

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня освіти

на тему:

**«ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ
МЕХАНІЗМУ ІЗ СИСТЕМАТИЧНИМ НЕДОВАНТАЖЕННЯМ»**

Виконав: студент VI курсу
групи Ен-61 спеціальності
141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Левус Р. Р.

Керівник: _____ Гречин Д. П.

Рецензент: _____ Сиротюк С. В.

ДУБЛЯНИ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – *другий (магістерський) рівень*
Спеціальність 141 «*Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка*»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

к.т.н., доцент Левонюк В. Р.
(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ _____ ” _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я
на кваліфікаційну роботу студенту
Левусу Роману Ростиславовичу

Тема роботи: «Обґрунтування вибору типу електроприводу для механізму із систематичним недовантаженням»

Керівник роботи доцент, к.т.н. Гречин Д. П.
(наук. ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом по університету від «12» вересня 2024 р. № 616 /к-с

1. Строк подання студентом роботи 9.01.2025 р.
2. Вихідні дані до роботи
технічна документація, науково-технічна і довідкова література, законодавча та нормативна база України з питань охорони праці.
3. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ

1. Характеристика об'єкту
2. Аналіз та вибір електроприводу подрібнювача
3. Моделювання електроприводу
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.
5. Ефективність прийнятих рішень.

Висновки

Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу – презентація.

6. Консультанти з розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконан ня
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	<i>Дробот І. М., ст.викладач</i>			
4	<i>Городецький І. М. к.т.н., доцент</i>			

7 Дата видачі завдання 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ етапу	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Отримання завдання. Вивчення рекомендованої літератури за темою КР, написання аналітичного огляду кваліфікаційної роботи, вивчення об'єкту (I розділ роботи).</i>	12.09.2024 – 25.09.2024	
2.	<i>Обґрунтування та розроблення електроприводу, Побудова моделі, проведення досліджень.(II-III розділи роботи).</i>	26.09.2024 – 1.11.2024	
3.	<i>Розроблення та обґрунтування пропозицій щодо реалізації результатів роботи. Розроблення питань з охорони праці, Написання економічної частини. (IV- V розділи роботи).</i>	2.11.2024 – 24.11.2024	
4.	<i>Кінцеве оформлення кваліфікаційної роботи та оформлення ілюстративних матеріалів, таблиць, задача КР на рецензування.</i>	25.11.2024 – 21.12.2024	
5.	<i>Підготовка до захисту в ЕК (написання доповіді). Пробний захист на кафедрі, виправлення зауважень. Завершення кваліфікаційної роботи в цілому</i>	22.12.2024 – 9.01.2025	

Студент Левус Р. Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник кваліфікаційної роботи Гречин Д. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 631.313.3

Р Е Ф Е Р А Т

Левус Р. Р. «Обґрунтування вибору типу електроприводу для механізму із систематичним недовантаженням». Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2025 р. 55 с. текстової частини, 4 таблиці, 22 рисунків, 15 джерел посилання.

Актуальність роботи: енергоощадна високопродуктивна робота подрібнювача із врахуванням реалій сьогодення.

Об'єкт дослідження: автоматизований електропривод механізму подрібнювача.

Мета роботи: обґрунтування та вибір схеми автоматизованого електроприводу подрібнювача.

Завдання дослідження: проаналізувати роботу подрібнювача та його схему електроприводу, обґрунтувати тему кваліфікаційної роботи, проаналізувати побудову та особливості роботи, аналогічних механізмів, запропонувати схему автоматизованого електроприводу подрібнювача, побудувати модель запропонованого автоматизованого електроприводу та провести моделювання його роботи, розглянути питання охорони праці, здійснити економічний розрахунок.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано роботу подрібнювача та його схеми електроприводу, обґрунтовано тему кваліфікаційної роботи, проаналізовано побудову та особливості роботи, інших подрібнювачів, запропонували схему автоматизованого електроприводу подрібнювача, побудували модель запропонованого автоматизованого електроприводу та провели моделювання його роботи, розглянули питання охорони праці, здійснили економічний розрахунок.

Ключові слова: подрібнювач кормів, автоматизований електропривод, насос, регулювання продуктивність, перетворювач частоти, асинхронний двигун, пуск, схема керування, зірка, понижена напруга, структурно-математична модель, моделювання, графічні залежності.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ	8
1.1 Подрібнювач	8
1.2 Обґрунтування теми роботи	11
РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	13
ПОДРІБНЮВАЧА	13
2.1 Огляд технологічних схем подрібнювачів	15
2.2 Існуючі схеми електроприводу дробарок	21
2.3 Модернізована схема електроприводу	
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ	27
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В	
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	37
4.1 Аналіз стану охорони праці	37
4.2 Планування заходів з покращення охорони праці	39
4.3 Моделювання процесу виникнення травм та аварій	42
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	45
РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	48
ВИСНОВКИ	52
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	54

ВСТУП

Розвиток національних економік і світового господарства в цілому значною мірою залежить від ступеня задоволення потреб у сировинних ресурсах, зокрема енергетичних. Це пов'язано з тим, що енергія використовується в процесі суспільного виробництва як оборотний фактор засобів виробництва і як засіб індивідуального споживання, а також значною мірою визначає продуктивність і трудомісткість суспільної праці.

Достатнє і дешеве енергозабезпечення є основою функціонування людської цивілізації. Взаємозв'язок між рівнем цивілізованого життя та енергозабезпеченням добре відомий. На ранніх стадіях суспільного розвитку людства, заснованих на використанні найпростіших знарядь праці, енергія, яку споживала людина, приблизно дорівнювала енергії, яку вона виробляла. Коли були винайдені нові методи перетворення енергії, кількість енергії, що вивільнилася, в кілька разів перевищила кількість, вироблену м'язовою силою людини. Таким чином, економічний розвиток і збільшення матеріальних благ дуже тісно пов'язані з виробництвом енергії.

