему керування електродвигунним виконавчим механізмом в автоматичному режимі роботи.
7. Визначити споживані виконавчим механізмом струм та повну потужність.
8. Оформити звіт з виконаної роботи.

Загальні методичні вказівки

Виконавчим механізмом називають пристрій, який за допомогою регулюючого органу впливає на об'єкт керування шляхом зміни потоку енергії або потоку матеріалу, що надходять на об'єкт.

До виконавчих механізмів ставляться такі вимоги:

- здатність розвивати необхідне зусилля або момент;
- забезпечувати переміщення регулюючого органу на необхідну величину;
- забезпечувати необхідну швидкість та прискорення переміщення регулюючого органу;
- мати високі техніко – економічні показники.

Виконавчі механізми класифікують:

- за видом енергії, яка використовується для живлення двигуна: електричні, пневматичні, гідравлічні;
- за видом руху вихідного органу – поворотні та прямоходові;
- за типом двигуна: електродвигунні, електромагнітні, поршневі, мембранні;

- за швидкістю руху вихідного органу – з постійною швидкістю і пропорційною вихідному сигналу.

Основними характеристиками виконавчих органів є:

- крутний момент (Н·м) для поворотних виконавчих механізмів та зусилля на штоці (Н) для прямоходових;
- кут повороту вала для однооборотних або число обертів вала для багатооборотних;
- час повного ходу вихідного органу від одного крайнього положення до іншого.

Електричні виконавчі механізми діляться на дві групи: електромагнітні та електродвигунні.

Електромагнітні виконавчі механізми забезпечують перетворення електричного сигналу в двопозиційне переміщення робочого органу.

Для керування потоком рідини чи газу застосовують соленоїдні вентиля, а в електричних колах керування електромагнітні пускачі і контактори.

В соленоїдних вентилях при подачі напруги на котушку якір, який знаходиться всередині неї, переміщується під дією електромагнітної сили і переміщує зв'язаний з ним регулюючий орган.

Електромагнітні виконавчі механізми виконують для тривалого режиму роботи (тривале протікання струму через соленоїд) та короткочасного (тяговий електромагніт із защіпкою).

Виконавчі механізми з приводом від електродвигуна (електродвигунні) складаються з електродвигуна, редуктора, штурвала ручного керування та контрольних елементів, до яких відносяться:

- а) механізм зворотного зв'язку, який визначає характеристику регулятора (зворотний зв'язок за положенням) або забезпечує передачу сигналу на дистанційний показник положення (виконується у вигляді реостатних або індукційних датчиків положення або датчиків зворотного зв'язку за швидкістю – тахогенераторів);
- б) кінцеві вимикачі, які зупиняють виконавчий механізм у крайніх положеннях;
- в) вимірник обертового моменту на валу виконавчого механізму (муфта крутного моменту) для отримання запірної або захисної дії;
- г) гальмівний пристрій при застосуванні швидкохідних двигунів для боротьби з інерцією в момент зупинки (електромагнітне гальмо або електричне гальмування двигуна).

Конструктивно електродвигунні виконавчі механізми виконуються з обертовим рухом вихідного вала і рідше – з поступальним переміщенням вихідного штока.

Виконавчі механізми з обертовим рухом бувають однооборотними з кутом повороту вихідного вала $120\dots270^\circ$ та багатооборотними.

В електродвигунних виконавчих механізмах крутний момент від асинхронного двигуна через редуктор передається на регулюючий орган, переміщення якого обмежується кінцевими вимикачами.

В однооборотних виконавчих механізмах з крутним моментом до 250 Н·м застосовують однофазні конденсаторні двигуни типу ДСР та ДАУ, в інших виконавчих механізмах – трифазні асинхронні двигуни.

Асинхронний однофазний конденсаторний двигун характеризується малою інерційністю, високою надійністю та здатністю тривало працювати на упор. Режим роботи – повторнокороткочасний, реверсивний, $T_B = 25\%$, допустима частота вмикань за годину – 300. Гальмівний пристрій має електромагнітний привід у вигляді соленоїда, який вмикається паралельно обмотці керування конденсаторного двигуна або одній із обмоток трифазного асинхронного двигуна.

За способом захисту виконавчого механізму від поломки та за здатністю забезпечення необхідної щільності закривання запірних органів приводи виконавчих механізмів поділяються на приводи з електричним реле максимального струму та з електромагнітною муфтою крутного моменту. Коли реле струму або муфта використовуються для примусового ущільнення запірних органів, зупинка двигуна здійснюється не кінцевими вимикачами, а контактами муфти крутного моменту або реле струму. При цьому захист від перевантажень здійснює тепловий розчіплювач автоматичного вимикача.

Системи керування електродвигунними виконавчими механізмами повинні відповідати таким вимогам:

а) мати захист від коротких замикань і перевантажень; котушки електромагнітних пускачів повинні приєднуватися до нульового проводу;

б) виключати одночасність подачі командних імпульсів від пристроїв дистанційного та автоматичного (регуляторів) керування, забезпечувати керування виконавчими механізмами із різних пунктів; здійснювати електричне блокування;

в) забезпечувати зупинку виконавчого механізму в будь – якому проміжному положенні та його рух в обидва боки;

г) зупинка виконавчого механізму повинна забезпечуватися кінцевими вимикачами крайнього положення, а для примусового ущільнення при закритті – контактами муфти або реле струму;

д) забезпечувати дистанційне та автоматичне керування.

В автоматичному режимі керування виконавчими механізмами здійснюється від регуляторів через магнітний або тиристорний реверсивний пускач.

Регулятори Р25, РС29 використовуються для регулювання різноманітних параметрів технологічних процесів. Вони працюють у комплекті з диференційно – трансформаторними датчиками, термоопорами, термopаpами та уніфікованими струмовими перетворювачами на 0 – 5, 0 – 20 мА, а також 0 – 10 В.

Регулятор у комплекті з виконавчим механізмом постійної швидкості реалізує ПІ – закон регулювання, який досягається введенням гнучкого зворотного зв'язку, що охоплює виконавчий механізм та підсилювач регулятора. В коло зворотного зв'язку вмикається реальна диференціююча ланка, яка складається із диференціюючої ланки та аперіодичної першого порядку, що з'єднуються послідовно. Механізм гнучкого зворотного зв'язку називається ізодромом, а регулятор – ізодромним.

Прилад Р25 (рис.4.1) містить вимірювальний блок Р – 012 або Р – 013 і регулюючий блок Р – 011, однаковий для всіх модифікацій приладів.

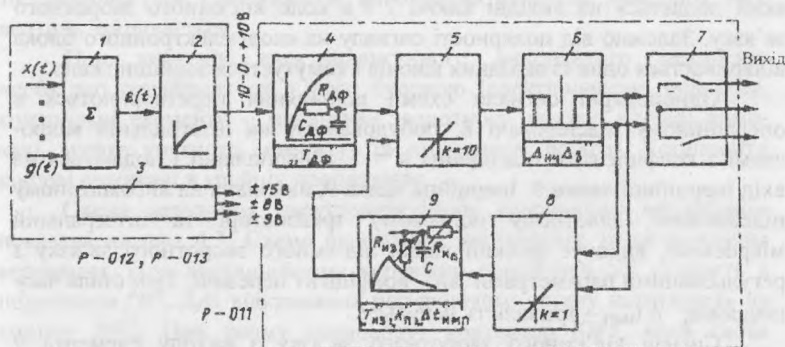


Рис. 4. 1. Функціональна схема приладу Р25

Вимірювальний блок містить суматор 1, нормуючий операційний підсилювач 2, побудований на інтегральній мікросхемі та стабілізоване джерело напруги постійного струму 3.

