

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК _____

ПОГОДЖЕНО

Директор ІНІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

/Капун В.В./

(підпис)

« _____ » _____ 2023 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

В.о. завідувача кафедри
електропостачання
ім. проф. В.М. Синькова

/Гай О. В./

(підпис)

« _____ » _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Підвищення енергоефективності системи електроприводу
токарного верстата на базі мікроконтролера»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(назва)

Орієнтація освітньої програми _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПБ)

Виконав

(підпис)

(ПБ)

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАПРЯМКИ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
електропостачання ім. проф. В.М. Силькова

к.т.н. доцент (ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)
Гай О.В.
« 20 » р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гурок Василь Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-наукова
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Підвищення енергоефективності системи
електроприводу токарного верстата на базі мікроконтролера»

затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і
природокористування України від р. №

Термін подання завершеної роботи на кафедру (рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Перелік графічного матеріалу: презентація виконана в програмному забезпеченні MS Power
Point

Дата видачі завдання « 2023 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Актуальність: Дослідження підвищення енергоефективності верстату є надзвичайно актуальним і класифікованим. У контексті зростання свідомості про збереження енергії та вимоги щодо екологічної стійкості, підвищення енергоефективності виробничих процесів стає пріоритетом для багатьох галузей промисловості. Крім того, енергоефективні верстати можуть мати більший термін служби і меншу потребу в обслуговуванні, після чого вони працюють більш ефективно та економно. Це дозволяє знизити витрати на ремонт і заміну обладнання.

Мета: Використання мікроконтролера в системі електроприводу токарного верстата може значно покращити його енергоефективність. Мікроконтролер може моніторити і автоматично налаштовувати параметри електроприводу, включаючи швидкість, момент і напругу, відповідно до поточних вимог обробки. Таке адаптивне керування дозволяє оптимізувати споживання енергії. Мікроконтролер може автоматично переводити систему в енергозберігаючий режим, коли верстат не використовується. Він може також управляти допоміжними системами, такими як охолодження, щоб зменшити їх енергоспоживання в режимі простою.

Виконано: Оптимізація режимів роботи: встановлення оптимальних параметрів для різних режимів роботи верстата, такі як швидкість обертання шпинделя, подача інструменту та інші фактори, що впливають на споживання енергії. Використання енергоефективних компонентів: заміна застарілих або недосяжних компонентів системи електроприводу на енергоефективніші аналоги, які забезпечують кращу передачу енергії та зменшують втрати.

Ключові слова верстат: Система електроприводу, мікроконтролер, підвищення енергоефективності, оптимізація споживання енергії, керування електроприводом, мікроконтролерна технологія

Relevance: The study of improving the energy efficiency of a lathe is extremely topical and classified. In the context of increasing awareness of energy conservation and requirements for environmental sustainability, improving the energy efficiency of production processes becomes a priority for many industrial sectors. In addition, energy-efficient lathes may have a longer lifespan and lesser need for maintenance, after which they operate more efficiently and economically. This reduces the cost of repairs and equipment replacement.

Goal: The use of a microcontroller in the electric drive system of a lathe can significantly improve its energy efficiency. The microcontroller can monitor and automatically adjust the parameters of the electric drive, including speed, torque, and voltage, according to current processing requirements. Such adaptive control allows for optimizing energy consumption. The microcontroller can automatically switch the system to energy-saving mode when the lathe is not in use. It can also manage auxiliary systems, such as cooling, to reduce their energy consumption during idle times.

Accomplished: Optimization of operating modes: setting optimal parameters for different operating modes of the lathe, such as spindle rotation speed, tool feed, and other factors that affect energy consumption. Use of energy-efficient components: replacing outdated or unachievable components of the electric drive system with more energy-efficient analogs, which provide better energy transmission and reduce losses.

Keywords: Electric drive system, microcontroller, energy efficiency improvement, energy consumption optimization, electric drive control, microcontroller technology.

НУБІП України

ЗМІСТ**ВСТУП 10****РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 12**

1.1. Вибір токарного верстата: конструкція та принцип роботи 12

1.2. Види токарних верстатів та їх поділ 13

1.3. Критерії підбору токарного верстата 14

1.4. Обґрунтування вибору роду струму, величини напруг і системи електроприводу 15

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА 22

2.1. Розрахунок потужності і вибір електродвигунів для головного приводу, приводів подач і допоміжних механізмів верстату 22

2.2. Розрахунок потужності і вибір двигуна приводу шпінделя 23

2.3. Розрахунок потужності і вибір електродвигуна для приводу насоса 27

2.4. Перевірка електродвигунів з нагріву і перевантажувальної здатності 28

2.5. Вибір апаратів керування і захисту 29

2.6. Розрахунок електричного освітлення механічного цеху 35

РОЗДІЛ № СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА 39

3.1. Технічні характеристики реле SR3XT101BD 39

3.2. Загальні кроки підключення реле 40

3.3. Вольт-амперна характеристика реле 41

3.4. Програмування реле 42

3.5 Програма роботи смарт реле SR3XT101BD 43

3.6 Заходи безпеки при роботі з реле 45

3.7 Порівняння мікроконтролера та частотного перетворювача 48

3.8. Можливості співпраці реле з частотним перетворювачем 49

3.9. Порівняння мікроконтролера та частотного перетворювача з точки енергоефективності 50

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 51

4.1 Кошторис з налагодження ручного режиму пуску приводів
верстата на базі мікроконтролера 51

4.2 Економічне порівняння частотного перетворювача та
мікроконтролера 59

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ 61

5.1. Міроприємства з техніки безпеки при експлуатації
електроустаткування 61

5.2. Розрахунок захисного заземлення і вибір схеми 62

5.3. Пожежна безпека в приміщенні, де експлуатується верстат 64

ВИСНОВКИ 67

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 67

Додатки 69

Схема головного приводу 69

Схема освітлення цеху 71

Схема програми керування реле 73

Схема принудитова 75

ВСТУП

Актуальність дослідження: Дослідження підвищення

енергоефективності верстату є надзвичайно актуальним і класифікованим. У контексті зростання свідомості про збереження енергії та вимоги щодо екологічної стійкості, підвищення енергоефективності виробничих процесів стає пріоритетом для багатьох галузей промисловості.

Підвищення енергоефективності верстатів має кілька переваг і вигод.

По-перше, енергоефективні верстати споживають менше електроенергії, що призводить до зменшення витрат на оплату рахунків за електроенергію. Це може значно знизити витрати на виробництво енергоносіїв і підвищити його конкурентоспроможність.

По-друге, підвищення енергоефективності верстатів зниження викидів шкідливих речовин та викидів парникових газів. Це поліпшення екологічної ситуації та клімат вплинути на зміну клімату.

Крім того, енергоефективні верстати можуть мати більший термін служби і меншу потребу в обслуговуванні, після чого вони працюють більш ефективно та економно. Це дозволяє знизити витрати на ремонт і заміну обладнання.

Об'єкт дослідження: Система електроприводу токарного верстату - це важливий компонент, який забезпечує плавний та контрольований рух робочих частин верстату. Система електроприводу токарного верстату включає в себе комплекс електричних, механічних і електромагнітних пристроїв, які забезпечують перетворення електричної енергії в механічний рух і керування робочими параметрами верстата.

Предмет дослідження: характеристики системи електроприводу - це комплекс взаємопов'язаних елементів, які перетворюють електричну енергію в механічну з метою керування механічними системами, такими як різні

машини та обладнання. При дослідженні системи електроприводу були розглянуті наступні аспекти:

Електромеханічні характеристики: Це включає в себе вивчення параметрів, таких як момент, швидкість, прискорення, потужність, ефективність та інші відносно роботи мотора і системи передачі.

Електричні параметри: Вивчення характеристик електричного живлення, таких як напруга, струм, частота, фаза та інші.

Система керування: Аналіз алгоритмів та методів керування, включаючи системи автоматичного керування, системи керування швидкістю та моментом, методики забезпечення стабільності та точності керування.

Мета дослідження: Використання мікроконтролера в системі електроприводу токарного верстата може значно покращити його енергоефективність. Це досягається завдяки кільком основним факторам:

Адаптивне керування: Мікроконтролер може моніторити і автоматично налаштовувати параметри електроприводу, включаючи швидкість, момент і напругу, відповідно до поточних вимог обробки. Таке адаптивне керування дозволяє оптимізувати споживання енергії.

Енергозбереження в режимі простою: Мікроконтролер може автоматично переводити систему в енергозберігаючий режим, коли верстат не використовується. Він може також управляти допоміжними системами, такими як охолодження, щоб зменшити їх енергоспоживання в режимі простою.

Оптимізація роботи мотора: Мікроконтролер може контролювати режими роботи мотора, щоб забезпечити його роботу більш ефективно. Наприклад, він може контролювати момент мотора для запобігання його перевантаженню або недозавантаженню, які обидва можуть призвести до непотрібного споживання енергії.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Вибір токарного верстата: конструкція та принципи роботи

Як металообробне, так і деревообробне обладнання функціонує по одному й тому ж принципу — обробка заготовки з обраною Вами швидкістю.

Для точної обробки та доведення заготовки конструкцією передбачена можливість міцної фіксації болванки, можливість регулювання швидкості її обертання. В даному випадку вибір токарного верстата залежить від його конструкції, яка складається з:

- основи — як правило, важка, забезпечує необхідну жорсткість та точність проведення робіт;
- електромотора — однофазний застосовується в побутових моделях, трифазний — в промислових;
- шпинделя — в наскрізному отворі Ви можете затискати оброблювану заготовку;
- ходовий гвинт — обертається завдяки мотору;
- супорт з тримачем для різця — служить для фіксації різця, який виконує проточку, торцювання, нарізку різьби, накатку, відрізки та інші операції.

Якщо говорити про металообробне обладнання, то заготовка фіксується в шпинделі. Вал двигуна за допомогою коробки швидкостей та пасової передачі обертає шпиндель з обраною оператором швидкістю. Супорт переміщається по салазках в 2 площинах — паралельно та поперечно осі обертання оброблюваної заготовки. Супорт задає траєкторію переміщення різця, який і обробляє заготовку.

У деревообробному обладнанні заготовка затискається між шпинделем та бабкою, в якості різця служить ручний інструмент, який майстер веде вручну, спираючись на спеціальний підручник.

Щоб знати, який токарний верстат вибрати, необхідно придивитися до операцій, які він може виконувати:

a) чорнове та чистове обточування;
 б) обробка наскрізних та глухих отворів (зенкування), розточування отворів;

с) свердління отворів необхідного діаметра;

д) підрізання країв (торцювання) та їх заточка;

е) нарізка різьби;

ф) виточування та розточування круглик форм типу циліндра, конуса, фасонна обробка.

1.2. Види токарних верстатів та їх поділ

Щоб зробити вибір токарного верстата, слід пам'ятати, що техніка відрізняється по точності обробки, фазності, положенню шпинделя, конструкції, ступеню автоматизації обробки, спектру робіт, що проводяться.

Точність обробки. По точності обробки техніка буває нормальною («Н»), підвищеної точності («Н»), високої точності («В»), надточною («С»). Від точності обробки безпосередньо залежить якість обробки, ціна та кількість браку.

Фазність мотора. По фазності мотор може бути однофазним (220 В) або трифазним (380 В). Однофазні моделі використовуються в побуті, майстернях, цехах, на підприємствах, трифазні моделі застосовуються в промисловості.

Положення шпинделя. Моделі можуть бути горизонтальної та вертикальної компоновки. Вертикальні моделі відмінно обробляють не надто довгі, зате широкі заготовки, горизонтальні використовуються при обробці довгих заготовок.

Конструкція. За конструкцією моделі бувають настільними (застосовуються в побуті, цехах, майстернях) та стаціонарними (застосовуються на великих підприємствах).

Ступінь автоматизації. За ступенем автоматизації обробки моделі ділять на:

• ручні — фіксація, переміщення та ввімкнення всіх механізмів виконується в ручному режимі;

• напівавтоматичні — заготовка подається автоматично, а фіксація та включення всіх механізмів проводиться в ручному режимі;

• автоматичні — всі механізми працюють в автоматичному режимі по заздалегідь заданій оператором програмі, керуються електронними системами (це верстати з ЧПУ — числовим програмним управлінням).

1.3. Критерії підбору токарного верстата

Щоб знати, який токарний верстат вибрати, зверніть увагу на такі моменти:

I. довжина та діаметр оброблюваних заготовок — ці параметри неодмінно вказані в описі та інструкції до техніки;

II. потужність мотора — від даного параметра залежать можливості обладнання по обробці заготовок з тих чи інших матеріалів;

III. зміна швидкості обертання — може бути плавною або ступінчастою, якщо виробництво серійне, можете використовувати токарний верстат з ЧПУ;

IV. точність обробки — дуже важлива для підприємств, якщо обладнання необхідне для домашньої майстерні, можна вибрати модель з не дуже високою точністю обробки;

V. діаметр наскрізного отвору шпинделя — в нього вставляється оброблювана заготовка, чим більший діаметр отвору, тим більші по діаметру заготовки Ви зможете обробляти;

VI. габарити — невелике обладнання можна запросте встановити в гаражі та домашній майстерні, чим більше за розмірами обладнання, тим більші заготовки Ви можете обробляти.

1.4. Обґрунтування вибору роду струму, величини напруг і системи електроприводу

Вибір роду струму і типу електроприводу доцільно проводити на основі розгляду і порівняння техніко-економічних показників ряду варіантів, що задовольняють технічним вимогам даної робочої машини. На підставі вихідних даних і вимог, що пред'являються до електроприводу, необхідно вибрати варіант електроприводу, здатний повністю виконати вимоги і бути одночасно максимально економічним.

«Правила улаштування електроустановок» рекомендують починати процес вибору роду струму з двигунів змінного струму.

«... V-3-11. Для приводу механізмів, що не вимагають регулювання частоти обертання, незалежно від їх потужності, рекомендується застосовувати електродвигуни синхронні або асинхронні з короткозамкненим ротором.

Для приводу механізмів, що мають важкі умови пуску або роботи або вимагають зміни частоти обертання, слід застосовувати електродвигуни з найбільш простими й економічними методами пуску або регулювання частоти обертання, можливими в даній установці ...

«... V-3-14. Електродвигуни постійного струму допускається застосовувати тільки в тих випадках, коли електродвигуни змінного струму не забезпечують необхідних характеристик механізму або не економічні ... »

Для нерегульованого приводу вибір типу двигуна простий. Двигуни змінного струму простіше по конструкції, вартість їх нижче, обслуговування теж вимагає менших витрат. При повторно-короткочасному режимі роботи з частими пусками і гальмуваннями раціонально використовувати двигуни підвищеного ковзання.

Для регульованого приводу завдання вибору типу приводу вирішується складніше. Залежно від діапазону і плавності регулювання швидкості, вимог до якості перехідних процесів можуть бути застосовані як системи реостатного регулювання швидкості, так і системи з індивідуальними

перетворювачами. При глибокому регулюванні швидкості в більшості випадків питання вирішується на користь приводів постійного струму. Однак конкурентними за своїми властивостями є приводи з частотним і частотно-

струмовим керуванням. Переваги приводів з асинхронними двигунами -

простота конструкції і підвищена надійність двигунів, можливість їх виготовлення в поточному виробництві.

Перешкодою до швидкого впровадження частотно-регульованих приводів є складність систем управління, що призводить до недостатньої надійності їх роботи і підвищеної вартості. Поява на світовому ринку частотно-регульованих електроприводів з мікропроцесорним управлінням підвищує їх надійність, але вартість їх не знижується.