Роль енергії в розвитку матеріальної культури визначає діалектичну взаємозалежність між споживанням енергії та економічним розвитком. Більш високі темпи економічного зростання призводять до збільшення виробництва і споживання енергоресурсів, в той час як збільшення енергопостачання прискорює економічне зростання. Зокрема, з 1950 по 2000 рік валовий внутрішній продукт зріс у 6,4 рази, тоді як споживання паливно-енергетичних ресурсів збільшилося в 4,9 рази.

Таким чином, можна без перебільшення стверджувати, що енергетика сьогодні має першочергове значення для забезпечення розвитку всіх галузей національної економіки та їх ефективного функціонування.

Одним з найважливіших елементів автоматизації дозування є дозуючий пристрій. Безперервність циклу дозування продукту часто залежить від правильного вибору дозуючого обладнання. Розглянемо докладніше, що таке

дозувальне обладнання та які види дозувального обладнання існують. Дозатор - це пристрій для автоматичного або ручного дозування заданої маси твердого матеріалу або об'єму сипучого матеріалу чи рідини. Всі дозатори поділяються на три типи: - об'ємні дозатори - масові дозатори - дозатори-лічильники. Розглянемо докладніше кожен з них. Об'ємні дозатори. Використовуються для дозування рідин, газів і паст, рідше для дозування сипучих матеріалів. Приклади застосування: дозатори для посудомийних машин, дозатори миючих засобів. Ці дозатори мають досить просту конструкцію і досить надійні. До недоліків можна віднести те, що дозований об'єм залежить від тиску і температури, а також великі похибки при дозуванні пінистих матеріалів. Пристрої масового дозування. Використовуються для дозування твердих, сипучих матеріалів, рідин, паст і, дуже рідко, газів. Ці дозатори широко використовуються у всіх галузях промисловості, від харчової до металургійної. Перевагою масового дозування є висока точність дозування. Єдиний недолік - висока вартість виробництва. Вагові дозатори використовуються для зважування твердих і сипучих матеріалів, іноді застосовуються для зважування рідин. Приклади застосування: датчики сили (тензометричні датчики). До переваг вагових дозаторів можна віднести їхню придатність для зважування сипучих і дрібноштучних продуктів. До недоліків можна віднести, в першу чергу, швидкість роботи. У порівнянні з об'ємними дозаторами вона фактично в чотири рази повільніша. Другий суттєвий недолік - ціна, яка на 15% вища, ніж у об'ємних дозаторів. При виборі дозатора, перш за все, слід враховувати, що і скільки ви плануєте дозувати. Дозатори всіх типів набувають все більшого поширення в промисловості, зменшуючи матеріальні втрати, збільшуючи потокове виробництво, усуваючи багато трудомістких процесів і покращуючи умови праці.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ

1.1 Подрібнювач

Подрібнювач ИКБ-Ф-700 використовують в потокових лініях для перероблення грубих і стеблових кормів, зокрема кукурудзи. Машина містить завантажувальний і вивантажувальний механізм та подрібнювач, усі приводи індивідуальні від окремих двигунів (рисунок 1.1).

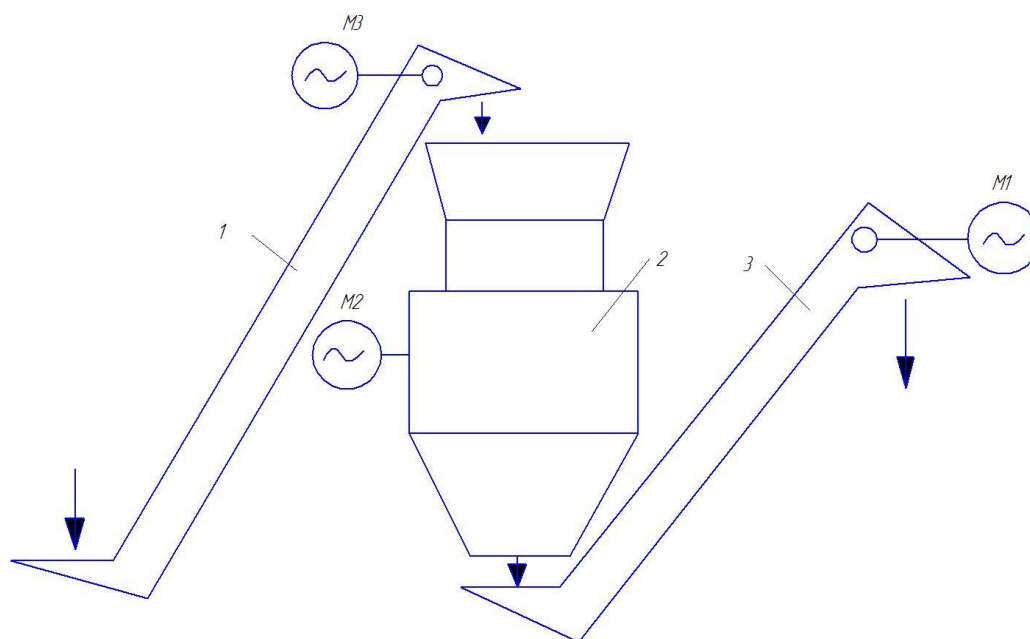


Рисунок 1.1 – Схема технологічна потокової лінії подрібнювача кормів ИКБ-Ф-700: 1 – транспортер завантажувальний; 2 – подрібнювач; 3 – транспортер вивантажувальний