У суматорі вимірювального блока підсумовуються сигнали від датчиків та сигнал від моста “задатчик – коректор”. Сумарний сигнал випрямляється, фільтрується та надходить на вхід нормуючого операційного підсилювача.

Регулюючий електронний блок Р – 011 призначений для формування закону регулювання та комутації вихідних кіл.

Він містить демпфер 4, підсумовуючий підсилювач 5, схему порівняння 6, вихідні ключі 7, операційний підсилювач зворотного зв'язку 8, інерційну ланку блока від'ємного зворотного зв'язку 9.

Сигнал розбалансу з вимірювального блока надходить на демпфер 4, який являє собою RC – ланку з регульованою сталою часу дешифрування Тдф.

З виходу демпфера сигнал надходить на вхід підсумовуючого підсилювача 5, виконаного на інтегральній мікросхемі, де складається з сигналом зворотного зв'язку, що поступає з виходу ланки 9. Підсилювач 5 має передаточну функцію аперіодичної ланки першого порядку з коефіцієнтом підсилення $K = 10$.

Далі сигнал надходить на один із двох тригерів схеми порівняння 6 залежно від полярності сигналу на виході підсилювача 5. Схема порівняння має регульовану зону нечутливості $\Delta_{нч}$ та зону неоднозначності $\Delta_{в}$. При сигналі розбалансу, який перевищує поріг спрацювання, на виході схеми порівняння стрибком з'явиться сигнал, який подається на вихідні ключі 7 і в коло від'ємного зворотного зв'язку. Залежно від полярності сигналу на вході електронного блока відкривається один із вихідних ключів і комутується зовнішнє коло.

Однополярні сигнали схеми порівняння перетворюються в операційному підсилювачі 8, побудованому на інтегральній мікросхемі з коефіцієнтом підсилення $k = 1$, в двополярні і подаються на вхід інерційної ланки 9. Інерційна ланка 9, виконана на високоомному підсилювачі, здвоєному польовому транзисторі та інтегральній мікросхемі, виконує функції ланки від'ємного зворотного зв'язку з регульованими параметрами: $k_{п}$ – коефіцієнт передачі; $T_{пз}$ – стала часу ізодрома; $\Delta t_{мп}$ – тривалість імпульсу.

Сигнал від'ємного зворотного зв'язку з виходу елемента 9 поступає на вхід операційного підсилювача 8.

Після виникнення сигналу зворотного зв'язку сигнал з виходу ланки 9 починає плавно зменшуватись, а сигнал на вході схеми порівняння зростати до порогу спрацювання, внаслідок чого відкривається вихідний ключ і подається сигнал зворотного зв'язку в ланку 9. Цикл повторюється.

Чергування імпульсів та пауз буде тривати доти, поки сигнал розбалансу не буде в межах зони нечутливості $\Delta_{нч}$.

Інтегрування імпульсів за допомогою виконавчого механізму дає можливість отримати ПІ – закон регулювання.

Тривалість імпульсів на виході ланки 9 регулюються за допомогою сигналу додатного зворотного зв'язку, який поступає на вхід підсилювача 5.

При вимкненні ланки зворотного зв'язку блок Р – 011 виконує функції трипозиційного релейного елемента.

Вказівки щодо виконання роботи

При виконанні лабораторної роботи необхідно вивчити будову та принцип дії соленоїдного вентиля для керування потоком рідини і записати його паспортні дані.

Схема керування електромагнітним виконавчим механізмом наведена на рис. 4.2. При натисканні на кнопку SB2 “Пуск” спрацьовує контактор KM, який замикає головний контакт в колі котушки виконавчого механізму, а допоміжний контакт шунтує кнопку “Пуск”. Струм проходить через котушку, внаслідок чого під дією електромагнітного зусилля переміщується ярів, який відкриває вентиль. При натисканні на кнопку SB1 “Стоп” котушка контактора знеструмлюється, і він вимикає виконавчий механізм, внаслідок чого вентиль закривається.

При вивченні електродвигунного виконавчого механізму необхідно ознайомитися з його будовою (електродвигун, редуктор, контрольні елементи – механізми зворотного зв'язку, кінцеві вимикачі, муфта крутного моменту) та принципом роботи. Установити кінцеві вимикачі в крайніх положеннях.

Схема керування електродвигунним виконавчим механізмом показана на рис. 4.3. Схема передбачає дистанційне та автоматичне керування. При дистанційному керуванні перемикач SA ставлять в положення “Р”. Для відкриття регулюючого органу натискають на кнопку SB2. При цьому спрацьовує контактор KM1, який своїм головним контактом вмикає одну з обмоток двигуна безпосередньо в мережу, а іншу – через конденсатор. Двигун через редуктор переміщує регулюючий орган, при переході якого до крайнього положення спрацьовує кінцевий вимикач SQ1, який розмикає коло котушки контактора KM1. Двигун вимикається. Для закриття регулюючого органу натискають на кнопку SB3. При цьому

спрацьовує контактор *KM2*, який своїм головним контактом вмикає двигун. Двигун почне обертатися в іншу сторону. При підході регулюючого органу до крайнього положення, спрацьовує кінцевий вимикач *SQ2*, який розмикає коло котушки контактора *KM2*, і двигун зупиняється. Для зупинки двигуна в проміжному положенні в схемі керування застосовується кнопка *SB1* “Стоп”. Для захисту виконавчого механізму від поломки використовується муфта крутного моменту, контакти якої *SQ3* і *SQ4* вмикають двигун, відповідно при повному відкриванні і закриванні. В схемі передбачена електрична блокування, яка здійснюється розмикаючими допоміжними контактами контакторів, увімкненими послідовно в кола “чужих” котушок.

При автоматичному керуванні перемикач *SA* ставлять в положення “А”. При відхиленні контрольованого параметра від заданого значення спрацьовують вихідні реле *KV1* і *KV2* регулятора *A*, контакти яких вмикають відповідно контактори *KM1* і *KM2*. Внаслідок цього відбувається переміщення регулюючого органу за певним законом, який відпрацьовує регулятор.

У лабораторній роботі застосовується регулятор *P25*. При підготовці до його налагодження перемикач ставлять у ручний режим роботи “Р”, і потенціометром *D*, який імітує роботу датчиків, добиваються погасання світлодіодів.

Для перевірки приладу *P25* перемикач на передній панелі приладу ставлять в положення “А” – автоматичне. Ручки “*k₁*”, “*k₂*”, “*k₃*” потенціометрів блока *P-012* ставлять у крайнє ліве положення; ручку “Коректор” потенціометра – в середнє; ручки всіх потенціометрів на регулюючому блоці *P – 011* – в крайнє ліве положення; копку перемикача режиму робіт натискають; кнопку “*T₁₃*” відпускають. Подають напругу на прилад.

Для перевірки роботоздатності вбудованого задатчика поворотом ручки “Завдання” вправо або вліво прилад балансують, при цьому світлодіоди повинні погаснути. Якщо повернути ручку “Завдання” відносно положення балансу на 0,5% вправо запалюється світлодіод “Більше”, при її повороті на 0,5% вліво – “Менше”. При цьому контролюють напругу на затискачах 7, 8 і 8, 9 вольтметром. Вона повинна становити 21 – 27 В постійного струму. Ручку “Завдання” повертають у вихідне положення, при цьому напруга повинна бути не більше 0,5 В. Аналогічно перевіряють роботоздатність потенціометра “Коректор”.