Порівнянням основні характеристики електроприводів постійного струму і змінного струму в промисловому застосуванні.

Порівняння проводиться між 6-пульсною 3-фазними тиристорн приводами постійного струму з незалежним збудженням [далі званими ПШТ] і 3-фазними приводами змінного струму на базі перетворювача частоти з широтно-імпульсною модуляцією і асинхронного двигуна [далі званими ЧРП

- частотно регульований привід], в наступних типових категоріях:

ПШТ - $P = 11 \text{ kW} \dots 5200 \text{ kW}$; $U = 200 \text{ V} \dots 1190 \text{ V}$

ЧРП - $P = 0,75 \text{ kW} \dots 2000 \text{ kW}$; $U = 380 \text{ V} \dots 690 \text{ V}$

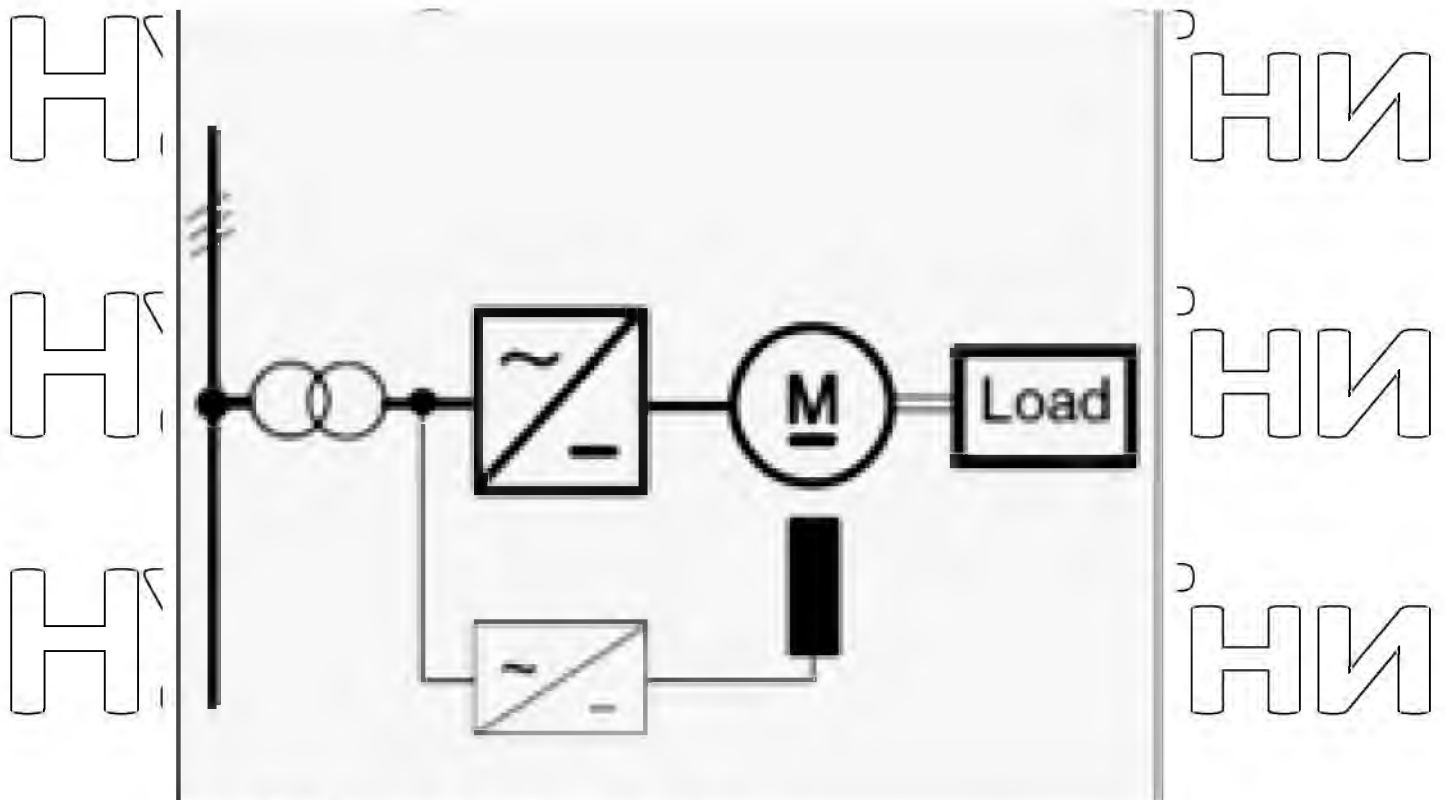


Рис. 1.1. Привод постійного струму

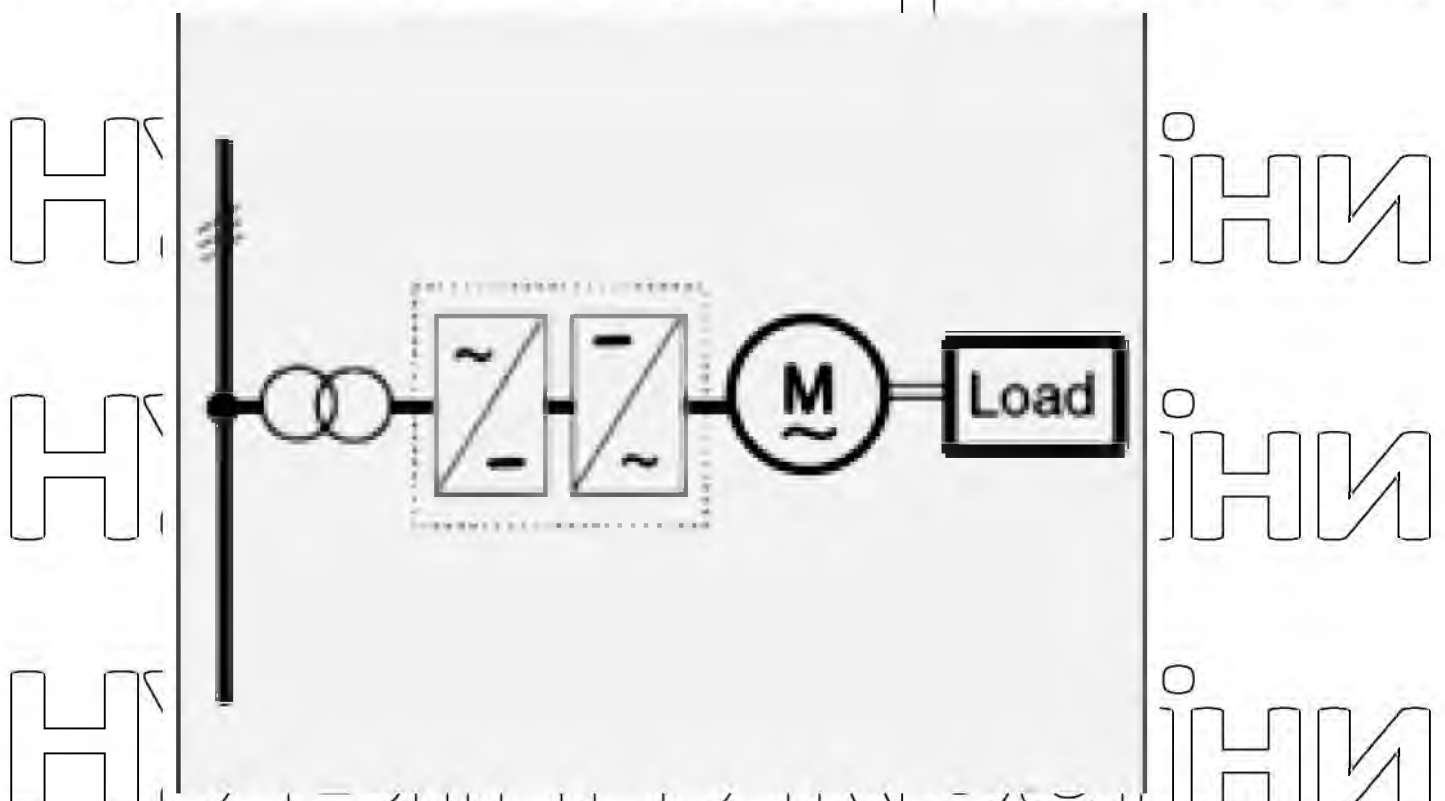


Рис. 1.2. Частотно-регульований привод

У першому наближенні істотних відмінностей між цими приводами не так і багато; однак, при більш детальному розгляді, виявляються характерні особливості приводів і відмінність фізичних принципів функціонування.

Відмінності між тиристорними перетворювачами постійного струму і перетворювачами частоти; Комутація та перетворення електричної енергії:

Структурна схема 1-квadrантного електроприводу постійного струму (рис. 1.2.3).

Перехід струму від одного тиристора до іншого починається з пускового імпульсу, і після цього триває в лінійно взаємопов'язаному режимі.

Це означає, що напруга між комутованими фазами мережі поляризується таким чином, що струм знову відкривається тиристора збільшується, і замикає попередній тиристор, знижуючи його струм до нуля. Комутація тиристорів

проводиться природним шляхом (напругою мережі) при переході струму через нуль і замикання тиристорів відбувається без будь-яких проблем навіть при званого перевантаженні.

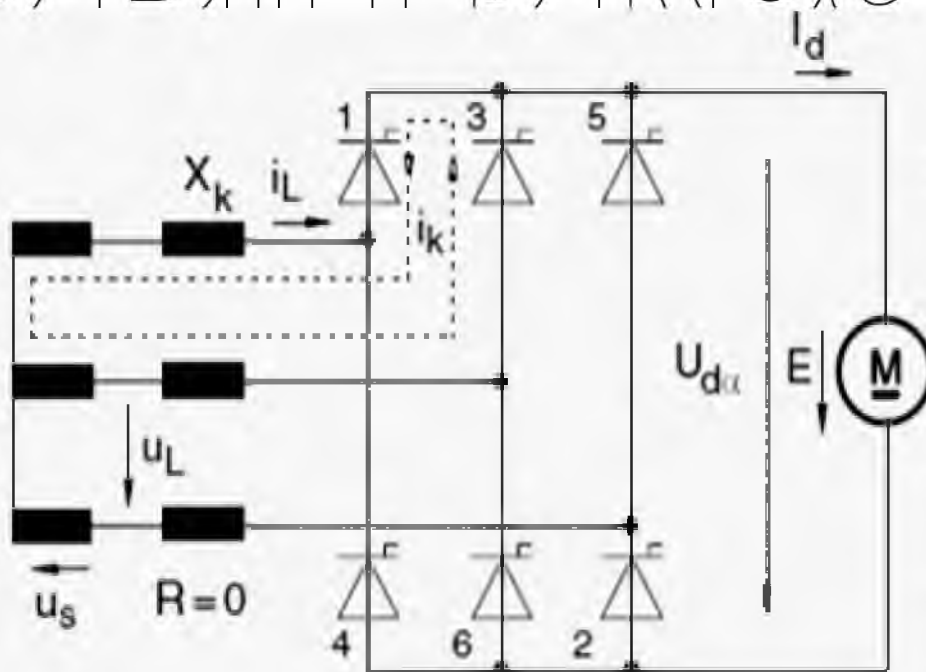


Рис. 1.3. Структурна схема 1-квadrантного електроприводу постійного струму

Тому тиристори можуть вибиратися не по піковому струму, а по середньодіючому номінальному струму навантаження.

Схема структурная преобразователя частоты

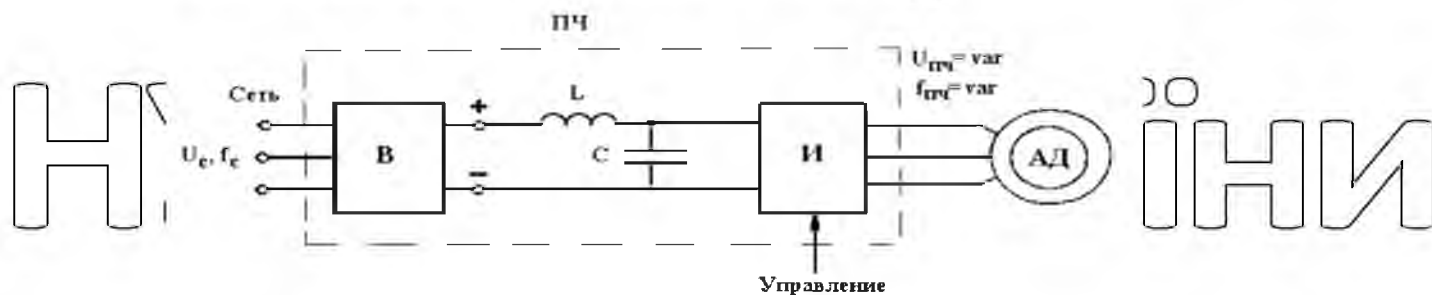


Рис. 1.4. Типовая схема преобразователя частоты

На рисунку показаний склад силової частини такого перетворювача частоти: мережа змінного струму - некерований випрямляч В - Шини постійного струму - конденсатор LC-фільтра - автономний інвертор напруги І з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ) - асинхронний двигун АД, до якого прикладена змінна 3-фазна напруга з регульованою частотою $f = \text{var}$ і амплітудою $U = \text{var}$; управління інвертором здійснюється блоком управління БУ.

Хоча вхідний випрямляючий міст перетворювача частоти працює подібно приводу постійного струму, однак випрямлений ім струм повинен бути перетворений назад в 3-х фазний змінний за допомогою інвертора. Так як у постійного струму немає ніяких переходів через нуль, то переключають елементи (IGBT транзистори) повинні переривати повний струм навантаження. Коли IGBT транзистор закривається, струм проходить через зворотний діод на протилежний полюс напруги постійного струму.

Перемикання відбувається без контролю напруги, але воно можливе в будь-який час незалежно від форми мережевої напруги.

Комутація в перетворювачах частоти відбувається з великою частотою і в вихідній напрузі з'являється високочастотна складова, і можуть виникнути проблеми з електромагнітною сумісністю.

У перетворювачах постійного струму є тільки один контур перетворення енергії (AC → DC). У перетворювачах частоти два контури перетворення енергії (AC → DC і DC → AC), тобто втрати потужності подвоюються в порівнянні з приводами постійного струму.

Втрати потужності, отримані емпіричним шляхом наступні: ППТ - 0.8% ... 1.5% від номінальної потужності; ЧРП - 2% ... 3.5% від номінальної потужності.

Місце, необхідну для розміщення шафи перетворювача потужністю від 100 kW: ППТ - 100%, ЧРП - 130% ... 300%. Ця перевага приводів постійного струму зумовлює зменшення розміру і вартості електрошафи і системи охолодження.

Порівнявши переваги і недоліки приводу постійного струму і приводу змінного струму вибираю частотно-регульований привід.

Порівняльна характеристика синхронного сервоприводу на постійних магнітах і асинхронного сервоприводу

Синхронні двигуни на постійних магнітах:
переваги:

- хороша керованість (стабільність швидкості);
- велика величина відносини потужність / розмір;
- високий ККД;
- не вимагають обслуговування (немає щіток);
- висока перевантажувальна здатність (до $5 \cdot T_{ном}$);
- знижений нагрів при малих швидкостях;
- високий динамічний коефіцієнт (T_{max} / J);
- великий діапазон регулювання (до 32000);
- висока точність позиціонування;
- забезпечення утримання валу при нульовій швидкості.

Недолки:

НУБІП України

- Висока вартість перетворювача і двигуна;
- Чи не працює без датчика зворотного зв'язку;
- Обмеження максимальної швидкості.