Схема автоматизованого керування механізму забезпечує:

- сигналізацію передпускову;
- запуск двигуна вивантажувального конвеєра М1 (рис. 1.2), двигуна подрібнювача М2 і двигуна завантажувального конвеєра М3 у оголошеному порядку. Для обмеження значення струму двигуна М2 під час пуску, запускають по схемі "зірка", а потім перемикають обмоток у "трикутник";

- захист від короткого замикання автоматами QF1 — QFA кіл керування і силових кіл;
- постійно відслідковувати значення струму, що споживається основним двигуном подрібнювача, та при потребі вимкнення двигуна завантаження МЗ;
- тепловий захист від перевантажень реле КК1 двигуна дробарки;
- пристроями вмонтованого температурного захисту SK1 і SK2 двигунів конвеєрів здійснюється захист від перегріву;
- ступінь завантаження двигуна дробарки контролюють та сигналізують амперметром РА;
- кінцеві вимикачі SQ1 - SQ3 здійснюють блокування вмикання двигуна подрібнювача при відкритих люках;
- запобігає завалу продуктом машини, яка зупинилася, електричним блокуванням внаслідок спрацювання захисного апарата;
- сигналізація про подачу напруги живлення у коло керування та на двигуни конвеєрів.

Схема забезпечує два режими роботи: налагоджувальний і робочий. Режим "Налагодження" забезпечує вмикання та вимкання кожного механізму кнопками керування SB1 - SB8 незалежно від інших.

При автоматичному режимі керуванні встановлюють перемикач SA у положення "Робота" та тиснуть кнопку SB2. Спочатку ввімкнеться передпускова сигналізація HA1 на 4 с перед пуском двигунів, її тривалість контролюється реле часу КТ1. Потім часове реле КТ1 послідовно вмикає двигуни М1, М2, М3. За допомогою реле часу КТ2 здійснюється контроль процесу пуску двигуна М2.

При виникненні перевантаженнях двигуна подрібнювача М2, реле струму КА1 спрацює і запусить часове реле КТ3, яке через 3 - 5 с відімкне пускач КМ5, після цього зупиниться завантажувальний конвеєр. У випадку зниження струму електродвигуна М2 контакт КА1 розімкнеться і завантаження матеріалу на подрібнення відновиться.