Потім ручку потенціометра “Зона” повертають вправо до упору (5%). Вмикання світлодіодів повинно відбуватися при повороті

задатчика в обидва боки не більше ніж на $\pm 2,5\%$. Ручку “Зона” повертають вліво до упору, а “Задатчик” - в положення балансу.

Для перевірки роботоздатності потенціометрів “Чутливість” (“ k_1 ”, “ k_2 ”, “ k_3 ”) відповідну ручку потенціометра ставлять в деяке положення від крайнього лівого. Плавно виводять потенціометр “Чутливість” до нуля; при цьому напруга між виводами “ U_E ” та “ OT ” на передній панелі блока Р – 011 також повинна зменшитись до нуля. Ручки потенціометрів “Коректор” та “Завдання” залишаються в положенні балансу. За величиною напруги між виводами 11 та 12 контролюють роботоздатність датчика.

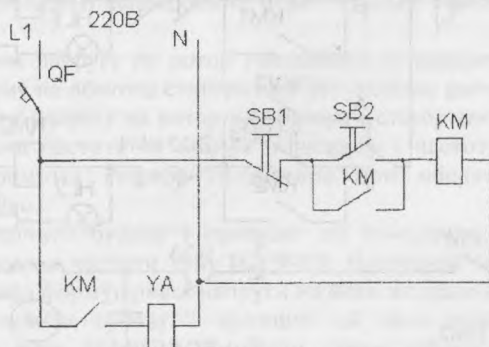


Рис. 4.2. Схема керування електромагнітним виконавчим механізмом

При перевірці функціонування вузлів приладу, які визначають параметри динамічного налагодження, ручки “ k_1 ”, “ k_2 ”, “ k_3 ” потенціометра “Чутливість” необхідно установити в крайнє ліве положення, а ручки “Завдання” та “Коректор” – в положення, яке забезпечує баланс приладу.

Ручку “ k_n ” встановити в положення “5”, ручку “ T_B ” – в положення “5с”. Задатчик повернути на 2%. Встановити ПІ – закон регулювання. При цьому один із світлодіодів запалюється на 5 – 8 с, потім гасне і вмикається імпульсами. Повернути вправо на кілька поділок ручку “Імпульс”, при цьому тривалість імпульсів збільшується.

Повернути вправо на кілька поділок ручку “ T_B ”, при цьому збільшуються паузи між імпульсами. При натисканні кнопки “ T_B ” паузи між імпульсами збільшуються приблизно в 10 раз.

Споживаний виконавчим механізмом струм вимірюють амперметром, а повну споживану потужність визначають за показами амперметра і вольтметра.

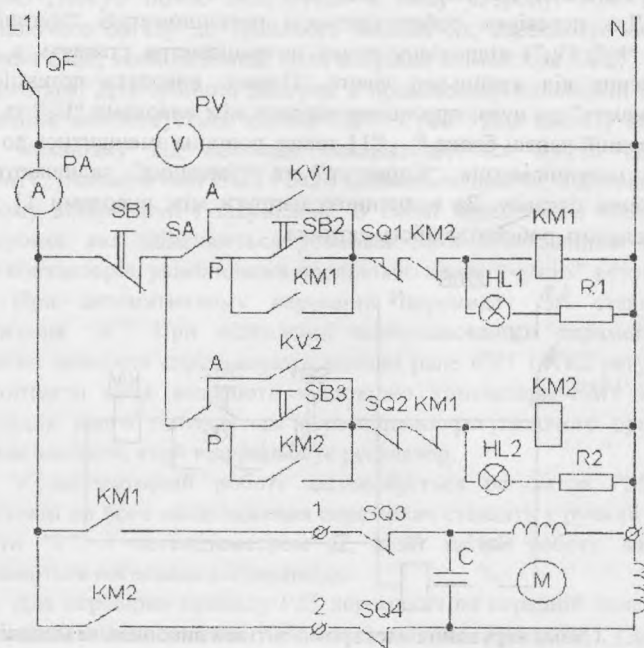


Рис. 4.3. Схема керування електродвигунним виконавчим механізмом

Лабораторна робота № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА РУЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТА ДЖЕРЕЛ ЇХ ЖИВЛЕННЯ

Програма роботи

1. Вивчити будову ручних електричних машин, записати паспортні дані.

2. Вивчити будову і принцип дії джерел живлення ручних електричних машин.

3. Дослідити асинхронний перетворювач частоти типу ІЭ-9401:

– подати напругу на ротор генератора та виміряти напругу і частоту струму на обмотці статора при нерухомому роторі;

– подати напругу на ротор генератора і статор електродвигуна перетворювача частоти та виміряти напругу і частоту струму на вторинній обмотці статора генератора при обертанні ротора вправо та вліво.

4. Вивчити будову і принцип дії синхронно-реактивного перетворювача частоти типу ІЭ-9403. Дослідити за допомогою осцилографа форму кривої напруги на його вторинній обмотці.

5. Вивчити будову і принцип дії захисно-вимикального пристрою типу ІЭ-9801. Виміряти струм витоку, при якому пристрій спрацьовує.

6. Виміряти опір ізоляції електричних кіл ручних електричних машин відносно корпусу і порівняти його з допустимим.

7. Ввімкнути ручні електричні машини в мережу і випробувати їх роботу.

Загальні методичні вказівки

Ручні електричні машини (РЕМ) призначені для виконання слюсарних, монтажних та інших технологічних операцій у різних галузях народного господарства. Головний робочий рух у РЕМ здійснюється електродвигуном, а допоміжні рухи і керування машиною – вручну. Продуктивність праці при цьому зростає в 5 – 15 разів.

У сільському господарстві найпоширеніші машинки для стрижки овець, а також різні ручні машини для виконання слюсарно-монтажних робіт – дрилі, ножиці, шліфувальні машинки, машини для обробки дерева та інші.


Будь-яка РЕМ складається з електродвигуна або електромагніту, передаточного пристрою, самого інструменту та регулювальних пристроїв, які дають напрямок та глибину свердління, різання, заточування тощо. Є також додаткові складові частини – корпус або рама, підшипники, вимикачі, штепсельні рознімання, шнури або кабелі.

Оскільки загальна маса РЕМ визначається в' основному масою вбудованого електродвигуна, то зменшення маси машини можна досягти головним чином за рахунок зменшення маси електродвигуна. Тому для РЕМ застосовують найбільш швидкісні електродвигуни при частоті живлення 50 Гц з синхронною частотою обертання 3000 об/хв. Подальше підвищення частоти обертання досягають підвищенням частоти струму живлення або застосуванням колекторних електродвигунів.

Згідно з ГОСТ 10085-80 електродвигуни для РЕМ випускаються трифазними (індекс А), однофазними (індекси АЕ, АУ, АТ, АУТ) асинхронними та колекторними (індекс К). Частота струму живлення позначається другим індексом: Н – 50 Гц, П – 200, В – 400 Гц.

За робочою напругою та ступенем безпеки згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75 РЕМ поділяються на три класи:

I – машини на напругу 220 та 380 В тільки з робочою ізоляцією та штепсельними роз'єднувачами, що мають заземлюючий контакт;

II – машини на напругу 220 та 380 В з подвійною або підсиленою ізоляцією без пристрою для заземлення. На машинах II класу повинен бути нанесений знак ;

III клас – машини на напругу 12, 24 В постійного струму та 36, 42 В змінного струму із живленням від автономних джерел струму або трансформаторів (перетворювачів) з окремими обмотками і напругою холостого ходу не вище 50 В. Вторинне електричне коло не повинно бути з'єднане з землею.