Трифазні асинхронні двигуни (з енкодером) переваги:

НУБІП України

- високий ККД;
- не вимагають обслуговування (немає щіток);

НУБІП України

- велика максимальна швидкість;
- хороша керованість (стабільність швидкості);
- великий діапазон регулювання (до 32000);
- забезпечення утримання валу при нульовій швидкості;
- висока точність позиціонування;
- може працювати без датчика зворотного зв'язку.

недоліки:

НУБІП України

- нагрів при малих швидкостях -> незалежна вентиляція;
- перевантажувальна здатність (до $3 \cdot T_{ном}$);
- висока вартість (перетворювач, енкодер);

НУБІП України

- не велика величина відносини потужність / розмір.

НУБІП України

НУБІП України

2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1. Розрахунок потужності і вибір електродвигунів для головного приводу, приводів подачі і допоміжних механізмів верстату

Розрахунок потужності і вибір електродвигуна подачі стола

Для розрахунку електродвигуна приводу подачі стола

- найбільше тягове зусилля на столі $F_{T,max} = 10000H$;

- найбільша швидкість переміщення $v_{б.пер} = 200 м/хв$;

- $\eta = 0,25$

- радіус приведення від рейки стола до двигуна $\rho = 1,4$.

Розрахунок потужності та частоти обертання

$$P_{дв.розр} = \frac{F_{T,max} \cdot v_{б.пер}}{60 \cdot \eta} \cdot 10^{-3} \quad (2.1.1.1)$$

де $F_{T,max}$ - найбільше тягове зусилля на столі

η - коефіцієнт корисної дії двигуна

$$P_{дв.розр} = \frac{10000 \cdot 200}{60 \cdot 0,25} \cdot 10^{-3} = 1,3 \text{ кВт}$$

$$n_{дв.розр} = \frac{v_{б.пер}}{\rho} \quad (2.1.1.2)$$

де ρ - радіус приведення від рейки стола до двигуна

$$n_{дв.розр} = \frac{200}{1,4} = 142 \text{ об/хв}$$

Вибираємо двигун і заносимо його дані в таблицю 2.1

Таблиця вибору двигуна приводу подачі стола 2.1.

Тип	Ном. потужність, кВт	Ном. швидкість, об/хв	ККД, %	Ном. напруга, В	Ном. частота, Гц	cosφ
LSRPM 90	1,5	2850	1,5	380	50	0,84

2.2. Розрахунок потужності і вибір двигуна приводу шпінделя

Для розрахунку електродвигуна приводу токарної головки

-- діаметр $d = 150$ мм

- подача $S_{\text{мет}} = 0,2 \text{ м/зуб}$; $S_{\text{чорн}} = 0,3 \text{ м/зуб}$.
 - глибина $t_{\text{чист}} = 0,15 \text{ мм}$; $t_{\text{чорн}} = 0,6 \text{ мм}$.
 - стійкість $T = 120 \text{ хв}$,
 - ширина $B = 100 \text{ мм}$;

- коефіцієнт, що залежить від матеріалу, типу токарної головки $C_v = 44,5$
 Показники коефіцієнтів, що залежать від виду обробки

$$X_v = 0,4; m = 0,42; n = 0,37; X_F = 0,42; C_F = 82;$$

$$y_v = 0,34; k = 0,1; q = 0,24; y_F = 0,6; z = 0,4;$$

Проводимо розрахунок для чорншої обробки
 Визначаємо нормативну швидкість різання при токарюванні, за формулою:

$$V_{z1} = \frac{C_v \cdot d}{T^m \cdot S^{x_v} \cdot t^{y_v} \cdot B^k \cdot Z^n}; \text{ м/хв} \quad (2.1.2.1)$$

$$V_{z1} = \frac{44 \cdot 150^{0,8}}{120^{0,42} \cdot 0,3^{0,34} \cdot 0,6^{0,4} \cdot 100^{0,1} \cdot 70^{0,37}} = 22 \text{ м/хв}$$

Визначаємо зусилля різання

$$F_{z1} = 9,81 \cdot C_v \cdot t^{x_f} \cdot S^{y_f} \cdot Z \cdot d^i; \text{ Н} \quad (2.1.2.2)$$

$$F_{z1} = 9,81 \cdot 44 \cdot 0,6^{0,42} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 7 \cdot 150^{0,25} = 4140 \text{ Н}$$

При відомих значеннях зусилля і швидкості різання потужність різання, кВт можемо визначити по формулі:

$$P_{z1} = \frac{F_{z1} \cdot V_{z1}}{60 \cdot 10^3}; \text{ кВт} \quad (2.1.2.3)$$

$$P_{z1} = \frac{4140 \cdot 22}{60 \cdot 10^3} = 1,5 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність на валу двигуна

$$P_{\text{дв}} = \frac{P_{z1}}{\eta}; \text{ кВт} \quad (2.1.2.4)$$

$$P_{\text{дв1}} = \frac{1,1}{0,25} = 6 \text{ кВт}$$

Визначаємо машинний час за один прохід

$$t_m = \frac{(l + l_0 + y)}{S_m}; \text{ хв} \quad (2.1.2.5)$$

де l – довжина, мм

l_0 – довжина врізання, мм

y – пробіг, мм

S_m – хвилинна подача, мм/хв

$$t_{m1} = \frac{(490 + 9,4 + 0,3)}{120} = 4,1 \text{ хв}$$

Довжину врізання визначаємо по формулі

$$l_0 = \sqrt{t \cdot (d - t)}; \text{ мм} \quad (2.1.2.6)$$

де t – глибина різання, мм

d – діаметр, мм

$$l_0 = \sqrt{0,6 \cdot (150 - 0,6)} = 9,4 \text{ мм}$$

Знаходимо потужність холостого ходу

$$P_{01} = 0,1 \cdot P_{02} = 0,1 \cdot 6 = 0,6 \text{ кВт}$$

Проводимо розрахунок для чистової обробки

Визначаємо нормативну швидкість різання, за формулою:

$$V_{z2} = \frac{C_v \cdot d}{t_m \cdot S_{yv} \cdot t_{zv} \cdot B^k \cdot Z^n}; \text{ м/хв} \quad (2.1.2.7)$$

$$V_{z2} = \frac{44 \cdot 150^{0,8}}{120^{0,42} \cdot 0,2^{0,34} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 100^{0,1} \cdot 70^{0,37}} = 39 \text{ м/хв}$$

Визначаємо зусилля різання

$$F_{z2} = 9,81 \cdot C_v \cdot t_{zv}^x \cdot S_{yv}^y \cdot Z \cdot d^i; \text{ Н} \quad (2.1.2.8)$$

$$F_{z2} = 9,81 \cdot 44 \cdot 0,15^{0,42} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 7 \cdot 150^{0,25} = 1814,7 \text{ Н}$$

При відомих значеннях зусилля і швидкості різання потужність різання, кВт можемо визначити по формулі:

$$P_{z2} = \frac{F_{z2} \cdot V_{z2}}{60 \cdot 10^3}; \text{ кВт} \quad (2.1.2.9)$$

$$P_{z2} = \frac{1814,7 \cdot 39}{60 \cdot 10^3} = 1,1 \text{ кВт}$$

Визначаємо потужність на валу двигуна

$$P_{дв} = \frac{P_{z1}}{\eta}; \text{ кВт} \quad (2.1.2.10)$$

$$P_{дв} = \frac{1,1}{0,25} = 4,4 \text{ кВт}$$

Визначаємо машинний час за один прохід

$$t_{m2} = \frac{(l + l_0 + y)}{S_m}; \text{ хв} \quad (2.1.2.11)$$

де l – довжина, мм

l_0 – довжина врізання, мм

y – пробіг, мм

S_m – хвилинна подача, мм/хв

$$t_m = \frac{(490 + 9,4 + 0,2)}{120} = 4,1 \text{ хв}$$

Довжину врізання визначаємо по формулі

$$l_0 = \sqrt{t \cdot (d - t)}; \text{ мм} \quad (2.1.2.12)$$

де t – глибина різання, мм

d – діаметр, мм

$$l_0 = \sqrt{0,6 \cdot (150 - 0,6)} = 9,4 \text{ мм}$$

Знаходимо середню потужність електродвигуна

$$P_{см} = \frac{P_{z1} \cdot t_{m1} + P_{z2} \cdot t_{m2} + P_{01} \cdot t_0 + P_{02} \cdot t_0}{t_{m1} + t_{m2} + t_0}; \text{ кВт} \quad (2.1.2.13)$$

де P_{z1} – потужність при чорновій обробці

P_{z2} – потужність при чистовій обробці

P_0 – потужність холостого ходу

$$P_{02} = 0,1 \cdot P_{дв} = 0,1 \cdot 4 = 0,44 \text{ кВт}$$

$$t_0 - \text{час холостого ходу } 0,5 \text{ хв}$$

$$P_{см} = \frac{6 \cdot 4,1 + 4,4 \cdot 4,1 + 0,6 \cdot 0,5 + 0,44 \cdot 0,5}{4,1 + 4,1 + 0,5 + 0,5} = 4,1 \text{ кВт}$$

Знаходимо загальну потужність двигуна

$$P_{об} = 1,3 \cdot P_{см} = 1,3 \cdot 4,1 = 5,33 \text{ кВт}$$

По довіднику вибираємо ел. двигун для головного приводу, заносимо його дані в таблицю 2.2. та будемо навантажувальну діаграму рис. 2.1.

Таблиця Вибір двигуна головного приводу 2.2.

Тип	Потужність, кВт	Швидкість обертання об/хв	Номинальний струм, А	Частота обертання, Гц	Напруга, В	ККД, %	$\cos\phi$
AIP100L4	5.5	1425	11.5	50	380	85.5	0.85

Будуємо навантажувальну діаграму рис.2.1.

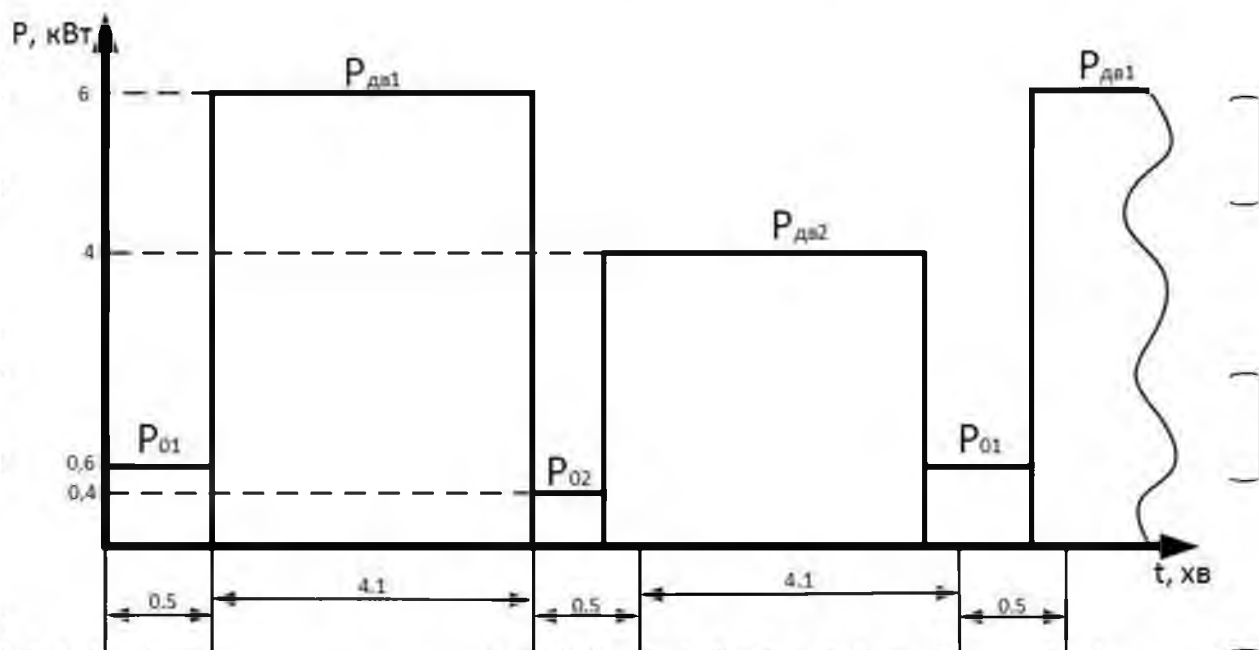


Рис.2.1. Навантажувальна діаграма

2.3. Розрахунок потужності і вибір електродвигуна для приводу насоса

Охолодження застосовується тільки при обробці сталі. Охолоджуюча рідина подається з резервуара в основі верстату електро насосом, який разом з трубопроводом знаходиться під кришкою станини. Зовнішня частина трубопроводу має в наявності металічний наконечник з соплом і краном регулювання потоку рідини.

Використана рідина повертається в резервуар основи, проходячи через відстойник, затримуючи металічні частини.

Технічні дані насоса:

1. продуктивність насоса $Q = 8 \text{ м}^3/\text{с}$;
2. статичний напір, визначається як сума висот всасування $h_{\text{в}}$ і нагнітання $h_{\text{н}}$, $H_{\text{с}} = 0,8 \text{ м}$;
3. втрата напору в трубопроводах насосної установки $\Delta H = 0,5 \text{ м}$
4. $\eta_{\text{н}}$ - коефіцієнт корисної дії насоса $\eta_{\text{н}} = 0,7$
5. $\eta_{\text{п}}$ - коефіцієнт корисної дії передачі $\eta_{\text{п}} = 0,95$
6. K_3 - коефіцієнт запасу $K_3 = 1,3$

Визначимо потужність електродвигуна:

$$P_{\text{н}} = K_3 \frac{\rho \cdot g \cdot Q (H_{\text{с}} + \Delta H)}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{п}}}; \text{ кВт} \quad (2.1.3.1)$$

$H_{\text{с}}$ – висота напору, м;

ΔH – втрати напору,

K_3 – коефіцієнт запасу

g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$)

ρ – густина води 1000 кг/м^3

$$P = 1,3 \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot (0,8 + 0,5)}{0,95 \cdot 0,7} \cdot 10^{-3} = 0,199 \text{ кВт}$$

Загальна потужність двигуна дорівнює:

$$P_{\text{дв}} = \frac{P}{\eta_{\text{ст}}}; \text{кВт} \quad (2.1.3.2)$$

$$P_{\text{дв}} = \frac{0,199}{0,7} = 0,28 \text{ кВт}$$

Вибираємо двигун, його дані заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця вибір двигуна приводу насоса 2.3.

Тип двигуна	Потужність, кВт	Швидкість	ККД, %	k_{max}	k_{n}
		обертання, об/хв			
АИР63В4	0,37	1365	68	2,2	2,0

2.4. Перевірка електродвигунів з нагріву і перевантажувальної здатності

Перевірка двигуна головного приводу з нагріву

Визначаємо еквівалентну потужність

$$P_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{P_{z1}^2 \cdot t_{m1} + P_{z2}^2 \cdot t_{m2} + 2P_0 \cdot t_0}{t_{m1} + t_{m2} + 2 \cdot t_0}}; \text{кВт} \quad (2.2.1.1)$$

$$P_{\text{екв}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 1,8 + 1,2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 0,4 \cdot 0,5}{1,8 + 1,8 + 2 \cdot 0,5}} = 0,99 \text{ кВт}$$

Так як виконується умова $P_{\text{н}} \geq P_{\text{екв}}$ ($4,55 \geq 0,99$) то двигун по нагріву

вибраний вірно.