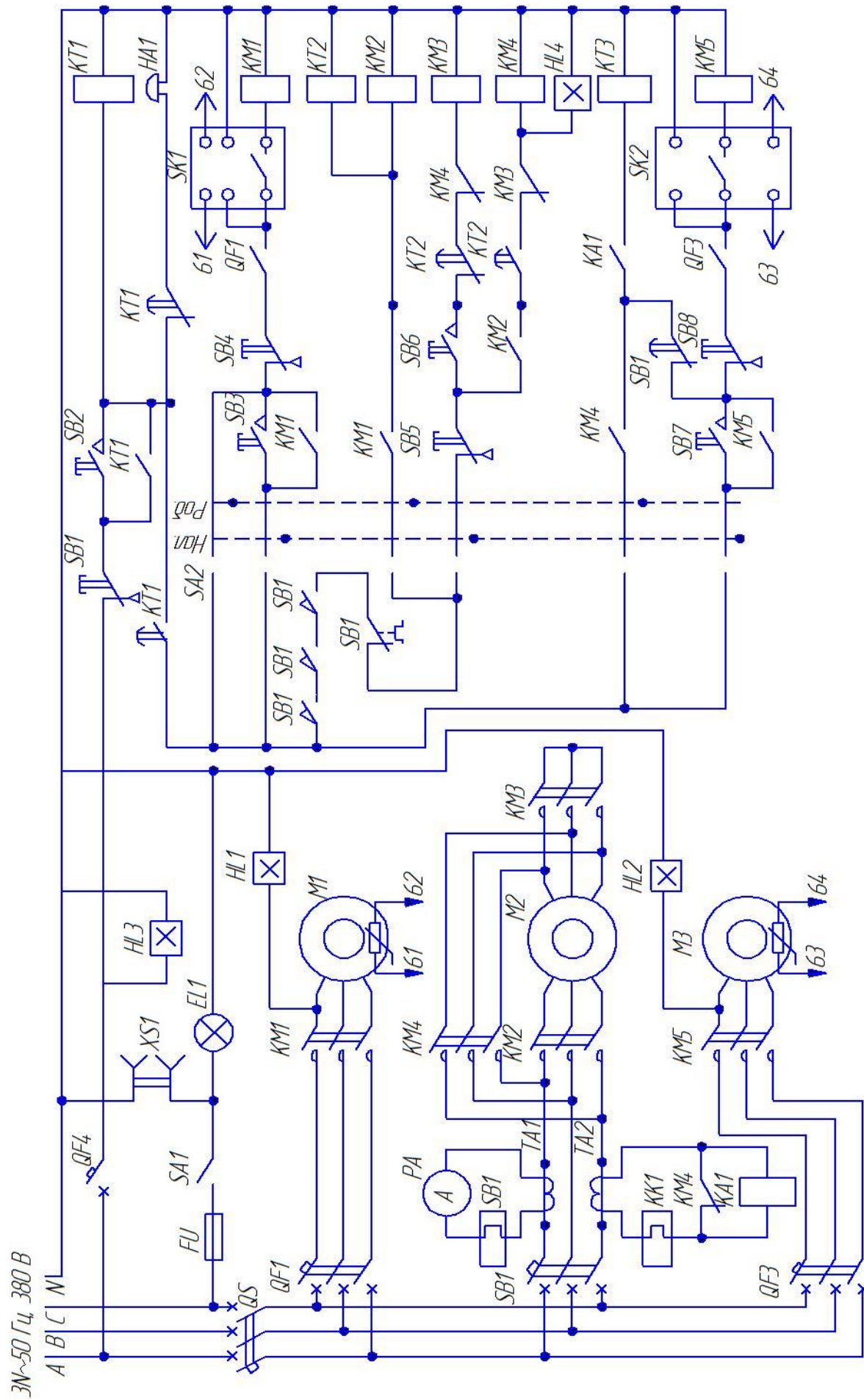


Рисунок 1.2 – Схема електрична керування подрібнювачем ІКБ-Ф-700

1.2 Обґрунтування теми роботи

Електроприводи є одними з основних енергоспоживаючих пристроїв. Одним з найбільш енергоємних процесів у сільськогосподарському виробництві є виробництво кормів. У цьому процесі використовується двигун потужністю близько 30 кВт. Для раціонального використання електроенергії та забезпечення належної якості продукції двигун повинен демонструвати високі техніко-економічні показники. Для цього повинні бути побудовані схеми і системи електроприводу, які забезпечують ці умови. Електродвигуни для навантажувальних механізмів часто будують за схемами включення-виключення з використанням системи прямого пуску асинхронних двигунів. Цей спосіб має ряд недоліків: - прямий пуск асинхронних двигунів з короткозамкненими роторами; - частий прямий пуск іноді призводить до встановлення двигунів з більшою потужністю, ніж це необхідно під навантаженням; - низький ККД і коефіцієнт потужності двигуна навантаження, оскільки малопотужні двигуни швидко виходять з ладу.

Основний двигун подрібнювача часто працює з низьким навантаженням через відсутність регулювання навантаження, що означає нераціональне використання встановленої потужності, низький ККД і низький коефіцієнт потужності. Всі ці недоліки вимагають модернізації таких систем керування. Існуючі системи електроприводу мають низькі техніко-економічні показники, знижену надійність подрібнювачів та електроприводів, високі витрати на ремонт електрообладнання, підвищені втрати електроенергії та нераціональне використання встановленої потужності. Для того, щоб знайти оптимальний режим роботи, тобто навантаження на номінальну потужність головного двигуна подрібнювача, необхідне автоматизоване і плавне регулювання навантаження. Для управління рівнем навантаження необхідно контролювати рівень навантаження на головний двигун. Залежно від значення регулюється швидкість подачі матеріалу в подрібнювач. Для якісної модернізації необхідно знати більше про способи завантаження, типи та електроприводи

подрібнювачів і дробарок. Рівень використання електродвигунів визначає навантаження на мережу через реактивні струми. У сільському господарстві частка некерованих електроприводів перевищує 70 %. Нерегульовані електроприводи часто для уникнення перевантажень по струму, їх потужність завищують. Як наслідок, двигуни часто є недовантаженими і працюють з низьким ККД і низьким коефіцієнтом потужності.

У більшості випадків в електроприводах сільськогосподарської техніки використовуються асинхронні двигуни. Для регулювання швидкості обертання електродвигунів використовуються частотні перетворювачі.

Подрібнювач має три основні двигуни, тобто головний двигун – це двигун подрібнювального механізму, а два допоміжні двигуни – для завантаження та вивантаження. Рівень завантаження регулюється шляхом вмикання та вимикання двигунів механізму завантаження. Таким чином, регулювання є стрибкоподібним, і тому в дробарці завжди виникають ситуації перевантаження і недовантаження, що призводить до перегріву двигунів дроблення і перевантаження мережі через реактивний струм. Двигуни механізму завантаження часто піддаються прямому запуску, що також може прискорити поломки. У більшості випадків двигун механізму розвантаження працює безперервно при невеликих навантаженнях.

Окрім того, при сучасних умовах роботи подрібнювача, враховуючи перебої із електропостачанням, багато підприємств використовує резервні джерела живлення, які мають обмежену потужність. Тваринницька галузь постійно потребує наявності кормів, а тому інколи необхідно здійснювати подрібнення при живленні від резервних джерел живлення. Для полегшення роботи резервного джерела живлення, можна зменшити рівень завантаження подрібнювача. При цьому основний двигун великої потужності працює не ефективно із низьким коефіцієнтом корисної дії та коефіцієнта потужності. Для забезпечення вищих значень техніко-економічних показників доцільно двигун перемкнути у режим зірка.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОДРІБНЮВАЧА

2.1 Огляд технологічних схем подрібнювачів

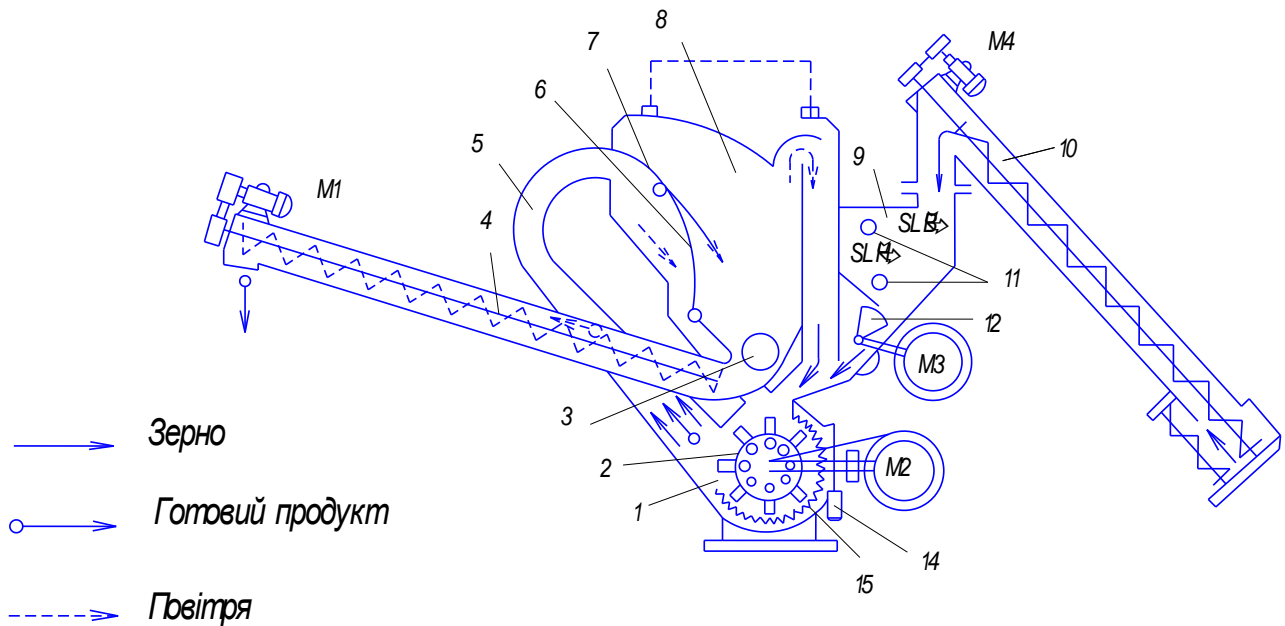


Рисунок 2.1 – Технологічна схема подрібнювача ДБ-5-1:

1 — зона подрібнення; 2 — ротор; 3, 4, 10 — шнекові механізми; 5 — кормопровід; 12 — засувка; 7 — відділювач; 8 — камера розділення; 9 — бункер; 11 — давачі рівня; 13 — сепаратор магнітний; 14 — вимикач кінцевий SQ1; 15 — дека; M1, M2, M3, M4 — електродвигуни приводу вивантажувального шнекового механізму, подрібнювача, засувки в бункері зерна і завантажувального шнекового механізму

Дробарка ДБ-5. Дробаркою ДБ-5 подрібнюють фуражне зерно вологістю до 17 %. Значення продуктивності дробарки при різних значеннях крупності подрібнення 1,8 — 6 т/год. Дробарка ДБ-5-1 складається із подрібнювача, заван-

тажувального і вивантажувального шнекових механізмів, а також шафи керування. Робочі органи приводяться в рух індивідуальними електроприводами (рисунок 2.1).

Зерно на подрібнення, поступає із бурта за допомогою завантажувального шнекового механізму 10 у бункер зерна 9. У бункері контролюється рівень зерна двома датчиками 11. З бункера, попри засувку 12 та похилою нижньою стінкою, зерно проходить очищення від випадкових металічних предметів у магнітному сепараторі 13, і потрапляє в подрібнювальну камеру 1, подрібнення здійснюється між декою 15 і молотковим ротором 2. Подрібнена маса за допомогою повітряного потоку, що створюється ротором, транспортується до сепаратора 7 по кормо-проводу 5 до роздільної камери 8. Дрібніша фракція шнековими механізмами 3 і 4 відвантажується із подрібнювача. Крупніша фракція відправляється на повторне подрібнення у дробильній камері. Рівень подрібнення регулюють засувкою 6 і заміною сепаратора 7.

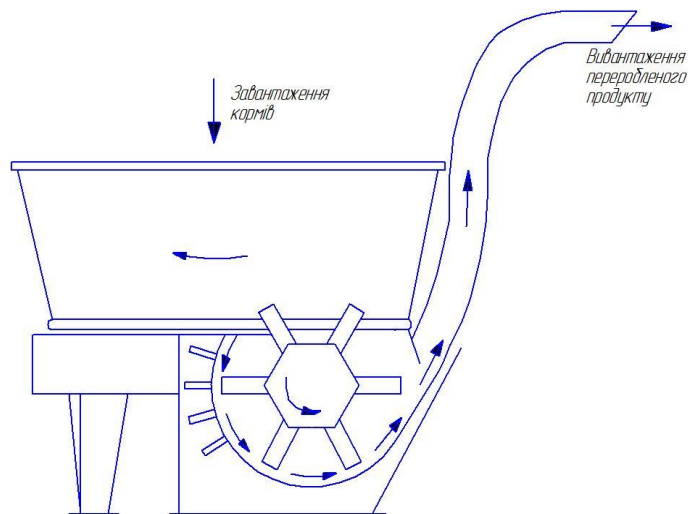


Рисунок 2.2 – Технологічна схема подрібнювача ИРТ-Ф-80-1.

Регулювання рівня завантаження двигуна М2 подрібнювача здійснюється вручну або електродвигуном М3 поворотом засувки 12. Засувка приводиться в рух електродвигуном РД-09, через зубчасту передачу, вал і електромагнітну муфту 16, що здійснює з'єднання валу із електродвигуном. При вимкненні електромагнітної муфти вал засувки від'єднується від валу двигуна і під дією

земного тяжіння та власної ваги засувка перекриває доступ зерна в камеру подрібнення.

Дробарка-подрібнювач ИРТ-Ф-80-1. Подрібнювач ИРТ-Ф-80-1 здійснює подрібнення грубих кормів. Корм на подрібнення подається в завантажувальний бункер грейферним навантажувачем. Молотками ротора і дек, маса подрібнюється і повітря потоком, через вивантажувальний пристрій подається на транспортер (рис. 2.2). Бункер і ротор мають індивідуальні електроприводи.