Номинальні потужності двигунів – згідно з ГОСТ 12139-74. Режим роботи: тривалий (S1), повторно-короткочасний (S3) з тривалістю вмикання 40 та 60 %, переміжний (S6) з тривалостями навантаження 40 та 60 %. Тривалість циклу – 2 хв.

Особливі вимоги ставлять до РЕМ з точки зору техніки безпеки. Для машин I та II класу різниця потенціалів між землею та будь-яким проводом електричної мережі, до якої під'єднана РЕМ, не повинна перевищувати 250 В, а різниця потенціалів між землею і будь-якою фазою мережі живлення машини класу III – 24В.

Машини I класу при використанні для роботи за межами закритих приміщень повинні під'єднуватись до мережі живлення через

трансформатор або перетворювач з окремими обмотками або через захисно-вимикаючий пристрій. Доступні для дотику металічні деталі машин I класу повинні бути з'єднані із заземлюючим затискачем.

Конструкція штепсельного з'єднання машин III класу не повинна допускати стикування з штепсельним з'єднанням класів I та II. Конструкція штепсельного з'єднання на 200 та 400 Гц не повинна допускати стикування з штепсельним з'єднанням на 50 Гц.

Опір ізоляції обмоток нових машин (після випуску з заводу) відносно корпусу і між обмотками не повинен бути меншим 100 МОм у холодному стані і 2 МОм при робочій температурі двигуна.

РЕМ мають найменування згідно з класифікацією, яка дозволяє визначити належність до певної групи машин, вид приводу, рід виконання, номер розробки виробу.

Індекс позначення складається із таких частин:

букв, що позначають вид приводу: ІЗ – електричний привод; номерів груп та підгрупи за таблицею класифікації. При цьому перша за буквами цифра є номером групи інструменту (1 – свердлильні машини; 2 – шліфувальні, полірувальні і зачисні машини; 3 – машини для закручування гвинтів і нарізання різьби; 9 – допоміжне обладнання і пристрої (наприклад, перетворювач частоти) і т. д. – всього 10 груп).

Друга цифра позначає номер підгрупи, до якої відноситься даний вид інструменту за характером виконання: 0 – прямі машини; 1 – кутові; 2 – багатшвидкісні; 3 – реверсивні тощо – всього 9 підгруп.

Третя і четверта цифри – порядковий реєстраційний номер машини даного типу. Чим вищий номер, тим пізніше розроблена модель.

На п'ятому місці – додатковий індекс, наприклад, Э – з електронним регулюванням частоти обертання.

Джерела живлення для РЕМ.

1. Знижувальні трансформатори призначені для перетворення трифазної напруги змінного струму (50 Гц) 660, 380, 220 В у трифазну напругу 12, 36, 42, 127 або 220 В. Широко застосовуються для живлення РЕМ трансформатори типів ТС-1,5; ТС-2,5; ТСЗ-1,5/1; ТСЗ-2,5/1 потужністю 1,5 та 2,5 кВА і ТСЗИ потужністю 0,63; 1,0; 1,6; 2,5; 4,0 кВА при різних сполученнях напруг первинних та вторинних обмоток.

2. Перетворювач частоти типу ІЗ-9401 призначений для перетворення змінного трифазного струму частотою 50 Гц при напрузі 220 або 380 В у змінний трифазний струм підвищеної частоти 200 Гц при напрузі 36 В.

Перетворювач частоти типу ІЭ-9401 (рис. 5.1) складається з двополосного асинхронного двигуна М з короткозамкненим ротором і шестиполосного асинхронного генератора Г з фазним ротором. Ротори двигуна і генератора знаходяться на одному валу і обертаються з однаковою швидкістю. На валу закріплені три ізолюваних одне від одного кільця, до яких приєднані виводи обмоток ротора генератора. На кільця генератора через щітки і на обмотки статора електродвигуна подається напруга мережі 220 або 380 В. Напруга 36 В частотою біля 200 Гц знімається з обмотки статора генератора.

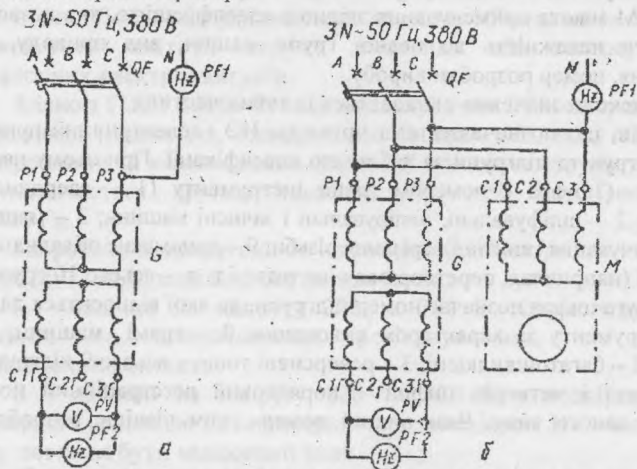


Рис. 5.1. Схема вмикання при дослідженні перетворювача частоти ІЭ-9401 з нерухомим (а) та рухомих (б) ротором

Принцип роботи перетворювача такий. У шестиполосному роторі магнітне поле обертається з частотою 1000 об/хв навколо ротора. У свою чергу ротор генератора обертається у напрямку обертання магнітного поля з частотою близько 3000 об/хв. Тому магнітні силові лінії перетинають витки нерухомої обмотки статора генератора з частотою обертання 4000 об/хв. У цьому випадку в шестиполосних обмотках статора виникає напруга змінного струму з частотою близько 200 Гц.

3. Синхронно-реактивний перетворювач ІЭ-9403 призначений для перетворення трифазного змінного струму частотою 50 Гц і напругою 220/380 В у змінний трифазний струм частотою 200 Гц і напругою 36В.

Принцип дії перетворювача базується на відокремленні та використанні четвертої гармоніки магнітного поля (рис. 5.2).

Перетворювач складається з статора, вертикально розміщеного ротора та підшипникових шитів. У пазах статора розміщені дві трифазні обмотки: одна двополюсна (первинна) під'єднується до мережі і призначена для створення обертового магнітного поля в машині, друга восьмиполюсна (вторинна) – для одержання струму високої частоти.

Ротор перетворювача є явнополюсним без обмотки збудження. Для формування четвертої гармоніки магнітопровід ротора розділено на 4 частини, дві з яких виконано з феромагнітного матеріалу (рис. 5.2, б). Шляхом підбору відповідних обрисів полюсних виступів ротора і довжини повітряного зазору в магнітному полі виділяється потрібна вища гармоніка.

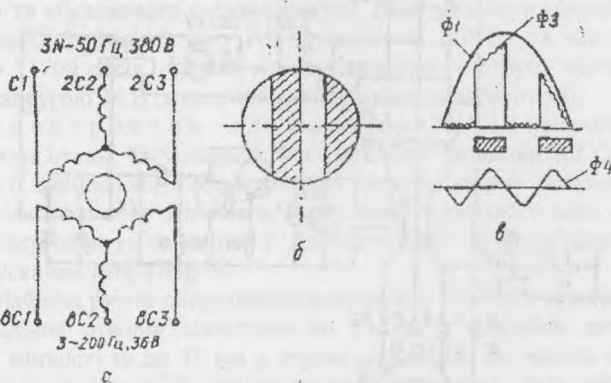


Рис. 5.2. Перетворювач частоти ИЭ-9403:

а – схема; б – поперечний розріз ротора (магнітні частини заштриховані);

в – форма кривих магнітного потоку первинної обмотки (Φ_1), у повітряному зазорі (Φ_3) та вторинної обмотки (Φ_4)

Для виділення четвертої гармоніки поля обриси поверхні магнітних частин ротора можуть бути частинами кола, ексцентричного у відношенні до кола розточування статора. Так, у машині ИЭ-9403 ексцентриситет кола для обрису магнітної частини ротора становить 2,14 мм.