Перевірка двигуна з перевантажувальної здатності

$$M_{\text{н}} = 9,55 \frac{P_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} \cdot 10^3; \text{Н} \cdot \text{м} \quad (2.2.2.1)$$

$$M_{\text{н}} = 9,55 \frac{5,5}{1425} \cdot 10^3 = 36,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Знаходимо максимальний момент

$$M_{\text{max}} = \lambda \cdot M_{\text{н}}; \text{Н} \cdot \text{м} \quad (2.2.2.2)$$

де λ – приймаємо 2

$$M_{\max} = 2 \cdot 36,8 = 73,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{найб}} = 9,55 \frac{P_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}} \cdot 10^3; \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.2.2.3)$$

$$M_{\text{н}} = 9,55 \frac{4,55}{1425} \cdot 10^3 = 30,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$M_{\max} \geq M_{\text{найб}} (73,6 \geq 30,4)$
Умова виконується, то по переважанувальній здатності двигун вибрано вірно.

2.5. Вибір апаратів керування і захисту

Вибір автоматичного вимикача
Автоматичний вимикач призначений для зміни рубильників і запобіжників. Для того, щоб вибрати автоматичний вимикач потрібно знайти розрахунковий струм зеднання.

$$I_{\text{розр}} = 1,25 * I_{\text{н}}$$

де $I_{\text{н}}$ – номінальний струм електродвигуна.

Номінальний струм знаходимо по формулі

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}}{\sqrt{3} * U_{\text{н}}}, \text{ А} \quad (2.3.1.1)$$

$$I_{\text{н}} = \frac{4000}{1,73 * 380} = 6 \text{ А} \quad (2.3.1.2)$$

$$I_{\text{розр}} = 1,25 * 6 = 7,5 \text{ А} \quad (2.3.1.3)$$

По розрахунковому струмові вибираємо автоматичний вимикач який би задовольняв умову: $I_{\text{розр}} < I_{\text{н,розр}}$

Вибираємо автоматичний вимикач, дані якого заносимо до табл. 2.3.

НУБІП України

Таблиця вибір автоматичних вимикача 2.4.

Позначення	Призначення	$I_{вст}$	Тип	$U_{ном}$	$I_{ном}$	За типом зах. хар.
QF1	Звідний автомат	63	280-C, ABB	380	63	C
QF2	Захист двигунів	6	260-C, D;ABB	380	6	C
QF3- QF4	Захист ЧПУ	6	260-C, D;ABB	220	6	C
QF5-QF6	Захист кола керування	6	260-C, D;ABB	110	6	C
QF7	Захист місцевого осв.	6	260-C, D;ABB	110	6	C
QF9-QF10	Захист приводів X та Z	16	270-C; ABB	380	16	C
QF11	Захист головного приводу	32	270-C; ABB	380	32	C

Вибір контакторів

Контактор — це двохпозиційний комутаційний апарат з самоповерненням, призначений для частих комутаційних струмів перевантаження який приводиться в дію приводом.

Проводимо вибір контактора КМ на основі слідуючих даних:

1. Напруга живлення котушки 220В
2. Номінальний струм який протікає 6,2А
3. Число контактів 3- нормально відкриті

З довідника обираємо контактор, та заносимо його дані в табл. 2.5.

Таблиця Вибір контактора 2.5.

Тип	Напруга, В	Число полюсів	Допустима частота включень
КТП 6000	660	3	1200

Вибір перемикача.

При виборі перемикача навантаження, є декілька ключових параметрів, які слід врахувати:

Тип навантаження: Різні типи навантаження (резистивне, індуктивне, ємнісне) вимагають різних типів перемикачів. Для індуктивних навантажень, таких як мотори, можуть знадобитися перемикачі, здатні впоратися з високими струмами переходу та напругами.

Величину струму: Рейтинг струму перемикача повинен перевищувати максимальний струм, який може протікати через цей перемикач.

Величину напруги: Рейтинг напруги перемикача повинен бути більшим або рівним максимальній напрузі, яка може з'явитися в мережі.

Кількість полюсів: Кількість полюсів в перемикачі визначає, скільки окремих електричних ципів він може контролювати одночасно. Однополюсні перемикачі контролюють один цип, двополюсні — два, і так далі.

Наявність захисту: Наявність захисту від короткого замикання, перевантаження, заземлення тощо.

Вибираємо перемикач SA, та заносимо його дані в табл. 2.6.

Таблиця вибір перемикача 2.6.

Тип	Напруга, В	Струм, А
OF16F3	220	16

Вибір кнопок керування

Вибір кнопок керування проводиться на основі слідуючих даних:

1. Напруга живлення 220В
2. Струм який протікає через контакти 3А
3. Режим роботи довготривалий

Вибираємо кнопки, дані яки вносимо до табл.2.7.

Таблиця вибір кнопок 2.7.

Тип	Напруга, В	Струм, А
XB2-EN142	380	4

Вибір теплових реле

Номінальний струм нагрівального елемента теплового реле КК1 (для

M1):

$$I_T \geq 1,15 \cdot I_{дл} \quad (2.24)$$

$$I_T \geq 1,15 \cdot 1,69 = 1,94 \text{ (А)}$$

За довідником вибирається теплове реле марки РТИ з $I_H = 2,05 \text{ А}$. D

(0,75 ÷ 1,25) I_H .

Номінальний струм нагрівального елемента теплового реле КК2 (для

M2):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 0,41 = 0,47 \text{ (А)}$$

За довідником вибирається теплове реле марки РТИ з $I_n = 0,52 \text{ A}$. $D = (0,75 \div 1,25) I_n$.

Номінальний струм нагрівального елемента теплового реле КК3 (для М3):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 6,1 = 7,02 \text{ (A)}$$

За довідником вибирається теплове реле марки РТИ з $I_n = 8,5 \text{ A}$. $D = (0,75 \div 1,25) I_n$.

Номінальний струм нагрівального елемента теплового реле КК4 (для

М4):

$$I_T \geq 1,15 \cdot 2,55 = 2,93 \text{ (A)}$$

За довідником вибирається теплове реле марки РТИ з $I_n = 3,4 \text{ A}$. $D = (0,75 \div 1,25) I_n$.

При виборі теплового реле необхідно йти до струму, щоб струм вставки знаходився в центрі діапазону регулювання. При виборі теплових реле перевагу краще віддати тепловим реле серії РТИ, при більших струмах — 3 однополюсних серії РТТ. Вибрані реле заносимо в табл. 2.8.

Таблиця вибору теплових реле 2.8.

Позначення	Позначення	$I_{розр}$	Тип	$U_{ном}$	$I_{уст}$
КК1	Захист М1	2.028	РТИ13-07	660	1.6-2.5
КК2	Захист М2	0.468	РТИ13-04	660	0.4-0.63
КК3	Захист М3	5.5	РТИ13-10	660	4-6
КК4	Захист М4	5.5	РТИ13-10	660	4-6

Розрахунок і вибір проводів і кабелів

При виборі виду електропроводки і способу її прокладки проводів і кабелів повинні враховуватись вимоги електробезпеки і пожежної безпеки. Переріз проводу і кабелю кіл живлення, керування, сигналізації, виміру і т.д.

повинні вибиратися з умов допустимого нагрівання електричним струмом.

Умови нагріву проводів:

$$I_{\text{трив.доп}} \geq I_{\text{розрах.}}$$

Умови відповідності вибраному апарату захисту:

$$I_{\text{трив.доп}} \geq K_3 \cdot I_3$$

Приймаємо провід ПВЗ (1-2.5) для силової частини.

Приймаємо провід ПВЗ (1-1.5) на коло керування.

2.6. Розрахунок електричного освітлення механічного цеху

Розрахунок освітлення проводимо по наступним вихідним даним:

Механічний цех

1. Розміри ($A=36\text{м}$, $B=72\text{м}$, $H=8\text{м}$).

2. Середовище пильне.

3. Розряд та підрозряд роботи – II в

4. Висота робочої поверхні – 1,5 м

4. Освітлення комбіноване

5. Джерела світла – люмінесцентні лампи.

Розрахунок освітлювальної установки методом коефіцієнта використання світлового потоку з люмінесцентними лампами

Через те що потужність люмінесцентних ламп обмежена, то розрахунок

проводимо спочатку задавшись лампою, а потім знаходимо їхню кількість:

1) Маючи розряд та під розряд роботи за таблицею 1.8 визначаємо нормоване значення освітленості 400 лк

2) Вибираємо лампу за таблицею 1.2 та світильник під ту лампу. ЛБ – 30, 30Вт, напругою 108 В, струм 0,34А, Світловий потік 980 лм, довжина з штирком 909мм, діаметр 25мм.

3) Визначаємо висоту підвісу світильника

$$h = H - (h_p + h_{зв}) = 8 - (1,5 + 1,5) = 5\text{м} \quad (2.4.1.1)$$

4) Визначаємо індекс приміщення

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{36 \cdot 72}{5 \cdot (36 + 72)} = 4,8 \quad (2.4.1.2)$$

5) Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку

$$\eta = \frac{\Phi}{N \cdot \Phi_{л}} = 40\% \quad (2.4.1.3)$$

6) Визначаємо кількість ламп для приміщення за формулою

$$N = \frac{K_z \cdot E_n \cdot S \cdot Z}{\Phi_l \cdot \eta} = \frac{1,4 \cdot 40 \cdot 2592 \cdot 1,3}{980 \cdot 0,4} = 480 \text{ шт.} \quad (2.4.1.4)$$

7) Якщо світильник дволамповий то визначаємо кількість світильників ділячи число ламп на 2.

$$\frac{N}{2} = \frac{480}{2} = 240 \text{ шт.} \quad (2.4.1.5)$$

8) Розміщуємо світильники на площі приміщення. При цьому враховуємо довжину світильника. Можна розміщувати суцільним рядом коли

віддаль між світильниками є меншою ніж половина довжини світильника або розірвано якщо віддаль між світильниками більша ніж сама довжина світильника.

9) На завершення розрахунку креслимо план приміщення освітлювальної установки де вказуємо щиток аварійного освітлення приблизно 10% та показуємо лінії електроживлення світильників.

10) Розміщуємо світильники у 4 ряди ламп по 60 світильники.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Перевірка освітлювальної установки з люмінесцентними лампами точковим методом

1) На площі преміщення механічного цеху виберасмо точку якій освітленість є найменшою.

2) Визначасмо відді від вибраної точки до найбільше розмісненх рядів світильника.

$$d_1 = 11 \quad d_2 = 22 \quad d_3 = 33 \text{ м} \quad (2.4.2.1)$$

Відстані від точки А до рядів світильників

$$P' = d/h,$$

$$P'_1 = d_1/h = 11/5 = 2,2$$

$$P'_2 = d_2/h = 22/5 = 4,4$$

$$P'_3 = d_3/h = 33/5 = 6,6$$

$$L' = L/h \cdot 2$$

де L - довжина ряду світильників, L = 35,5 м

$$L' = 35,5/5 \cdot 2 = 3,55$$

3) Для точки В знаходимо P' і L'.

$$P_1 = 5,5 \text{ м}; P_2 = 5,5 \text{ м}; P_3 = 16,5 \text{ м}.$$

$$P'_1 = 1,6 \quad P'_2 = 1,6 \quad P'_3 = 5 \quad L' = 6,4$$

4) По кривим просторових маючи ВіА визначасмо ввіднанні умовні освітленості $E_1, E_2, \dots = 400 \text{ лм}$

5) Знаходимо сумарну освітленість

$$\sum E \equiv E_1 \cdot N = 400 \cdot 60 = 24000 \text{ лм} \quad (2.4.2.6)$$

6) Знаходимо лінійну густину світлового потоку

$$\phi' = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot n}{L} = \frac{1000 \cdot 2}{72} = 27,8 \text{ лм} \quad (2.4.2.7)$$

7) Визначасмо дійсну освітленість у вибраній точці за формулою

$$E_{\text{AN}} = \frac{\phi' \cdot \mu \cdot \sum E}{1000 \cdot K_3 \cdot h} = \frac{27,8 \cdot 1,1 \cdot 2400}{1000 \cdot 1,5 \cdot 5} = 97,92 \quad (2.4.2.8)$$

8) Якщо виконується умова $E_{AN} > E_n$ розрахунок проведено правильно
 $97,92 > 40$.

Розрахунок місцевого освітлення

1. Визначаємо нормовану освітленість для місцевого освітлення.

2. Приймаємо $E_{н.міст.}$ на рівні 90% від $E_{н.комб.}$

$$E_{н.м.} = 0,9 * E_{н.к.} = 0,9 * 400 = 360 \text{ лк.}$$

3. Знаходимо відносну освітленість E .

Знаючи h -висоту встановлення світильника і b - відстань від нього до деталі, визначаємо по кривих просторових ізолюкс відносну освітленість E . При $h=0,3\text{м}$ і $b=0,12\text{м}$, $e=1007\text{лк}$.

4. Визначаємо світловий потік лампи по формулі

$$F_{л} = \frac{1000 * E_n}{e}; \text{ лм}$$

$$F_{л} = \frac{1000 * 360}{1007} = 357$$

5. Вибираємо тип лампи і світильника.

По розрахунковому світловому потокові вибираємо лампу місцевого освітлення типу 15/54 G13 - А-FT-0128. $F_{л.н.} = 560 \text{ лм}$. По таблиці вибираємо світильник місцевого освітлення типу PRIZMA-2 (PC/PS IP65 -

B-FW-1389.

РОЗДІЛ 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Технічні характеристики реле SR3XT101BD

SR3XT101BD від Schneider Electric - це модуль розширення

входів/виходів, який використовується з програмованими логічними

контролерами (PLC) серії Zelio Logic. Він надає додаткові можливості для
вашого PLC, дозволяючи йому керувати більшим числом пристроїв.

Основні характеристики:

Кількість входів та виходів: Цей модуль має 6 цифрових входів і 4
релейних виходи.

Сумісність: Цей модуль розширення сумісний з PLC моделей SR2 та
SR3 від Schneider Electric.

Керування пристроями: Цей модуль дозволяє вам керувати пристроями
безпосередньо через вбудовані реле. Виходи модуля можна підключити до
пристроїв, які ви хочете керувати.

Сенсори: Входи модуля можуть бути підключені до сенсорів або інших
пристроїв, які ви хочете використовувати для контролю ваших пристроїв.

З'єднання: Цей модуль підключається до основного PLC через
спеціальний кабель.

Захист: Модуль виготовлений з високоякісних матеріалів, які
забезпечують його захист від певного рівня електростатичних розрядів та
інших можливих пошкоджень.



Рис. 3.1 Вид реле SR3XT101BD

3.2. Загальні кроки підключення реле

Визначте входи і виходи реле. Вони мають бути чітко позначені на корпусі реле.

Підключення джерела живлення: Живлення для реле зазвичай підключається до вхідних контактів. Це може бути позначено як "COM" (загальний) або "VCC" (позитивне живлення) і "GND" (земля).

Підключення виходів: Виходи реле підключаються до пристрою, який ви хочете керувати. Це зазвичай позначено як "NO" (Normally Open - нормально відкритий) або "NC" (Normally Closed - нормально закритий). Вибір між NO і NC залежить від того, як ви хочете, щоб пристрій працював при активації реле.

Підключення контролюючого сигналу. Реле активується за допомогою контролюючого сигналу, який підключається до входу керування реле. Це може бути позначено як "IN" або "SIG" (сигнал).

Перевірка з'єднань: Перш ніж ввімкнути живлення, вам слід перевірити всі з'єднання на наявність коротких замикань або інших можливих проблем.