2.2 Існуючі схеми електроприводу дробарок

Підготування корму до згодовування тваринам, складається із таких операцій: очищення від бруду, металів та інших механічних домішок; подрібнення; термічна обробка; хімічна обробка; пресування; приготування комбикормів.

Приготування корму є найбільш енерго- та трудомістким процесом на тваринницьких фермах. Наприклад, витрати електроенергії на переробку 1 тонни корму становлять 1,2-2 кВт-год/т при змішуванні кормів, 5-22 кВт-год/т при подрібненні та 86-100 кВт-год/т при виготовленні трав'яного борошна.

Оскільки існує багато типів і моделей кормозаготівельних машин, їхні приводні характеристики також відрізняються. Однак, в залежності від типу робочого органу, машини можна розділити на кілька груп, в межах яких характеристики приводу дещо схожі.

До першої групи відносяться ріжучі (ножові подрібнювачі), ріжучі, подрібнюючі та розмелюючі (ножові млини), розмелюючі та подрібнюючі (дезінтегратори, дисемблери), ріжучі та подрібнюючі (пастоутворювачі), розмелюючі, подрібнюючі та сколюючі (роторні дробарки, дискові відцентрові дробарки, молоткові дробарки). До них відносяться машини, які розбивають оброблюваний матеріал за принципом Ці машини називаються подрібнювачами кормів.

До другої групи належать машини, які працюють за принципом роздавлювання і подрібнення сировини між двома поверхнями (плющилка, вальцьова дробарка, зернодробарка).

До третьої групи відносяться машини, які пресують робочий орган (гранулятори, брикетувальні машини).

Четверта група - машини для змішування кормів. Електроприводи для кормоподрібнювачів мають ряд важливих особливостей, які необхідно враховувати при проектуванні та експлуатації.

Керування електроприводом подрібнювача здійснюють різними схемами: за допомогою ручних пускачів у малопотужних машинах для домашнього господарства, до складних систем керування з автоматизованим завантаженням двигуна.

Алгоритми керування передбачають автоматизацію:

- пуску електродвигуна;
- здійснення контролю рівня продуктів у бункері;
- здійснення регулювання завантаження двигуна подрібнювача;
- блокування — механічних та електричних;
- захисту елементів приводу;
- сигналізацію про елементи приводу.

Дробарка ДБ-5. Електропривод дробарки може працювати як в налагоджувальному (Н) так і робочому (Р) режимах роботи (рисунок 2.3, б), вони вмикаються перемикачами SA2 і SA3

При активованому режимі "Наладка" механізми вмикаються і вимикаються незалежно від інших індивідуально кнопками SB1 - SB6.

При активованому режимі "Робота" при ввімкненні кнопки SB2 здійснюється послідовне ввімкнення двигунів: вивантажувального шнекового механізму М1 та механізму подрібнення М2. Щоб зменшити пусковий струм, здійснюють запуск електродвигуна подрібнювача М2 по схемі "зірка" потім перемикають на "трикутник". Реле часу КТ здійснює контроль процесу запуску, протягом 10 с здійснюють запуску по схемі "зірка" потім відбувається

перемикання "трикутник". При ввімкненні кнопки SBA запускаються контактором КМ2 двигун М2 за схеми "зірка". При цьому заживлюється часове реле КТ. Після завершення 10 с часове реле контактом КТ.2 вимикається контактор КМ2, а контакт КТ.3 заживлює КМ3 і відбувається подача напруги на регулятор завантаження АРЗ і муфту електромагнітну УС. Відбувається перемикання обмоток двигуна М2 на схему "трикутник".

Пуск електродвигуна завантажувального шнекового механізму МЗ здійснюється натисканням кнопки SB6 бункер дробарки має бути незаповненим. При досягненні зерном верхнього давача рівня в бункері, контакт SL1 замикається шунтуючи коло керуючого електрода симістора VS. Симістор закриється і розірве коло живлення котушки контактора КМ4. Шнековий завантажувальний механізм зупиняється. Повторно шнековий механізм запусниться після опущення рівня зерна нижче давачів рівня SL1 і SL2.

Стабілізація струму, електродвигуна подрібнювача М2, здійснює автоматичний регулятор завантаження (АРЗ). Сигнал керування регулятор отримує із трансформатора струму ТА.

Рівень навантаження двигуна М2 за допомогою регулятора АРЗ впливає на привод засувки М4, який, відкриттям або закриттям засувки, регулює подачу зерна у подрібнювач. Таким чином підтримується номінальний рівень навантаження двигуна М2. У випадку виникнення стрибкоподібних перевантажень двигуна подрібнювача регулятор за допомогою реле КВ2 вимкне муфту УС і засувкою перекривається подача зерна у подрібнювач. При відсутності подачі зерна у дробильну камеру, повністю відкривається засувка, замкнеться контакт кінцевого вимикача SQ2 і ввімкнеться сирена НА.

Регулятором АРЗ вмикається двигун МА імпульсами із певною щільністю.