Для розгону ротора під час пуску в його магнітну частину закладена пускова обмотка у вигляді білячої клітки, виготовлена з алюмінієвих стержнів із короткозамкненими алюмінієвими кільцями.

При досягненні ротором підсинхронної частоти обертання він завдяки реактивному моменту втягується в синхронізм. У робочому режимі ротор обертається синхронно з обертальним магнітним полем, тому підвищена частота змінного струму залишається незмінною.

Захисно-вимикаючий пристрій ІЕ-9801 призначений для захисту від ураження струмом людей, які працюють в установках трифазного струму напругою 220/380 В із заземленою нейтраллю. Пристрій складається з блока захисту та силового блока (рис. 5.3).

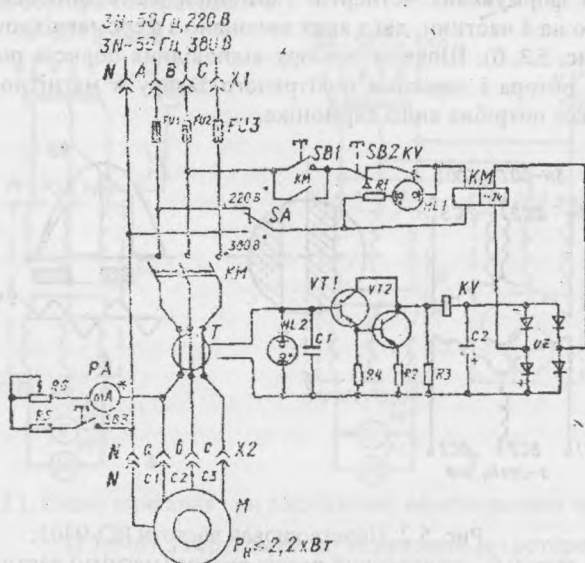


Рис.5.3. Принципіальна електрична схема захисно-вимикаючого пристрою ІЕ-9801:

R_6, PA — додаткові елементи для визначення струму витікання, при якому спрацьовує пристрій

Блок живлення складається з трансформатора, виконаного у вигляді вторинної обмотки на котушці магнітного пускача, двонапів-періодного випрямляча UZ та фільтра-конденсатора $C2$.

Блок захисту має датчик-трансформатор нульової послідовності T , підсилювач, складений на транзисторах $VT1$ і $VT2$ та реле захисту KV .

Силовий блок складається з електромагнітного пускача KM , запобіжників $FU1, FU2, FU3$, двох гнучких кабелів і штепсельних з'єднань $X1$ та $X2$.

При натисканні на кнопку SB2 («Пуск») спрацьовує електромагнітний пускач KM і подає живлення на електродвигун M. При пробі фаз на корпус установки або на землю у вторинній обмотці трансформатора нульової послідовності T наводиться е.р.с. (електропрушійна сила). Сигнал, одержаний від датчика, підсилюється підсилювачем VT1 – VT2 і подається на реле захисту KV, яке спрацьовує і своїм контактом розмикає коло котушки пускача KM, споживач відключається від мережі.

Кнопка SB3 («Контроль») призначена для перевірки справності пристрою шляхом імітації замикання на землю. Для вимикання пристрою слугить кнопка SB1 («Стоп»).

Характеристики деяких РЕМ. 1. М а ш и н к а стригальна МС-200 призначена для стрижки овець. Складається із самої машинки, редуктора та вбудованого електродвигуна. Електродвигун машинки – асинхронний, трифазний типу АП потужністю 120 Вт та частотою обертання 11700 об/хв, працює від мережі змінного струму частотою 200 Гц і напругою 36 В (живлення від перетворювача частоти).

2. Е л е к т р о с т р и г а л ь н и й а п а р а т ЭСА-1Д призначений для стрижки овець. Складається зі стригальної машинки МСО-77Б, приводного спеціального асинхронного електродвигуна потужністю 120 Вт, частотою обертання вала 2760 об/хв та гнучкого вала, який з'єднує електродвигун та машинку. До мережі 220/380 В під'єднується ручним пускачем типу ПНВ-30.

3. Машина ручна свердлильна електрична ІЭ-1015 призначена для свердління отворів діаметром до 23 мм у сталених деталях середньої міцності та до 32 мм у дереві свердлами, що мають конус Морзе 12. Складається із електродвигуна, редуктора, двох ручок і нагрудника. Електродвигун – трифазний асинхронний типу АН, потужністю 600 Вт, з номінальною частотою обертання 2760 об/хв, працює від мережі трифазного струму частотою 50 Гц і напругою 220 В. Режим роботи – тривалий (S1).

4. Дриль ІЭ-1009 призначений для свердління отворів у металі при монтажних-складальних роботах безпосередньо на об'єкті. Складається з електродвигуна, двоступінчастого редуктора, шпинделя і рукоятки з вимикачем. На шпиндель насаджений патрон під свердло діаметром до 9 мм. Частота обертання шпинделя 1400 об/хв. Електродвигун – асинхронний трифазний типу АП, потужністю 120 Вт з номінальною частотою обертання 10800 об/хв, працює від трифазної мережі частотою 200 Гц і напругою 36 В.

5. Ножиці ручні ІЭ-5401 призначені для прямолінійного і фасонного різання листової сталі товщиною до 2,5 мм з тимчасовим

опором розриву до 45 кгс/мм². Складаються з електродвигуна, редуктора з кривошипно-шатунним механізмом, ручки з вимикачем. Електродвигун універсальний колекторний типу КН, потужністю 250 Вт з номінальною частотою обертання 12000 об/хв, працює від мережі змінного струму частотою 50 Гц, напругою 220 В. Режим роботи – повторно-короткочасний (S3) з тривалістю вмикання 40 %.

Подвійна ізоляція електродвигуна забезпечує максимальну безпеку працюючого при роботі від мережі 220 В без застосування додаткових захисних засобів та заземлюючих пристроїв. Оскільки колекторний двигун при роботі створює значні радіоперешкоди, то для їх усунення в машину вмонтовують фільтри з конденсаторів.

Схеми внутрішніх з'єднань ручних машин з асинхронними двигунами дуже прості. Керують цими двигунами за допомогою вбудованих у машину ручних вимикачів.

Після ознайомлення з РЕМ, які є в лабораторії, та джерелами їх живлення необхідно запустити в роботу кожну машину. Під'єднувати машини до мережі потрібно із дотриманням правил безпеки. Особливу увагу слід звертати на онір ізоляції та відповідність напруги джерела живлення напрузі машини, яка вмикається.

Правила безпеки при експлуатації ручних електричних машин в умовах виробництва встановлені ГОСТ 12.2.013-75 «Машины ручные электрические. Общие требования безопасности».

До роботи з ручними машинами допускаються особи, які пройшли виробниче навчання і мають кваліфікаційну групу з техніки безпеки. Дозволяється експлуатація тільки тих машин, які задовольняють вимогам ГОСТ 12.2.013-75.