Схема з'єднань і підключень необхідна для монтажу електрообладнання верстату. Схема визначає всі електричні з'єднання

елементів, які входять в склад верстату, а схема підключення показує зовнішні

з'єднання цих елементів. На схемі показуються виводи вхідних апаратів і

елементів, відображає їх розташування і нумерацію. Для кращого уявлення

виводи кожного елемента заключають в загальну рамку. Для зображення

окремих елементів (резисторів, електричних ламп, проводів, котушок апаратів)

на схемі з'єднань показують їх умовне позначення.

На схемі з'єднань позначені всі контактні елементи, через які реалізуються електричні з'єднання (виводи апаратів і пристроїв, клемні коробки, затискачі) і провідники які від них відходять. У кожного вивода і

затискача вказується адреса кінцевих відхідних провідників.

3.3 Вольт-амперна характеристика реле

SR3XT101BD є розширювальним модулем, а не самостійним реле,

тому він може не мати своєї власної вольт-амперної характеристики. Його

електричні характеристики, такі як напруга та струм, будуть залежати від основного програмованого логічного контролера (PLC), до якого він підключений.

Зазвичай, вольт-амперна характеристика (або IV крива) є графіком,

який показує відношення між напругою та струмом в електричному пристрої.

Це важливо для визначення того, як пристрій буде вести себе при різних рівнях напруги та струму.

Враховуючи, що SR3XT101BD - це розширювальний модуль для PLC, вольт-амперна характеристика буде в значній мірі залежати від характеристик PLC, до якого він підключений, а також від пристроїв, підключених до модуля.

3.4 Програмування реле

Schneider Electric SR3XT101BD - це розширювальний модуль для програмованих логічних контролерів (PLC) серії Zelio Logic. Це не самостійне реле, яке можна програмувати. Замість цього, воно використовується для збільшення кількості входів та виходів у вашому PLC, дозволяючи більшій кількості пристроїв бути підключеними та керованими.

Програмування PLC, до якого підключений цей модуль, здійснюється за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, яке зазвичай надається виробником. Для серії Zelio Logic від Schneider Electric, це програмне забезпечення називається Zelio Soft.

Ось загальний процес програмування PLC з використанням Zelio Soft:

Завантажте та встановіть Zelio Soft. Ви можете завантажити це програмне забезпечення з веб-сайту Schneider Electric.

Створіть новий проект. Після запуску Zelio Soft, виберіть опцію створення нового проекту.

Виберіть ваш PLC. Ви повинні вибрати модель PLC, до якого підключений ваш розширювальний модуль.

Програмуйте вашу логіку. За допомогою інструментів програмного забезпечення, ви можете створювати логіку для вашого PLC, використовуючи входи та виходи вашого розширювального модуля.

Завантажте вашу програму. Після створення програми, ви можете завантажити її на ваш PLC за допомогою кабелю USB або Ethernet, в залежності від вашої моделі PLC.

3.5 Програма роботи смарт реле SR3XT101BD:

При натисканні кнопки SB1 «Гідравліка» Вмикається двигун М1, що запускає привід гідравліки.

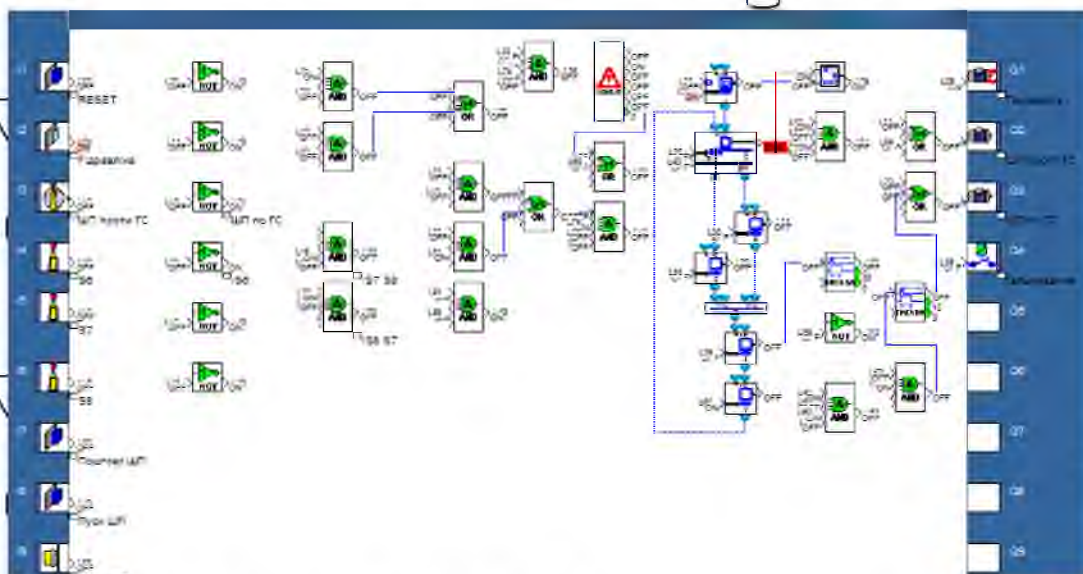


Рис 3.2. Моделювання роботи реле

Для подальшого вибору напрямку обертання служить перемикач SA1 «ШП за /проти ГС», спрацюють перемикачі S6 та S8, що відкриє шлях протікання струму до того чи іншого двигуна. Після цього потрібно натиснути кнопку SB3 «Пуск шпинделя», яка увімкне двигун (M2,M3).

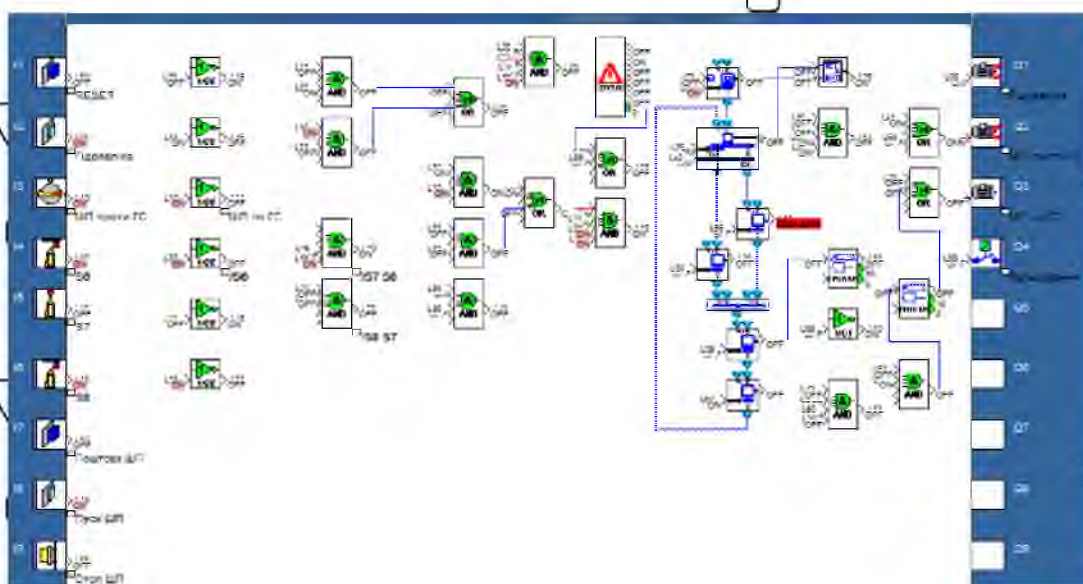


Рис 3.3. Моделювання роботи реле

У даному випадку шпindelь обертається проти годинникової стрілки, щоб продемонструвати роботу динамічного гальмування потрібно натиснути кнопку SB4 «Стоп шпинделя»

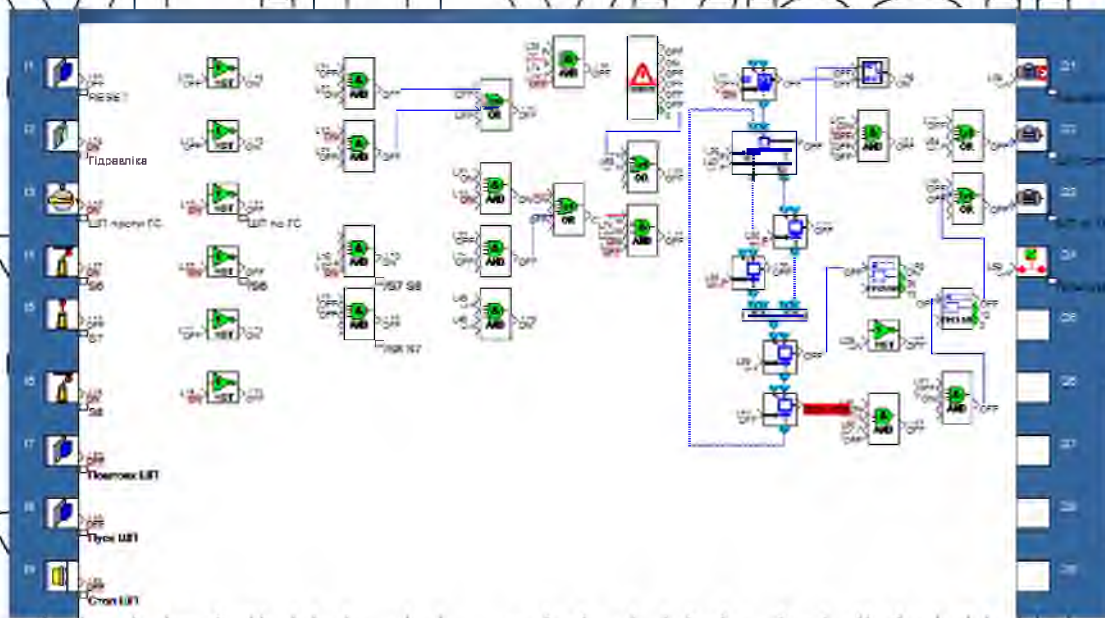


Рис 3.4. Моделювання роботи реле

Кнопка SB1 «Reset» виконує функцію зупинку та повернення її у вихідне становище програми.

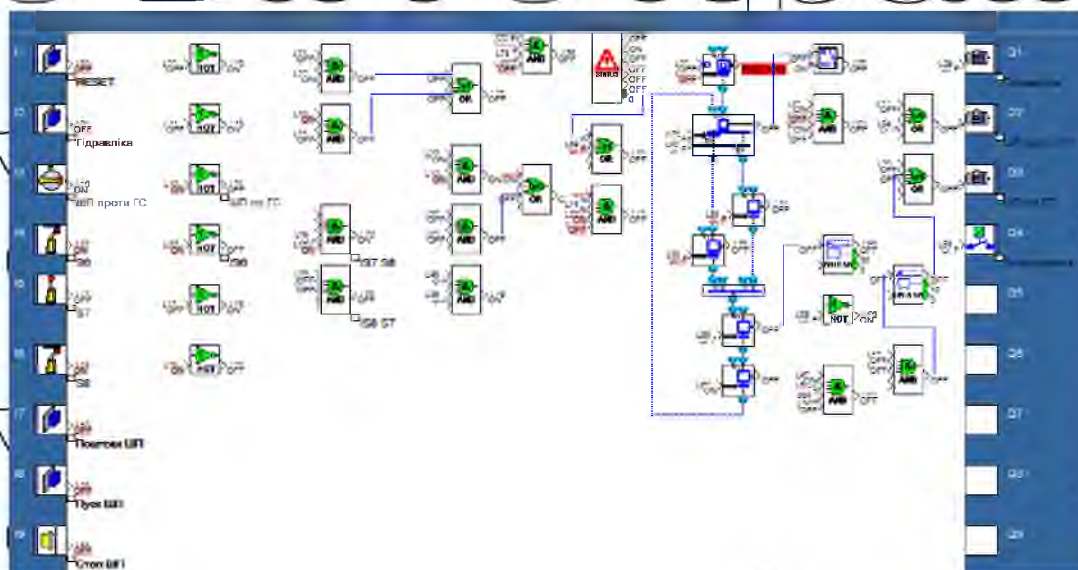


Рис 3.5. Моделювання роботи реле

3.6 Заходи безпеки при роботі з реле

При експлуатації електроустаткування, включаючи реле та програмовані логічні контролери (PLC), дотримання техніки безпеки є вкрай важливим для запобігання травм або пошкодження обладнання. Ось деякі загальні міроприємства з техніки безпеки, які слід враховувати:

Відключення живлення: Перш ніж розпочинати будь-яку роботу з електроустаткуванням, впевніться, що воно відключене від джерела живлення.

Це допоможе запобігти електричному удару.

Використання захисного обладнання: При роботі з електроустаткуванням завжди використовуйте відповідне захисне обладнання, таке як рукавички, захисні окуляри та взуття.

Навчання та кваліфікація: Роботу з електроустаткуванням повинні виконувати лише особи, які мають відповідну кваліфікацію та навчання.

Дотримання інструкцій виробника: Перед використанням будь-якого електроустаткування завжди прочитайте та дотримуйтеся інструкцій виробника.

Регулярна перевірка та обслуговування: Електроустаткування повинно регулярно перевірятися та обслуговуватися, щоб впевнитися, що воно перебуває у безпечному та відповідному стані.

Безпечне розташування: Електроустаткування повинно бути розташоване на безпечній відстані від легкозаймистих матеріалів та в місцях, де немає відкритого доступу до потенційно небезпечних елементів, таких як металеві предмети або вода.

Правильне підключення: Переконайтесь, що усе електроустаткування підключено відповідно до виробничих специфікацій і відповідних стандартів безпеки. Неправильне підключення може призвести до короткого замикання, перегріву або інших небезпечних ситуацій.

Електроізоляція: Переконайтесь, що всі провідники та з'єднання

належно ізольовані, щоб запобігти небажаному струмопроводу.

Не перевантажуйте систему: Перевантаження може призвести до перегріву або пошкодження обладнання. Переконайтесь, що обладнання не перевантажується, слідкуючи за максимальними рейтингами струму та напруги.

Екстрене вимкнення: Ваша система має мати засоби для швидкого вимкнення живлення в екстрених випадках.

Робота з вологою: Ніколи не працюйте з електроустаткуванням, коли ви або обладнання вологі. Вода є провідником електрики і може спричинити серйозний електричний удар.

Правильне зберігання: Коли електроустаткування не використовується, зберігайте його в сухому, чистому місці, де воно не буде пошкоджено або використовуватися неправильно.

3.7 Порівняння мікроконтролера та частотного перетворювача

Частотний перетворювач і мікроконтролер — це два різних пристрої, які використовуються для різних цілей, але вони можуть доповнювати одне одного в системах управління електроприводом.

Частотний перетворювач:

Частотний перетворювач — це пристрій, який використовується для контролю швидкості обертання асинхронного електродвигуна, змінюючи частоту подаваного на двигун змінного струму. Застосування частотного перетворювача дозволяє значно підвищити ефективність використання електроенергії, особливо в системах, де потрібна регулюєма швидкість

обертання.

Мікроконтролер:

Мікроконтролер — це компактний комп'ютер на одному інтегральному чипі, який використовується для управління різними пристроями і системами.

У системах електроприводу мікроконтролери можуть бути використані для контролю роботи частотного перетворювача, забезпечуючи точне управління процесами прискорення, гальмування та стабілізації швидкості обертання двигуна.

В загальному випадку, частотний перетворювач і мікроконтролер можуть працювати разом для створення більш складної та ефективної системи управління електроприводом. Частотний перетворювач забезпечує безпосереднє управління електродвигуном, а мікроконтролер контролює роботу перетворювача, виконуючи більш високорівневі завдання управління.