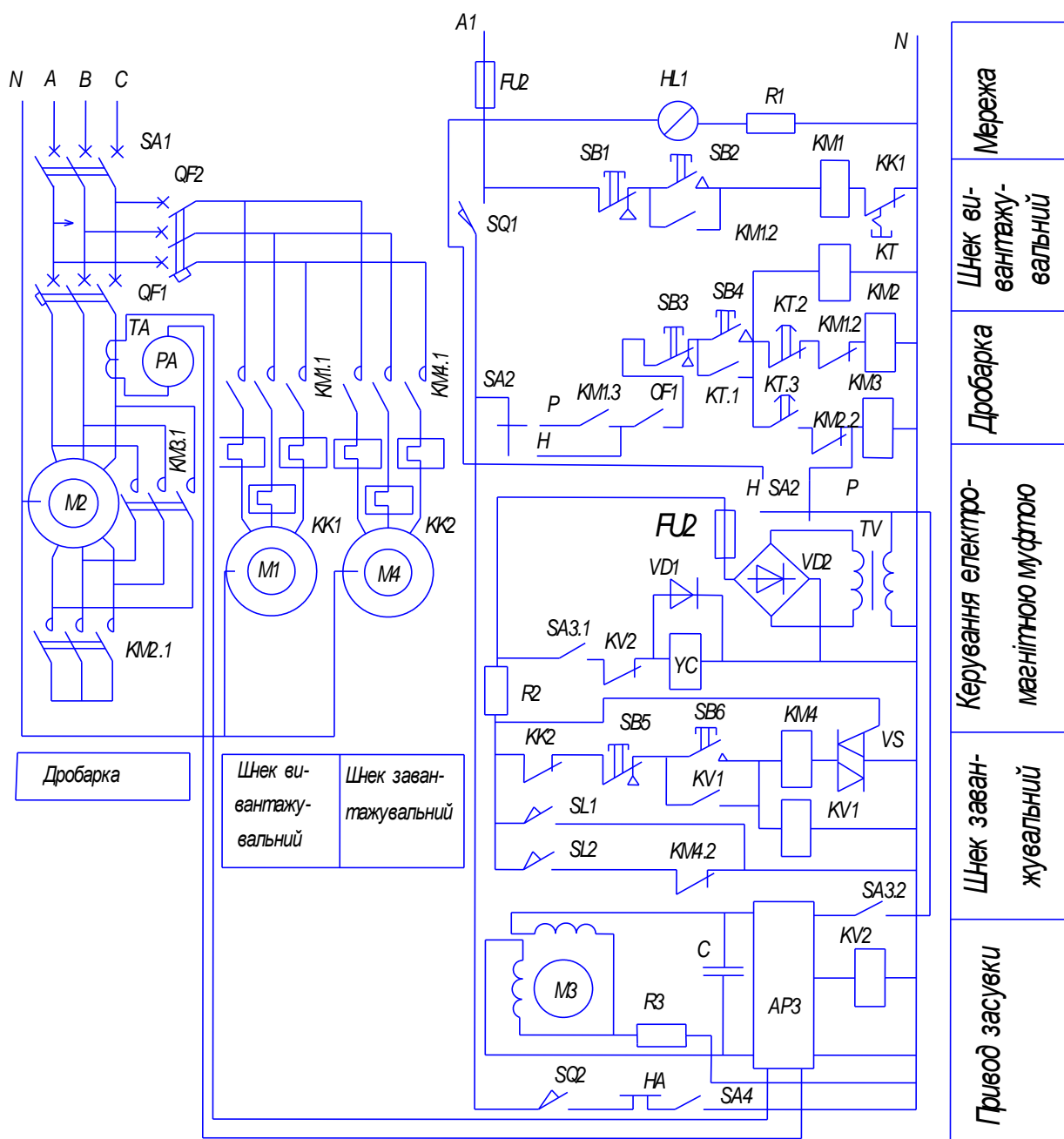


Рисунок 2.3 – Схеми дробарки ДБ-5-1 електрична:

1 — камера подрібнення; 2 — ротор; 3, 4, 10 — шнекові механізми; 5 — кормопровід; 6, 12 — засувки; 7 — відділювач; 8 — камера розділення; 9 — бункер; 11 — давачі рівня; 13 — сепаратор магнітний; 14 — вимикач кінцевий SQ1; 15 — дека; M1, M2, M3, M4 — електродвигуни привод відповідно вивантажувального шнекового механізму, подрібнювача, засувки в зерновому бункері і завантажувального шнекового механізму

При недовантаженні двигуна або його перевантаженні більше 15 % від номінального струму, скорочуються паузи між імпульсами у 5 - 15 разів, через це здійснюється прискорення відпрацювання сигналу неузгодженості між опорним і контрольованим сигналами.

Схема передбачає перевірку роботи регулятора завантаження, для цього необхідно вимикач SA3 встановити в положення "Регулятор".

Схемою передбачає захист від короткого замикання: двигунів подрібнювача автоматами QF1 і QF2, схема керування — запобіжником 2x771. Захист двигунів М1 і М3 шнекових механізмів від перевантажень захищаються тепловими реле КК1 і КК2.

Для запобігання запуску двигуна М2 при відкритій кришці подрібнювача передбачено контакт кінцевого вимикача SQ1.

Дробарка-подрібнювач ИРТ-Ф-80-1. Схема керування машини може працювати у налагоджувальному і робочому режимах. Кнопками SB1 — SB4 в режимі налагодження (рисунок 2.4) здійснюють пуск і зупинку двигунів М1 і М2 незалежно один від одного. Пуск двигуна ротора М1 здійснюється із перемиканням обмоток по схемах "зірка" та "трикутник" автоматично. Запуск контролюється часовим реле КТ2. Сирена НА вмикається кнопкою SB6.