При кожній видачі машини в роботу слід виконувати перевірку комплектності, надійності закріплення деталей, зовнішній огляд ізоляційних деталей корпусу і кабелю, перевірку роботи вимикача та машини на холостому ходу. У машин класу I повинна бути перевірена також справність кола заземлення.

При роботі з машиною класу I слід застосовувати індивідуальні захисні засоби (діелектричні рукавиці, калоші, килимки) за винятком таких випадків: машина, притому тільки одна, живиться від розподільного трансформатора, від автономної установки двигун-генератор або від перетворювача частоти з окремими обмотками, через захисно-вимикаючий пристрій.

Машинами класів II і III дозволяється виконання робіт без застосування індивідуальних захисних засобів.

У побутових умовах дозволяється експлуатувати тільки машин класів II і III відповідно до призначень, вказаних у паспорті машини.

Лабораторна робота № 6

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА НАЛАГОДЖЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ

Програма роботи

1. Вивчити будову і електричну схему ящика керування типу ЯАА5910-3274ТУЗ для гноззбиральних транспортерів типів ТСН-3,0Б, ТСН-160. Уянити особливості схеми керування, ввімкнути пристрій.

2. Вивчити будову та електричну схему ящика керування типу ЯАА5910-3274АУЗ для гноззбиральних транспортерів типу ТСН. Ознайомитись із паспортними даними двигунів приводу транспортерів.

3. Вивчити будову і принципи дії вбудованого температурного захисту електродвигунів. Потім:

а) ввімкнути окремий пристрій УВТЗ-1М у мережу на напругу 220 В, до затискачів 5 – 6 пристрою під'єднати магазин опорів з межами 0 – 9999 Ом. Змінюючи опір магазину, визначити опір спрацювання та відпускання УВТЗ-1М. Таким же чином перевірити робоздатність УВТЗ-1М, вбудованого в ящик ЯАА5910;

б) виміряти опір датчиків температури (позисторів), вбудованих в електродвигуни 4АМ...БСУ1, за допомогою кілометра (опір трьох послідовно з'єднаних датчиків повинен бути в межах 120 – 450 Ом при температурі $20 \pm 5^\circ\text{C}$);

в) виміряти опір ізоляції датчиків температури відносно до обмоток і корпусу двигуна. Виміри провести мегаомметром на напругу до 500 В ($R_{із} \geq 20 \text{ Мом}$);

4. Під'єднати двигуни 4АМ...БСУ1 до ящика керування ЯАА5910-3274УЗ та випробувати роботу приводу. Імітуючи обрив та коротке замикання в колі датчиків температури, перевірити роботу пристрою УВТЗ-1М.

5. Вивчити будову (на макеті) та електричну схему керування скреперною установкою для прибирання гною типу УС-12. Уянити взаємодію механічної та електричної частин скреперної установки.

6. Вивчити будову та електричну схему безконтактного вимикача, подати 24 В постійного струму на вимикач та перевірити його роботу шляхом введення в щілину вимикача алюмінієвої пластинки.

7. Скласти схему керування скреперною установкою, провести її налагодження і випробувати в роботі.

8. За результатами роботи оформити звіт.

Загальні методичні вказівки

1. Схеми керування електроприводами установок для прибирання гною ТСН-3,ОБ та ТСН-160. Особливістю схем керування дводвигунним приводом установок для прибирання гною ТСН-3,ОБ і ТСН-160 є блокування, при якій першим повинен вмикатись привод похилого конвеєра, потім горизонтального. При аварійному вимкненні похилого конвеєра автоматично вимикається привод горизонтального конвеєра.

Зараз випускаються модернізовані ящики керування установками для прибирання гною типів ТСН: ЯАА5914-3274АУЗ, Я5920-3174ВУ5 та ЯАА5910-3274АУЗ, Я5920-3274У5. Перше виконання ящика керування передбачає захист електродвигунів установки тепловими реле (рис. 6.1), друге – керування установками типу ТСН, укомплектованими електродвигунами із вбудованими датчиками температури (типу 4АМ...БСУ1), причому для захисту двох двигунів від перегрівання використовується один блок УВТЗ-1М або УВТЗ-1 (рис. 6.2). Випускається і третє виконання із захистом двигунів за допомогою фазочутливого пристрою ФУЗ.

Виконання оболонки виробів хімічно стійке, ступінь захисту ІР54. Передбачена можливість зовнішньої обробки дезинфікуючими розчинами шляхом обмивання без відкривання оболонки.

У схемі керування установками прибирання гною типу ТСН із захистом двигунів тепловими реле (рис. 6.1) використовуються автоматичний вимикач *QF*, електромагнітні пускачі *KM1*, *KM2*, теплові реле *KK1*, *KK2*, кнопкові вимикачі *SB1*, *SB2*. Для сигналізації стану схеми використана світлосигнальна арматура *HL*.

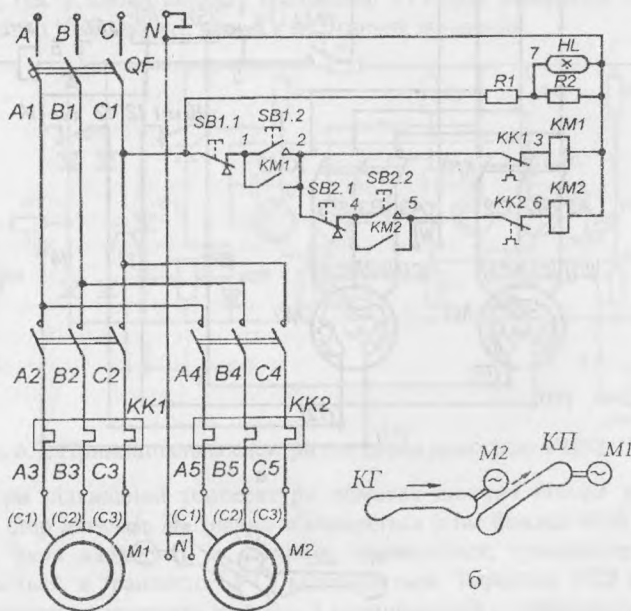
Натисканням на кнопку *SB1.2* запускається двигун похилого конвеєра, а на кнопку *SB2.2* – горизонтального. Для зупинки двигунів призначені кнопки *SB1.1* та *SB2.1*.

Із схеми видно, що ввімкнути горизонтальний конвеєр при непрацюючому похилому неможливо. При спрацюванні теплового реле *KK1* двигуна похилого конвеєра вимикається також і горизонтальний конвеєр, при спрацюванні теплового реле *KK2* двигуна горизонтального конвеєра вимикається тільки цей конвеєр, а похилий продовжує працювати.

Схема керування установками ТСН для прибирання гною з використанням двигунів із вбудованим температурним захистом (рис. 6.2) працює так. При натисканні на кнопку *SB1.2* подається живлення на котушку пускача *KM1*, який вмикає двигун похилого конвеєра, готує коло котушки пускача *KM2* до вмикання на тривалу роботу і подає живлення на пристрій УВТЗ-1М. Натисканням на кнопку *SB2.1* подається живлення на котушку пускача *KM2*, який

вмикає двигун горизонтального конвеєра на тривалий режим роботи. Для вимикання обох двигунів достатньо натиснути на кнопку «Стоп» SB1.1. При необхідності вимикання тільки двигуна горизонтального конвеєра натискають кнопку «Стоп» SB2.2. Вмикання конвеєра в іншій послідовності схемою не передбачене. Короткочасне вмикання двигуна горизонтального конвеєра може здійснюватись натисканням кнопки SB2.1, тривала робота в такому режимі недопустима, оскільки двигун працює без температурного захисту.