Порівняння:

Частотний перетворювач та мікроконтролер мають різні характеристики та можливості:

а. Функціональність: Частотні перетворювачі, як правило, використовуються для регулювання швидкості обертання асинхронних двигунів, змінюючи частоту вихідного змінного струму. Вони не мають вбудованої логіки програмування і в основному фокусуються на обробці сигналів. З іншого боку, мікроконтролери мають вбудовану логіку програмування і можуть виконувати багато різних завдань, включаючи аналіз даних, взаємодію з іншими пристроями і управління різними пристроями.

б. Універсальність: Мікроконтролери є більш універсальними, оскільки вони можуть бути програмовані для виконання багатьох різних завдань.

Частотні перетворювачі, з іншого боку, зазвичай використовуються для конкретних застосувань у системах електроприводу.

в. Складність: Мікроконтролери можуть вимагати більш складного програмування і налаштування, тоді як частотні перетворювачі зазвичай є простішими у встановленні та використанні.

3.8. Можливості співпраці реле з частотним перетворювачем

Хоча частотний перетворювач та мікроконтролер мають різні функції, вони можуть ефективно співпрацювати у системі електроприводу.

Мікроконтролер може контролювати роботу частотного перетворювача, отримувати дані з сенсорів, виконувати алгоритми управління і надсилати команди перетворювачу для регулювання швидкості обертання двигуна. Така система може забезпечувати високу ефективність та точність управління, а також можливість гнучкого налаштування для різних задач і умов роботи.

Використання в конкретних системах:

В системах електроприводу токарних верстатів частотний перетворювач та мікроконтролер можуть бути використані для підвищення енергоефективності та точності обробки. Мікроконтролер може збирати дані з різних сенсорів, аналізувати ці дані, виконувати алгоритми управління і відправляти команди частотному перетворювачу, який в свою чергу регулює швидкість обертання двигуна верстата. Це може допомогти забезпечити оптимальну швидкість роботи, зменшити енергоспоживання та підвищити якість обробки.

3.9. Порівняння мікроконтролера та частотного перетворювача з

точки енергоефективності

Частотний перетворювач та мікроконтролер використовуються в системах електроприводу для досягнення більш високої енергоефективності, але їх вклад в цей процес є різним:

Частотний перетворювач:

Частотний перетворювач безпосередньо впливає на енергоефективність системи електроприводу. Він дозволяє регулювати швидкість обертання асинхронного двигуна, змінюючи частоту вихідного змінного струму. За допомогою частотного перетворювача двигун може

працювати з оптимальною швидкістю для конкретної задачі, що дозволяє зменшити втрати енергії та підвищити ефективність використання електроенергії.

Мікроконтролер:

Мікроконтролер не впливає безпосередньо на енергоефективність системи електроприводу, але він може значно покращити цю ефективність, забезпечуючи більш розумне та гнучке управління. За допомогою мікроконтролера можна точно контролювати роботу частотного перетворювача, а також адаптувати роботу системи до різних умов та вимог.

Наприклад, мікроконтролер може автоматично зменшувати швидкість двигуна в періоди низького навантаження, що дозволяє зекономити енергію.

Отже, як частотний перетворювач, так і мікроконтролер відіграють важливу роль у підвищенні енергоефективності системи електроприводу.

Частотний перетворювач дозволяє оптимізувати фізичну роботу двигуна, а мікроконтролер забезпечує інтелектуальне управління цим процесом

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Кошторис з налагодження ручного режиму пуску приводів верстата на базі мікроконтролера

Всі витрати підприємства незалежно від того, де вони відбуваються, групуються за економічними елементами. У випадку, якщо підприємство надає кілька видів робіт, то витрати групуються за калькуляційними статтями.

Витрати поділяються на прямі та непрямі. Прямі витрати відносять безпосередньо до робіт, а непрямі з'являються між різними видами робіт і послуг зв'язанх з виробничим процесом.

Визначення потреби в матеріальних ресурсах

Визначення потреби в матеріальних ресурсах на виконання наладжувальних робіт здійснюється шляхом розрахунку вартості матеріалів, запасних частин купованих напівфабрикатів та комплектуючих виробів, допоміжних та інших матеріалів, які можуть бути безпосередньо віднесені до конкретного об'єкта витрат, витрат енергоресурсів.

Вартість електроенергії, що споживається в процесі виконання обчислюється за формулою:

$$W_{уст} = T_{ел} \cdot P_{ел} \cdot \Phi_{ел}, грн \quad (4.1.1)$$

де $T_{ел}$ – тариф за 1кВт год., грн.;

$P_{ел}$ – потужність устаткування, кВт;

$\Phi_{ел}$ – тривалість роботи устаткування за розрахунковий період, год.

$$W_{уст} = 4,2 \cdot 0,15 \cdot 2 = 1,26 \text{ грн}$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Перелік устаткування, пристроїв, інструментів, які використовуються при виконанні ремонтних робіт

Таблиця перелік інструментів для ремонтних робіт 4.1.

№ з/п	Перелік устаткування, пристроїв, інструментів	Кількість, шт.	Ціна за одиницю без ПДВ, грн.	Вартість загальна, грн.	Потужність, кВт	Тривалість роботи, год.
1	Мультиметр UNI-T UT89X	1	855	855	0,15	0,5
	Набір інструменту Cr-V STORM INTERTOOL ET-8126	1	2699	2699	-	-
3	Разом	2	-	3554	-	-

Розрахунок витрат, пов'язаних з утриманням устаткування, пристроїв

Устаткування, пристрої, вартість яких більше 6000 грн. відносяться до основних фондів, річна норма амортизації для яких визначається в залежності від методу, визначеного наказом підприємства про облікову політику з метою складання фінансової звітності.

В розрахунках амортизаційних відрахувань приймається прямолінійний метод нарахування амортизації.

Річна сума амортизації обчислюється за формулою:

$$A_{\text{річ}}^{\text{уст}} = \frac{V_{\text{п}} - V_{\text{л}}}{T_{\text{кв}}}, \text{ грн} \quad (4.1.2)$$

де $V_{\text{п}}$ – первісна вартість об'єкта основних засобів, грн.;

$V_{\text{л}}$ – ліквідаційна вартість об'єкта основних засобів, грн.;

$T_{\text{кв}}$ – термін корисного використання об'єкта основних засобів.

$$V_{\text{п}} = 0,00$$

$V_d = 0,00$
 $A_{\text{річ}}^{\text{уст}} = 0,00 \text{ грн}$
 Інші витрати, пов'язані з утриманням, експлуатацією і ремонтом

устаткуванням приймаються у розмірі 5,0% від їх вартості.

$V_{\text{уст}}^{\text{уст}} = 0,05 \cdot V_{\text{уст}}, \text{ грн} \quad (4.1.3)$
 $V_{\text{уст}}^{\text{уст}} = 0,05 \cdot 3554 = 178 \text{ грн}$
 Загальна сума витрат, пов'язаних з утриманням устаткування,

пристроїв обчислюється за формулою:

$V_{\text{уст}}^{\text{заг}} = A_{\text{річ}}^{\text{уст}} + V_{\text{уст}}^{\text{уст}}, \text{ грн} \quad (4.1.4)$
 $V_{\text{уст}}^{\text{заг}} = 178 \text{ грн}$
 Крім того, відшкодування зносу пристроїв, інструменту, вартість яких

менше 6000,00 грн. здійснюється відразу шляхом перенесення їх вартості на

вартість послуг:
 $V_{\text{відш}} = V_{\text{оф}}, \text{ грн} \quad (4.1.5)$
 де $V_{\text{оф}}$ – вартість основних фондів, ціна кожного з яких менша 6000,00

грн.

$V_{\text{відш}} = 3554 \text{ грн}$
 Розрахунок загальновиробничих витрат
 Загальновиробничі витрати – це витрати, пов'язані з:

- 1) управлінням виробництва;
- 2) амортизаційними відрахуваннями основних засобів (крім устаткування, пристроїв);
- 3) утриманням, експлуатацією і ремонтом основних засобів;
- 4) освітленням, опаленням, водозабезпеченням, водовідведенням;
- 5) іншими витратами.

Витрати, пов'язані з управлінням виробництвом – це фонд оплати праці керівників, спеціалістів, службовців та нарахуваннями на нього.

Фонд заробітної плати для управлінців буде розрахований з того, що у нас існує 1 керівник проекту, а час витрачений на виконання проекту становить 50 год., тоді:

$$\Phi_{\text{осно.к}} = T \cdot t, \text{ грн} \quad (4.1.6)$$

де T – тариф керівника;
 t – час виконання робіт.

$$T = 3P_{\text{мін}} \cdot K, \text{ грн} \quad (4.1.7)$$

де $3P_{\text{мін}}$ – мінімальний прожитковий рівень і становить 2270 грн.;

K – прийемо 2,27.

$$T = 2270 \cdot 2,27 = 5153 \text{ грн}$$

$$\Phi_{\text{осно.к}} = 5153 \cdot \left(\frac{50}{166,08}\right) = 1551 \text{ грн}$$

Нарахування на фонд оплати праці відображають єдиний внесок підприємства на загальнообов'язкове державне соціальне страхування

Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування - консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування в обов'язковому порядку та на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб та членів їхніх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов'язкового державного соціального страхування.

Розмір єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування встановлюється в законодавчому порядку у відсотках від суми витрат підприємства на оплату праці.

Розмір єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування становить 20% та обчислюються за формулою:

$$CB = \frac{P_{\text{єв}}}{100,0} \cdot \Phi_{\text{ОП}}_{\text{упр}}, \text{ грн} \quad (4.1.8)$$

де $P_{\text{єв}}$ – розмір єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

$$CB = 1551 \cdot 20\% = 310,2 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування основних засобів, які є у нашому складі визначаються в залежності від обраного методу нарахування амортизації.

Маємо в своєму складі будівлю.

Вартість будівлі обчислюється за формулою:

$$V_{\text{буд}} = a \cdot b \cdot N \cdot K \cdot V_{1\text{м}^2} \text{ грн} \quad (4.1.9)$$

де a – довжина (приймається 36 м);

b – ширина (приймається 72 м);

N – кількість приміщень, штук;

K – коефіцієнт для загальнопромислових приміщень (приймається 1);

$V_{1\text{м}^2}$ – вартість 1м² площі будівлі, грн.

$$V_{\text{буд}} = 36 \cdot 72 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 = 6480000 \text{ грн}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Таблиця амортизаційні витрати 4.2.

з/п	Перелік основних засобів	Вартість основних засобів, грн.	Річна норма амортизації, %	Річна сума амортизації, грн.
	Будівля	6480000	5	324000

$$A_{\text{буд}} = 6480000 \cdot 5\% = 324000 \text{ грн}$$

Загальні амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$A_{\text{заг}} = A_{\text{буд}} + A_{\text{інш}}, \text{ грн} \quad (4.1.10)$$

$$A_{\text{заг}} = 324000 \text{ грн}$$

Витрати на утримання, експлуатацію і ремонт основних фондів загальнопромислового призначення приймаються в розмірі 10,0% від їх вартості:

$$V_{\text{утр}} = 0,1 \cdot V_{\text{оф}}, \text{ грн} \quad (4.1.11)$$

де $V_{\text{оф}}$ — загальна балансова вартість основних засобів, грн.

$$V_{\text{оф}} = 6480000 \text{ грн}$$

$$V_{\text{утр}} = 6480000 \cdot 0,1 = 648000 \text{ грн}$$

Витрати на освітлення розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{осв}} = T \cdot T_{\text{ел.ен}} \cdot P, \text{ грн} \quad (4.1.12)$$

де T — тривалість робіт, год;

$T_{\text{ел.ен}}$ — тариф за 1кВт електроенергії;

P — потужність приладу.

$$V_{\text{осв}} = 50 \cdot 4,2 \cdot 0,15 = 31,5 \text{ грн}$$

Інші загальнопромислові витрати приймаються в розмірі 15,0% від фонду оплати праці управлінців.

$$V_{\text{інш}} = 0,15 \cdot \text{ФОП}, \text{ грн} \quad (4.1.13)$$

$$V_{\text{інш}} = 0,15 \cdot 1551 = 232 \text{ грн}$$

Загальна сума загальнопромислових витрат обчислюється за формулою:

$$V_{з-в} = \text{ФОП}_{\text{упр}} + \text{ЄВ} + A_{\text{заг}} + V_{\text{угр}} + V_{\text{осв}} + V_{\text{інш}} \text{ грн} \quad (4.1.14)$$

$$V_{з-в} = 1551 + 310,2 + \left(324000 \left(\frac{50}{2270} \right) \right) + \left(6480000 \left(\frac{50}{2270} \right) \right) +$$

$$+ 31,5 + 232 = 2358307 \text{ грн}$$

Складання кошторису на виконання робіт

Кошторис — комплексна система економічних розрахунків з визначення

витрат, пов'язаних з виконанням певного виду робіт.

Таблиця кошторис на виконання робіт 4.3.

з/п	Статті калькуляції	Сума витрат, грн.
	Матеріали, комплектуючі	0,00
	Енергія для технологічних цілей	0,16
	Основна заробітна плата робітників	2242
	Додаткова заробітна плата робітників	224
	Єдиний внесок на загальнообов'язкове державне соціальне страхування	542
	Загальнопромислові витрати	171341
	Виробнича собівартість	174349

Загальний час на виконання становить 50 год., тоді знайдемо годинну

тарифну ставку для робітника 2 розряду.

$$T_2 = T_1 \cdot K_2, \quad (4.1.15)$$

де T_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду;
 K_2 – перевідний коефіцієнт робітника 2-го розряду.

$$T_1 = \frac{ЗП_{\min}}{ЕФРЧ_{нсм}}, \quad (4.1.16)$$

де $ЗП_{\min}$ – мінімальна заробітна плата;
 $ЕФРЧ_{нсм}$ – ефективний фонд робочого часу нормативний середньомісячний.

$$ЕФРЧ_{нсм} = \frac{ЕФРЧ_{нр}}{12}, \quad (4.1.17)$$

де $ЕФРЧ_{нр}$ – ефективний фонд робочого часу, який становить 2010 год у 2020 році.

$$ЕФРЧ_{нсм} = \frac{2010}{12} = 167,5 \text{ год}$$

$$T_1 = \frac{4173}{167,5} = 24,9 \text{ грн}$$

$$T_2 = 24,9 \cdot 1,08 = 44,84 \text{ грн}$$

Знайдемо фонд заробітної плати для робітника:

$$\Phi_{осн.2} = T_2 \cdot T, \quad (4.1.18)$$

$$\Phi_{осн.2} = 44,84 \cdot 50 = 2242,00 \text{ грн}$$

Знайдемо фонд премії:

$$П_2 = \Phi_{осн.2} \cdot \%П, \quad (4.1.19)$$

де $\%П$ – відсоток премії, яку приймаємо у розмірі 10%.

$$П_2 = 2242 \cdot 10\% = 224 \text{ грн}$$

Єдиний внесок підприємства на загальнообов'язкове державне соціальне страхування обчислюється за формулою:

$$ЄВ = \frac{Р_{ЄВ}}{100} \cdot (\Phi_{осн} + \Phi_{дод}), \text{ грн} \quad (4.1.20)$$

де $P_{\text{ЄВ}}$ – розмір єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

$$ЄВ = 22\% \cdot (2242 + 224) = 542 \text{ грн}$$

4.2 Економічне порівняння частотного перетворювача та мікроконтролера

При порівнянні частотного перетворювача та мікроконтролера з економічної точки зору, важливо розглянути кілька основних аспектів:

Вартість обладнання: Частотні перетворювачі, як правило, коштують дорожче, ніж мікроконтролери, особливо якщо розглядати високоякісні моделі, призначені для важких умов експлуатації. Однак, це може бути виправдано з точки зору енергоефективності та підвищення продуктивності.

Вартість встановлення та налаштування: Частотні перетворювачі, зазвичай, легше встановити та налаштувати, що може зменшити витрати на встановлення. З іншого боку, мікроконтролери можуть вимагати більшого досвіду та знань для коректного програмування та налаштування.

Вартість експлуатації: Мікроконтролери, як правило, споживають менше енергії, ніж частотні перетворювачі, що може знизити витрати на електроенергію. Водночас, використання частотного перетворювача може підвищити енергоефективність системи електроприводу та знизити загальні витрати на електроенергію.

Вартість обслуговування та ремонту: Частотні перетворювачі, як правило, потребують більше обслуговування та можуть бути дорожчими в ремонті, ніж мікроконтролери.

Економічна ефективність: При правильному використанні обидва цих пристрої можуть підвищити економічну ефективність системи електроприводу, знижуючи витрати на електроенергію та підвищуючи продуктивність.

Отже, вибір між частотним перетворювачем та мікроконтролером вимагає врахування не лише початкової вартості обладнання, але й витрат на його встановлення, налаштування, експлуатацію та обслуговування.

Варто зауважити, що в багатьох випадках найкращим вибором може бути комбінація обох цих пристроїв. Мікроконтролер може контролювати роботу частотного перетворювача, оптимізуючи роботу системи електроприводу та забезпечуючи високу ефективність та економію енергії.

Враховуючи швидкий розвиток технологій, вартість такого обладнання може з часом зменшуватися, роблячи його все більш доступним для широкого використання. Крім того, досвід показує, що інвестиції в енергоефективні технології часто окупаються за рахунок зниження витрат на електроенергію та підвищення продуктивності.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Міровиємства з техніки безпеки при експлуатації електроустаткування

До роботи на верстаті і його обслуговуванні допускаються особи, які вивчили конструктивні і технічні особливості верстату і пройшли спеціальну підготовку по його технічному обслуговуванню, налазці та інструктаж по техніці безпеки.

При технічній експлуатації верстату необхідно виконувати вимоги по техніці безпеки і виробничій санітарії.

Оператору і налазчику необхідно ознайомитися з сигнальною інформацією, вказаною на табличках, встановлених на корпусах вузлів і кожухах верстату.

Кожного дня перед початком роботи необхідно перевірити справність верстату та заземлення.

Перед початком роботи, в режимі „Наладка” перевірити установку зон обмеження переміщень супорту по відношенню до корпусу.

Нову керуючу програму, якщо вона не перевірена, перевірити в холостому ході роботи верстату в режимі „Автомат” без установки інструменту.

Звертати при цьому першочергову увагу на напрям переміщення, а також на його величину і швидкість.

При несправності верстату, а також при появі вібрацій, стороннього шуму в вузлах і гідросистемі верстату, при перериві подачі електроенергії, при виникненні в ході роботи збоїв, роботу на верстаті слід перервати, вимкнувши при цьому електроустаткування верстату.

При працюючому верстаті забороняється:

- 1) проводити заміну ріжучого інструменту;
- 2) відкривати пульт керування;
- 3) проводити роботи, пов'язані з відкриттям труб і металорукавів, які

закривають струмоведучі провода;

4) знаходитись в зоні переміщення робочих органів при виконанні ремонтних робіт і перевірці дії та взаємодії механізмів;

5) проводити чистку верстату.

б) при технічному обслуговуванні або ремонті верстату н7а пульті оператора повинна висіти табличка: „НЕ ВМИКАТИ! ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ”.

5.2. Розрахунок захисного заземлення і вибір схеми

При обслуговуванні електроустановок небезпечність створюють тільки не ізольовані струмопровідні частини, які знаходяться під напругою, але і ті конструктивні частини електроустановки, які нормально не знаходяться під напругою, але при пошкодженні ізоляції можуть (корпуса електродвигунів, пускачі, баки трансформаторів і т.д.). Для захисту людей від враження електричним струмом використовують захисне заземлення – електричне з'єднання будь-якої частини електроустановки з заземлюючим пристроєм для забезпечення електробезпеки. Завданням захисного заземлення є зниження до безпечного рівня величини напруги. Заземлюючий пристрій складається з заземлювача і заземлюючих провідників. В якості заземлювачів використовуються в першу чергу природні заземлювачі: прокладені в землі сталеві трубки, свинцеві оболонки силових кабелів, які прокладені в землі, металеві конструкції будівель. Не дозволяється використовувати трубопроводи газів і т.д. Якщо природних заземлювачів недостатньо, то використовують штучні.

Проведемо розрахунок захисного заземлення для інструментального цеху, де експлуатується токарно-гвинторізний верстат.

Даний інструментальний цех знаходиться в другій кліматичній зоні.

Питомий опір ґрунту при нормальній вологості рівний $\rho = 62 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Електроустановки цеху займає площу $18 \times 18 \text{ м}^2$. Вимога од опору заземлення така: $R_z \leq 40 \text{ Ом}$. Заземлюючий пристрій виконуємо у вигляді контура із полос $40 \times 4 \text{ мм}$, прокладений на глибині $0,7 \text{ м}$ біля цеху і стержнів довжиною 5 м та діаметром 12 мм на відстані 5 м один від одного.

Опір одного стержня:

$$R_B = 0,27 \cdot \rho_{\text{розп}}, \quad (5.2.1)$$

$$\rho_{\text{розп}} = k_{\text{сез}} \cdot \rho = 1,45 \cdot 62 = 89,9 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (5.2.2)$$

де $k_{\text{сез}} = 1,45$ для другої кліматичної зони.

Тоді $R_B = 0,27 \cdot 89,9 = 24,3 \text{ Ом}$.

Необхідне число заземлювачів:

$$n_l = \frac{R_B}{R_3 \cdot \eta_l}, \quad (5.2.3)$$

де η_l – коефіцієнт використання заземлювачів з врахуванням відстані

між ними, їх довжини і кількості, $\eta_l = 0,52$, см 205 для $a/b=1$

$$n_l = \frac{24,3}{4 \cdot 0,52} = 11,7 \approx 12$$

Загальна довжина полоси по плану 60м

Опір заземленої полоси:

$$r_r = \frac{0,336 \cdot \rho_{\text{розп}}}{l} = 1g \cdot \frac{2l^2}{bt}$$

де l – довжина полоси, м;

b – ширина полоси, м;

t – глибина.

Переріз полоси не менше 48 мм^2 , товщина не менше 4 мм

$$\rho_{\text{розп}} = k_{\text{сез}} \cdot \rho = 3,5 \cdot 62 = 217 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

де $k_{\text{сез}} = 3,5$

$$r_r = \frac{0,336 \cdot 217}{60} \cdot 1g \cdot \frac{2 \cdot 60^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 1,321g \cdot 257142 = 7,14 \text{ Ом}$$

$$R_r = \frac{r_r}{c_r} = \frac{7,14}{0,34} = 21 \text{ Ом},$$

де $c_r = 0,34$

Необхідне число вертикальних заземлювачів:

$$R_b = \frac{R_r * R_z}{R_r - R_z} = \frac{21 * 4}{21 - 4} = 4.9 \text{ Ом}$$
 Кінцеве число стержнів:

$$n'_b = \frac{r_b}{R_b * u_b} = \frac{21}{4.9 * 0.52} = 84 \approx 9$$

Отже число стержнів рівне 9.

5.3. Пожежна безпека в приміщенні, де експлуатується верстат

Горіння – це швидкоплинна хімічна реакція з'єднання речовин з киснем

повітря, яка супроводжується виділенням тепла і променевої енергії. Для

виникання горіння необхідно наявність горючої речовини, кисню і джерела запалювання. Загорання горючої системи може бути вимушеним, в результаті підпалювання, або самовільним – самозапалювання.

У вибухо-небезпечних зонах використовують вибухозахищене електроустаткування. Вибухозахищеним називаються електроустаткування спеціального призначення, виконане таким чином, що загорання дуже затруднене.

Пожежна безпека на промисловому підприємстві забезпечується мироприємствами, передбаченими дестами, типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств. Однією з важливих мір пожежної безпеки є використання конструкцій об'єктів вогнебезпечними. Велике значення має питання евакуації людей із приміщень при пожежі. При вимушеній евакуації людей не кожні двері можуть забезпечити швидку і безпечну евакуацію людей. В цехах виробництв категорій А і В не допускається наявність підвалів, траншей, які можуть бути місцем накопиченням газів. Всі виробничі приміщення мають мати первинні засоби пожежогасіння для локалізації вогню і гасіння пожежі до прибуття пожежної команди. Інструментальні цехи відносяться до категорій приміщень Д або Г по пожежонебезпечності. Також існують вимоги пожежної безпеки до систем опалення і вентиляції цехів. Інструментальний цех опалюється батареями в яких здійснює циркуляцію горяча вода.

Причинами виникання пожеж можуть бути порушення технологічних процесів, несвоєчасний ремонт обладнання, поява значних електростатичних розрядів. Пожежі також можливі при порушенні правил технічної експлуатації електроустановок (коротких замикань, перевантажень). Існує декілька засобів

припинення горіння:

- а) спосіб охолодження;
- б) спосіб зниження концентрації кисню в повітрі на 16%;
- в) спосіб ізоляції речовини від поступаючого кисню;
- г) спосіб хімічного гальмування реакції горіння.

Найбільш частіше для гасіння пожеж використовують воду. Пожежна безпека промислових підприємств має задовільняти вимоги ДЕСТу. Організація пожежної безпеки підприємства покладається на керівників об'єктів. Керівники підприємств зобов'язані:

1. Організувати в цехах вивчення типових правил всіма робітниками.
2. Організувати проведення протипожежного інструктажу.
3. Періодично перевіряти стан пожежної безпеки в цеху.

Всі робочі цеху проводять цеху проводять спеціальну протипожежну підготовку, яка складається із протипожежного інструктажу і занять по пожежно-технічному мінімумі. Проведення інструктажів фіксується в спеціальному журналі, в якому вказується дата проведення і т.д. Куріння в цеху дозволено в спеціально відведених місцях. Забороняється в інструментальному цеху використовувати відкритий вогонь. Не допускається залишати одяг у закритих посудинах.

В інструментальному цеху необхідно виконувати наступні правила:

1. Не залишати без нагляду ввімкнені електронагрівальні прилади.
2. Не держати горючі рідини поблизу обігрівальних приладів.
3. Пожежонебезпечні речовини потрібно зберігати в спеціальній тарі.
4. Не дозволяється використовувати бензин і т.д. для очищення робочого одягу.

ВИСНОВКИ

Після проведення досліджень було встановлено, що впровадження мікроконтролера для управління системою електроприводу токарного верстата значно підвищує енергоефективність.

Існуюча система електроприводу була модифікована з використанням мікроконтролера, що дозволило оптимізувати параметри приводу, забезпечивши максимальну продуктивність з мінімальним споживанням електроенергії.

Використання мікроконтролера для контролю процесів прискорення, гальмування та стабілізації швидкості обертання інструмента забезпечило зменшення навантаження на двигун, що веде до зменшення енергоспоживання.

Впровадження системи автоматизованого контролю з мікроконтролером також забезпечило покращення робочих характеристик верстата, включаючи точність обробки, швидкість та зменшення відходів.

Майбутні дослідження можуть бути спрямовані на розробку більш складних алгоритмів управління та впровадження додаткових сенсорів для подальшого покращення енергоефективності системи електроприводу.

Незважаючи на початкові витрати на впровадження мікроконтролера в систему електроприводу, економія енергії та покращення продуктивності, які були досягнуті в результаті, дозволяють вважати цей проект вигідним інвестиційним рішенням на довгострокову перспективу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барановський А. І., "Енергоефективність в промислових системах електроприводу", Київ, Видавництво "Техніка", 2019.

2. Гаврилюк В. В., "Основи програмованих логічних контролерів", Львів, Видавництво "Новий світ-2000", 2007.

3. Демчук В. П., "Промислові мікроконтролери. Принципи роботи та програмування", Харків, Видавництво "Техніка", 2018.

4. Захарчук В. І., "Електроприводи промислових верстатів з ЧПУ", Київ, Видавництво "Техніка", 2010.

5. Коваль І. І., "Електричні машини і приводи", Тернопіль, Видавництво "Економічна думка", 2005.

6. Мельник В. В., "Системи автоматизованого проектування в електромеханіці", Київ, Видавництво "Наукова думка", 2003.

7. Петренко В. І., "Електроприводи з регульованим крутним моментом", Дніпро, Видавництво "Інновація", 2016.

8. Семенов В. О., "Методи підвищення енергоефективності електротехнічних систем", Одеса, Астропринт, 2008.

9. Стеблінко П. В., "Мікроконтролери в системах автоматичного управління", Харків, Видавництво "Фактор", 2011.

10. Ткачук В. А., "Автоматизоване управління електроприводами на основі мікроконтролерів", Львів, Видавництво "Новий світ-2000", 2006.

11. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2015. – 540 с.

12. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. Київ.: НТУУ «КПІ», 2008. – 456 с.

13. Гребченко М.В. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Навчальний посібник. Київ., ЦП «КОМПРИНТ», 2017.

–185 с.

14. Гребченко М.В., Нікіфоров А.П., Бунько В.Я. Релейний захист і автоматика розподільних електричних мереж. Частина 1. Навчальний посібник. Київ, ЦН «КОМПРИНТ». – 2019. – 314 с.

15. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 504с.

16. Єрмолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК: Підручник / За ред. С.О. Єрмолаєва. – К.: Мета, 2003. – 543с

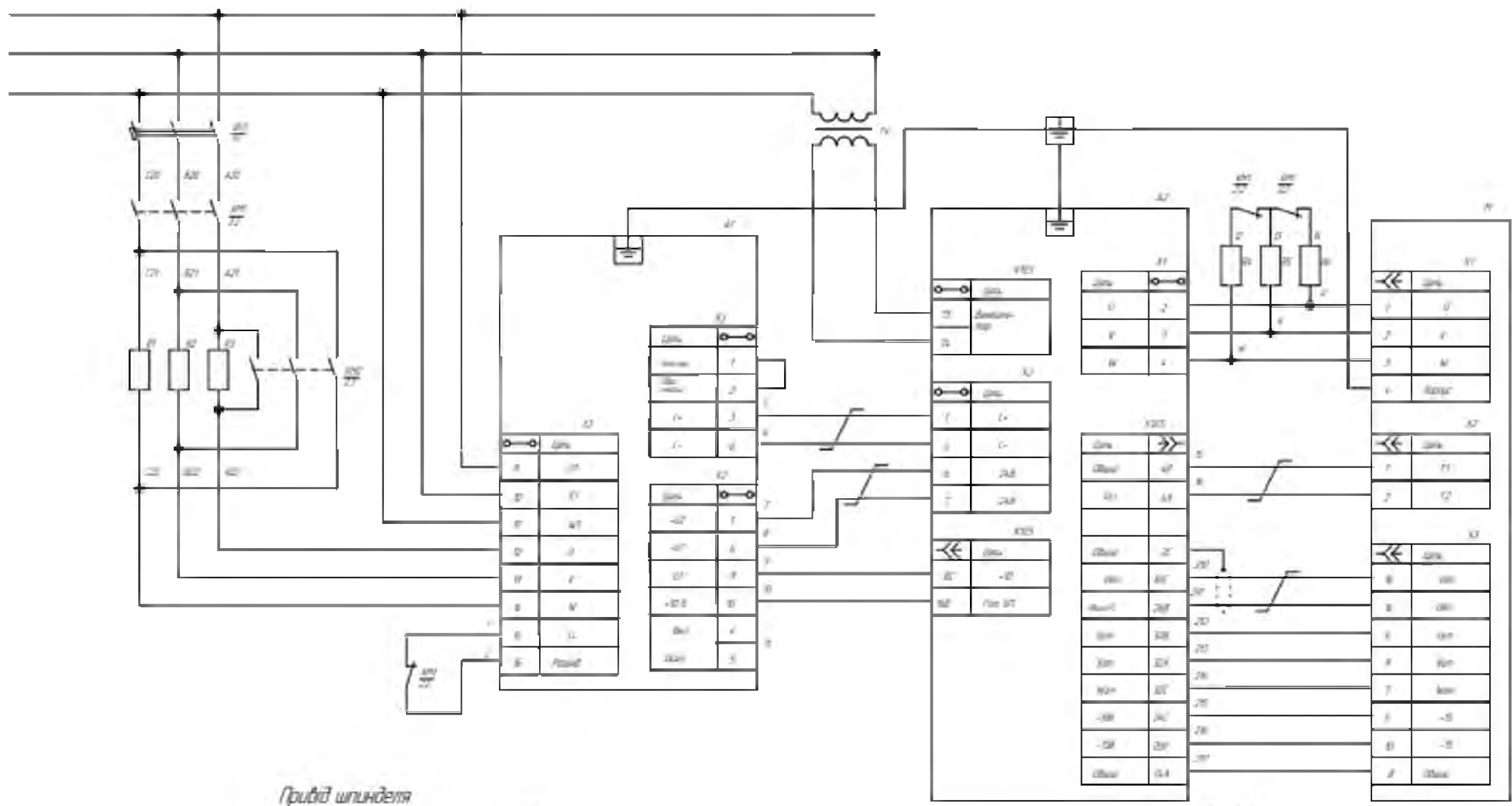
НУБІП України

НУБІП України

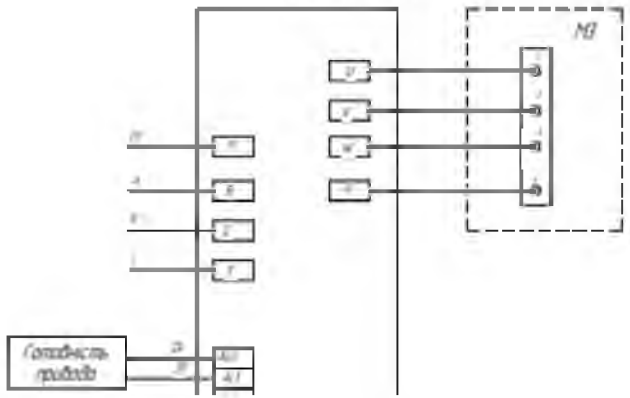
НУБІП України

НУБІП України

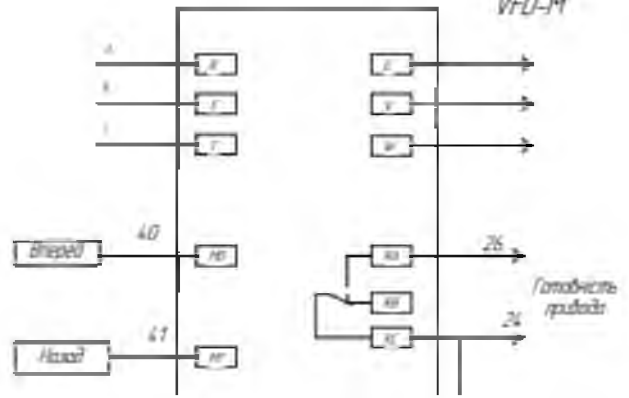
НУБІП України

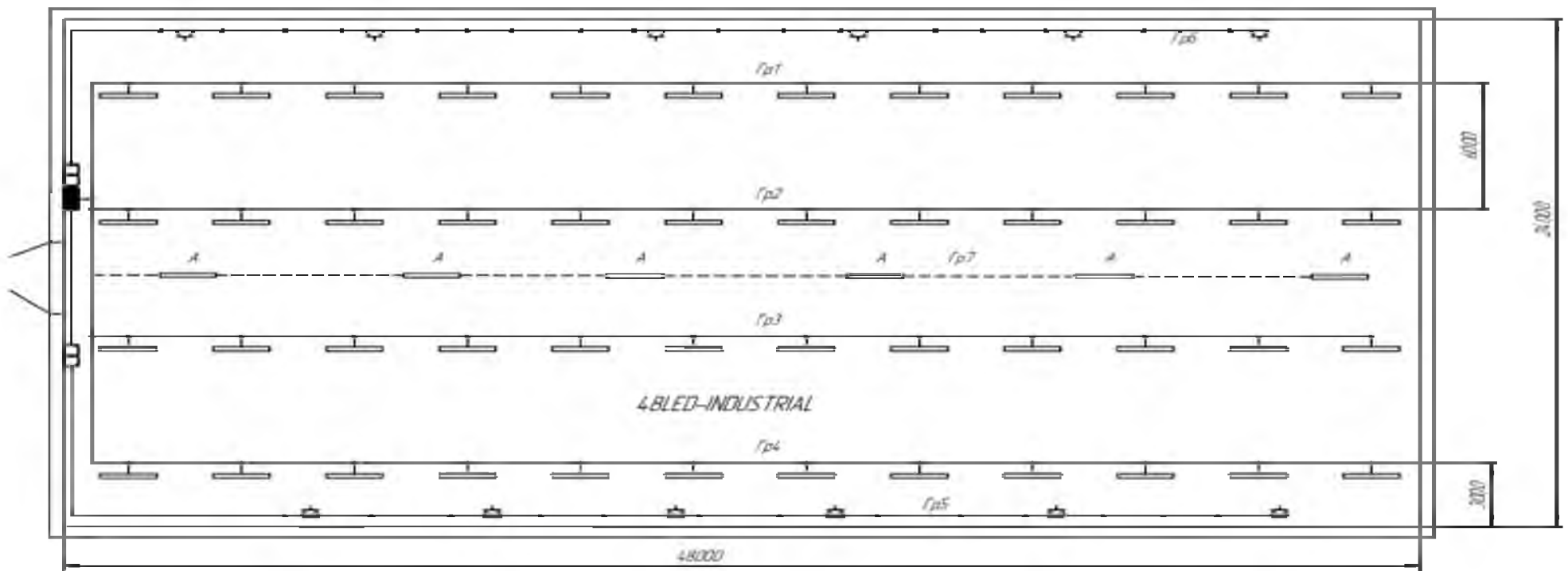


Привід шпинделя



VFD-M





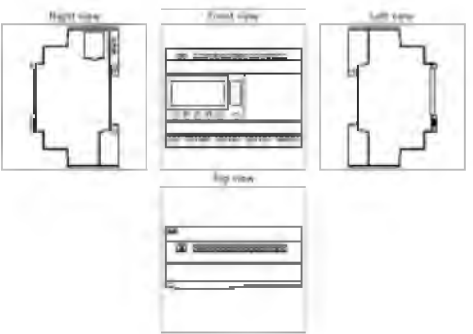
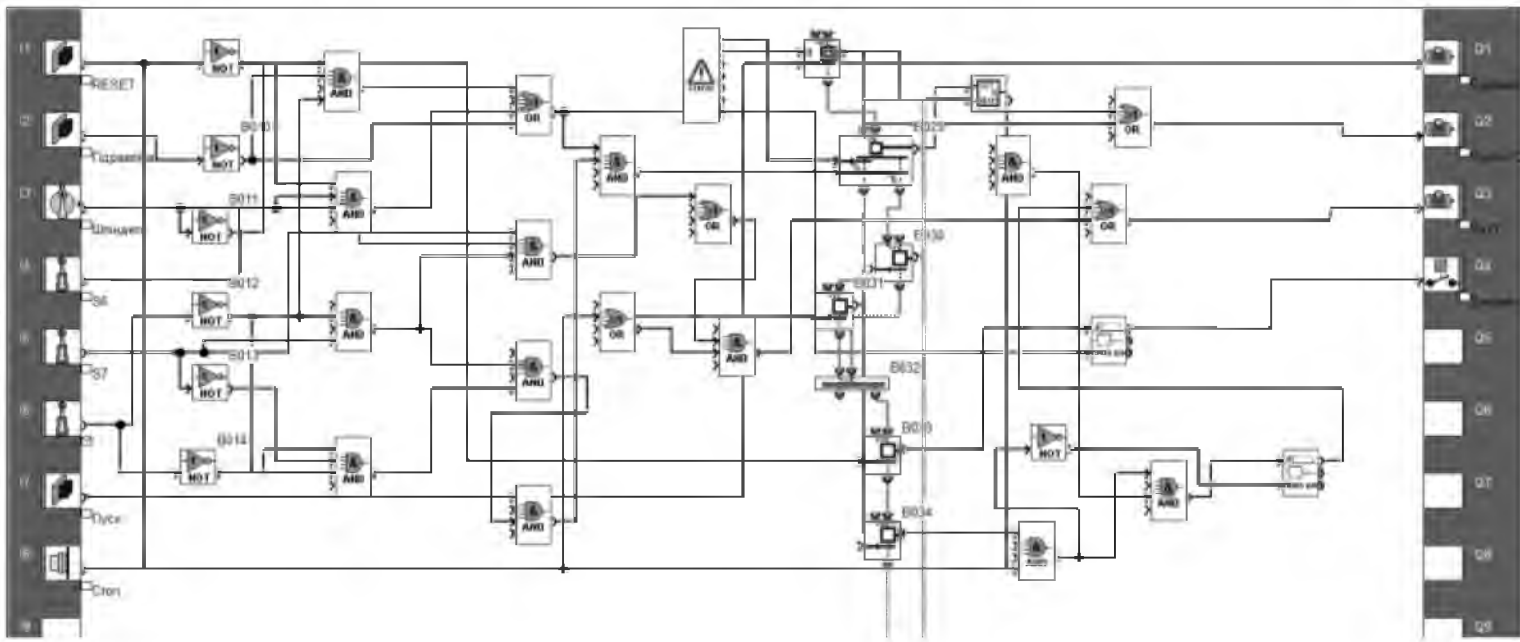
Жидкостная светодиодная лента				Щит освещения					Матрица светодиодов					Количество светодиодов	Потребляемая мощность	
Модель ленты	Длина ленты	Шаг светодиодов	Средняя температура	Монтажные размеры на DIN	Высота А	Средняя длина осветителя	Тип светодиодов	Высота А	Модель матрицы	Длина матрицы	Средняя температура	№ серии	В. пот. при зад. температуре			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
BBF 5x6	100		Ск	BA 47-29 3p/32					BA 47-29 IP/16	BBF 3x15	44	Кр	1	A	2160	13,4
									BA 47-29 IP/16	BBF 3x15	44	Кр	2	B	2160	13,4
									BA 47-29 IP/16	BBF 3x15	44	Кр	3	C	2160	13,4
									BA 47-29 IP/16	BBF 3x15	44	Кр	4	A	2160	13,4
									BA 47-29 IP/1	BBF 3x15	38	Кр	7	B	36	0,54
									BA 47-29 IP/2	BBF 3x15	50	Кр	5	C	250	1,4
									BA 47-29 IP/2	BBF 3x15	50	Кр	6	A	250	1,4
									BA 47-29 IP/16							

HY

HY

HY

HY



UVCi0 V...oöi...

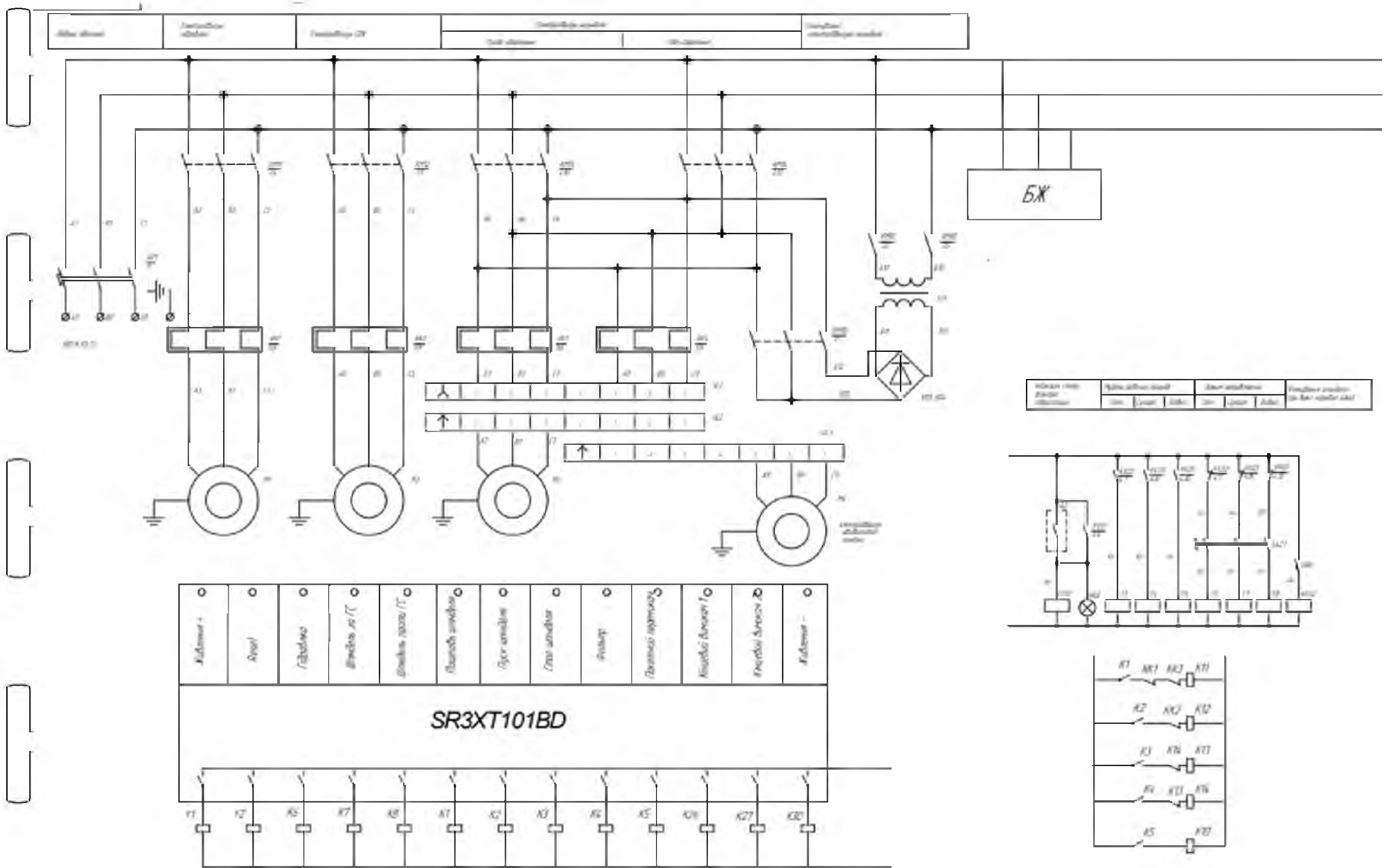


Схема цепи управления	Схема цепи питания			Схема цепи управления			Схема цепи питания на вводе в здание
	Фаза	Нейтраль	Земля	Фаза	Нейтраль	Земля	