3N~50 Гц, 380/220 В



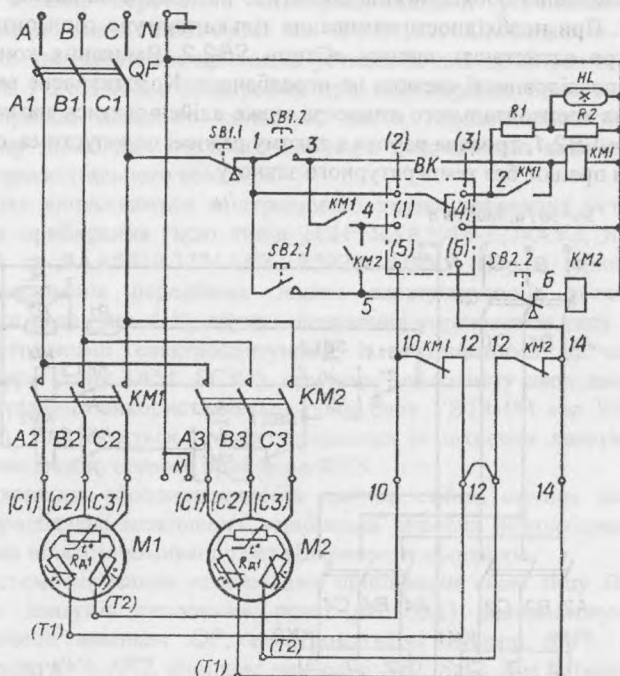
а

б

Рис. 6.1. Схеми гноєприбиральних транспортерів типів ТСН-3,0Б, ТСН-160 із захистом електродвигунів тепловими реле:
а – принципальна електрична схема; б – технологічна схема

Захист двигунів від перегрівання здійснюється за допомогою пристрою вбудованого температурного захисту типу УВТЗ-1М, температурні датчики якого вмонтовані в статорні обмотки двигунів при їх виготовленні. При нагріванні статорної обмотки будь-якого двигуна вище допустимого контакти 2 – 3 пристрою УВТЗ-1М розмикаються, розривають коло керування пускача KM1 і привод зупиняється.

3N~50 Гц, 380/220 В



а



б

Рис. 6.2. Схеми гносприбиральних транспортерів типів ТСН-3,0Б, ТСН-160 з електродвигунами із вбудованим температурним захистом: а – електрична принципіальна схема; б – технологічна схема

Електрична принципіальна схема пристрою УВТЗ-1М наведена на рис. 6.3. Вона складається з вузла живлення, перетворювача і вихідного елемента (реле *KV*).

Вузол живлення складатиметься з діодного моста *VD1*, резисторів *R1*, *R2*, *R4* для обмеження струму в колі стабілітрона та розрядження конденсатора *C1* при вимиканні пристрою з мережі. Напруга живлення подається на затискачі 1 та 4.

Перетворювач виконаний на транзисторах $VT1...VT4$ і призначений для підсилення сигналу датчиків температури обмоток двигуна, під'єднаних через затискачі 5 та 6, і перетворення його в сигнал для керування вихідним реле KV . Це реле призначене для керування котушкою електромагнітного пускача.

Пристрій УВТЗ-1М працює так. Якщо температура обмотки двигуна нижча допустимого значення, опір датчиків малий і напруга, що надходить на транзистор $VT4$, буде більшою величини порогу спрацювання підсилювача $VT3$, $VT4$, яке визначається подільником $R6$, $R7$, $R8$. У цьому випадку транзистор $VT4$ буде відкритий, а $VT1$ та тиристор $VS3$ закриті, реле KV не отримує живлення.

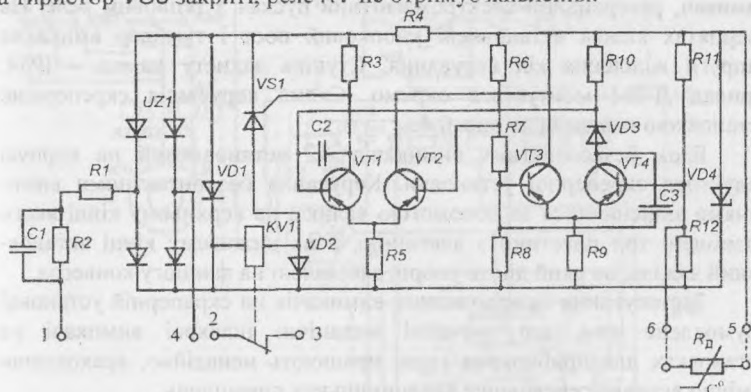


Рис. 6.3. Принципіальна електрична схема пристрою УВТЗ-1М

При підвищенні температури обмоток двигуна більше допустимого опір датчиків R_d значно збільшується (стає більше 4000 Ом) і сигнал, який надходить із датчиків, зменшується, транзистор $VT4$ закривається, а транзистор $VT1$ відкривається. Тиристор $VS3$ і реле KV вмикаються, контакти реле 2 – 3 розмикаються і розривають коло живлення котушки електромагнітного пускача, який від'єднує електродвигун від мережі.

Пристрій УВТЗ-1М здійснює також самоконтроль, тобто гарантує вимикання електродвигуна при виникненні несправностей в колі позисторів. При виході їх з ладу або обриві в колі з'єднання з УВТЗ, останній вимикає електродвигун. У випадку короткого замикання в колі з'єднання датчиків з УВТЗ транзистор $VT1$ відкривається, тиристор $VS3$ і реле KV вмикаються і контакти реле розмикають коло живлення котушки пускача.

2. Схема керування скреперною установкою для прибирання гною типу УС-12. Установка скреперна УС-12 призначена для

видалення гною з проходів корівника при утриманні тварин у боксах. Вона складається з ланцюгового контуру, двох робочих органів (скреперів), пристроїв для повороту і натягування ланцюга, реверсивного електропривода, блока безконтактних вимикачів та ящика керування.

Для привода установки використовується електродвигун типу 4AM100S4CY1 потужністю 3,0 кВт, частотою обертання 1410 об/хв, виконання ІМ3081, який передає рух ланцюгу через редуктор.

Ящик керування типу Я5405-2974БУ5 виконаний у вигляді безкаркасної металевої конструкції навісного виконання з дверцятами, які закриваються на ключ. Всередині ящика змонтовані автоматичний вимикач, реверсивний електромагнітний пускач з тепловим реле. На дверцятах ящика встановлені кнопковий пост і тумблер вмикання напруги живлення кіл керування. Ступінь захисту ящика – ІР54. Прилад Д-3М монтується окремо. Схема керування скреперною установкою наведена на рис. 6.4.

Блок безконтактних вимикачів А2 встановлений на корпусі редуктора скреперної установки. Керування безконтактними вимикачами здійснюється за допомогою валика, на верхньому кінці якого розміщені три пластини з алюмінію, а на нижньому кінці встановлений важіль, на який діють упори, закріплені на ланцюгу конвеєра.

Застосування безконтактних вимикачів на скреперній установці обумовлено тим, що звичайні механічні шляхові вимикачі на установках для прибирання гною працюють ненадійно, враховуючи хімічно активне середовище тваринницьких приміщень.

У даній установці використані безконтактні вимикачі типу КВД-3-12 або КВД-6-12. Цифра 3 або 6 у позначенні типу вказує на ширину робочої щілини, мм, число 12 – напругу живлення, В. Безконтактні вимикачі мають високий ступінь захисту – ІР65, положення у просторі – будь-яке. Із зовнішньою схемою датчики типу КВД з'єднуються трьома різнокольоровими проводами (червоний – «плюс» живлення, білий – для приєднання реле, синій – «мінус» живлення). Керуючим елементом є алюмінієва пластинка з мінімальними розмірами 12×12 мм і товщиною 0,5 мм.

Електрична принципіальна схема безконтактного вимикача типу КВД наведена на рис. 6.5. Він складається з генератора та транзисторного підсилувача.

Датчик працює так. При відсутності пластини в щілині між котушками базової L_2 та колекторної L_1 обмоток транзистор VT_1 генератора відкривається і закривається з високою частотою. В обмотці L_3 індукуються е.р.с., під дією якої низькочастотний транзистор VT_2 відкритий, а VT_3 – закритий. Котушка реле KV

знеструмлена. Якщо в шліну датчика ввести металеву пластинку, відбувається зменшення коефіцієнта зворотного зв'язку генератора, яке викликає зрив генерації. Вихідний транзистор *VT3* відкривається, що обумовлює спрацювання реле *KV*.

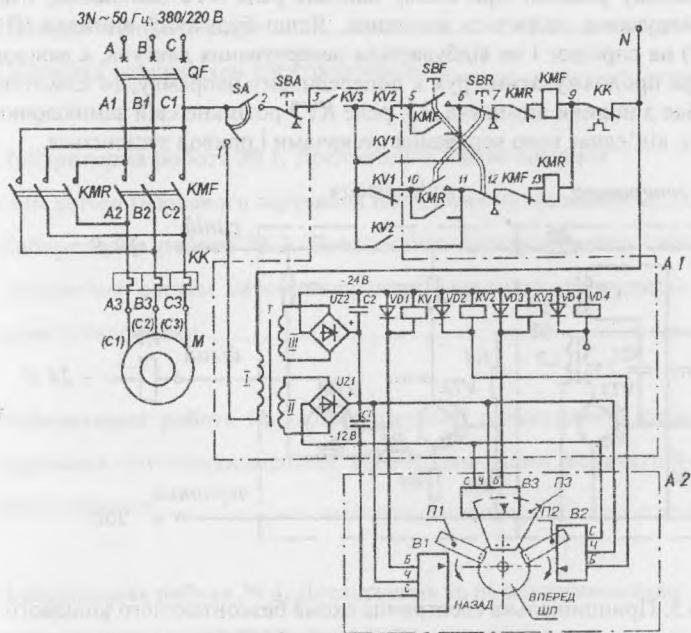


Рис. 6.4. Принципіальна електрична схема пристрою керування скреперними установками типів УС-15, УС-250 тощо

Блок живлення *A1* з вихідними реле Д-3М (див. рис. 6.4) складається з трансформатора живлення *T*, двох випрямляючих містків *UZ1*, *UZ2*, чотирьох електромагнітних реле *KV1* – *KV4* типу РЭН-18, котушки яких зашунтовані діодами для захисту вихідних транзисторів вимикачів від екстраструмів розмикання. Блок живлення має дві вихідні напруги – 12 та 24 В.

Перед вмиканням приладів у мережу необхідно перевірити правильність приєднання вимикачів до блока живлення відповідно до схеми.

У схемі керування скреперною установкою УС-12 використовуються три безконтактні вимикачі *A2* типу КВД-3-12 (див. рис. 6.4) – два (*B1* і *B2*) для перемикання пускатів, які здійснюють

реверсування електродвигуна, третій (В3) – аварійний, який вимикає електропривод у випадку неспрацювання будь-якого вимикача В1 або В2. Вимикач В3 керується широкою пластинкою П3, яка не виходить із щілини вимикача В3 при повертанні пластин П1 або П2 у нормальному режимі. При цьому контакт реле КV3 замкнений, і на схему керування подається живлення. Якщо будь-який вимикач (В1 або В2) не спрацює і не відбувається реверсування двигуна, а ланцюг скрепера продовжуватиме рух в попередньому напрямку, то пластина П3 вийде з щілини вимикача В3, реле КV3 розімкне свій замикаючий контакт, від’єднає коло керування пускачами і привод зупиниться.

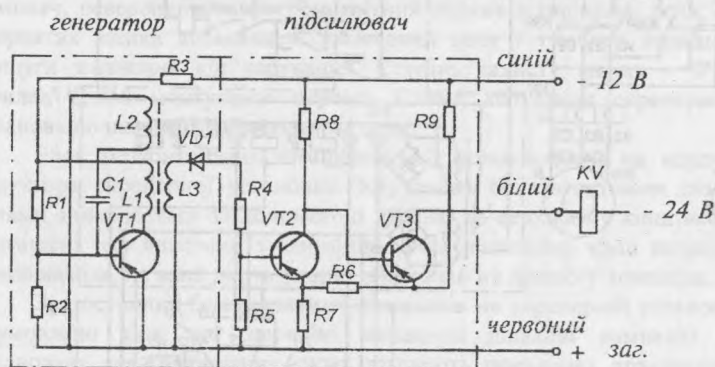


Рис. 6.5. Принципіальна електрична схема безконтактного кінцевого перемикача КВД-3 (або КВД-6)

Керування пластинами здійснюється через важіль, на який діють упори, змонтовані на ланцюзі конвеєра. Упори на ланцюзі встановлені так, щоб вони діяли на важіль з пластинками в кінцевих положеннях скребків.

Схемою передбачено пуск привода за допомогою кнопок SBV та SBR у будь-якому напрямку, автоматичне реверсування в кінцевих положеннях скребків, зупинку привода кнопкою SBA. При налагодженні схеми керування в першу чергу слід звертати увагу на відповідність напрямку руху ланцюга. При спрацюванні контактора КМВ рух ланцюга повинен відповідати напрямку «вперед», при цьому перемикач з прямого ходу на зворотний повинен здійснювати перемикач В2.

ЗМІСТ

Загальна частина	3
Організація роботи студентів у лабораторії.....	3
Правила техніки безпеки.....	4
Перевірка повних схем електропривода	4
Лабораторна робота № 1. Дослідження і налагодження схем автоматизованого керування насосними установками	6
Лабораторна робота № 2. Дослідження електропривода і налагодження систем автоматизованого керування вентиляційними установками	17
Лабораторна робота № 3. Дослідження і налагодження схем керування багатшвидкісними електродвигунами вентиляційних установок	29
Лабораторна робота № 4. Дослідження та налагодження схем автоматичного керування виконавчими механізмами	38
Лабораторна робота № 5. Дослідження електропривода ручних електричних машин та джерел їх живлення	47
Лабораторна робота № 6. Дослідження та налагодження схем автоматичного керування установками для прибирання гною.....	55

Навчальне видання

**ПРАКТИКУМ З ЕЛЕКТРОПРИВОДА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, АГРЕГАТИВ ТА
ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ**

Методичні вказівки

Укладачі: Кушніренко Анатолій Григорович,
Синявський Олександр Юрійович

Відповідальний за випуск доцент А. Г. Кушніренко

Підписано до друку 02.04.07 р.

Папір офсетний.

Ум.др.арк. 2,9

Зам. № 14

Формат 60x84/16

Гарнітура Computer modern.

Тираж 100 прим.



Відруковано дизайн-студією “Міланік”

ПП Лисенко М.М.

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

суб'єктів видавничої справи

серія ДК №2776 від 26.02.2007 р.