Після натискання кнопки SB1 в режимі "Робота" послідовно без витримки часу спрацює часове реле КТ1, КТ2, КТА і КТЗ. Контакти реле КТ1 вмикають передпускову сигналізацію НА та пускач КМ2. Витримка часового реле КТ1 становить 30 с, після чого воно відпустить контакти, вимкне сирену НА, реле КТ2 і ввімкне контактор КМ1. Двигун М1 ввімкнеться за схемою "зірка". Через 20 с відпустить реле КТ2 і обмотки двигуна М1 ввімкнуться на схему "трикутник".

Натискаючи кнопку SB4 вмикається контактор КМ4, що ввімкне двигун бункера М2 в мережу і замкне коло електромагнітної муфти УС, бункер почне обертатись.

Для зупинення машини спочатку вимикається двигун М2 привода бункера, а потім — двигун М1.

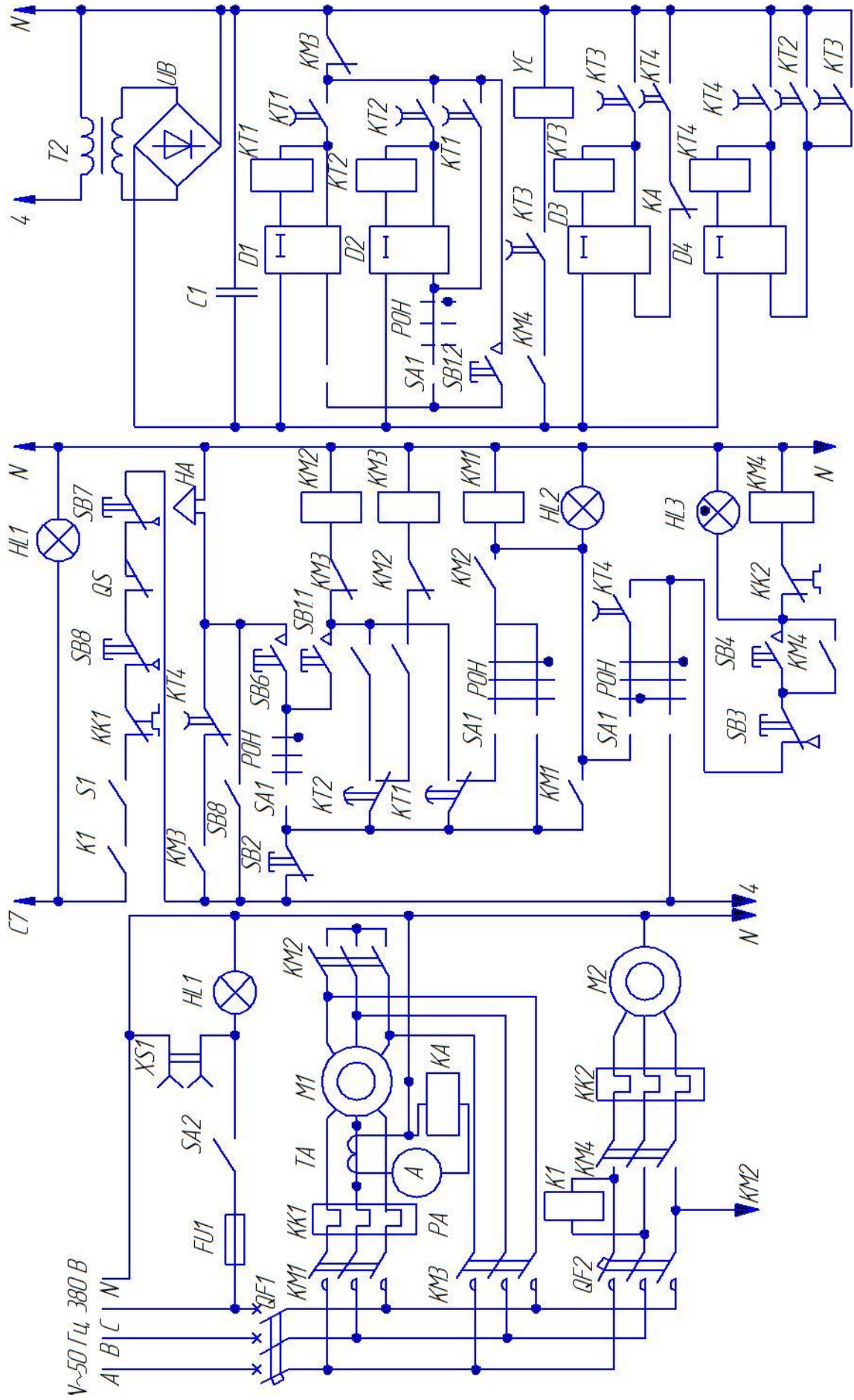


Рисунок. 2.4 – Электрична схема керування дробаркою-подрібноювачем ИРТ-Ф-80-1

Вимкнення подрібнювача при в аварії здійснюються кнопками SB7 або SB8, одна знаходиться на дверях шафи керування, а друга — на рамі машини.

При перевантаженні двигуна приводу ротора МІ, спрацює струмове реле КА, яке вимкне часове реле КТЗ. Через 2 с відпускає свої контакти реле КТЗ і вимкне живлення електромагнітної муфти УС. Бункер зупиниться, зменшиться подача продукту на ротор. У випадку зниження струму до 67 А струмове реле КА відпустить контакти і бункер знов почне обертатись. У випадку, тривалості перевантаження більше 20 с, реле КТА вимкне пускач КМА своїми контактами і ввімкне сирену НА – аварійна зупинка бункера. Захист від струму короткого замикання передбачено автомати QF1 і QF2 і запобіжник 2*771, захист від перевантаження двигунів здійснюють теплові реле КК1 і КК2. Кінцевим вимикач QS передбачено захист від ввімкнення двигуна ротора при відкритій кришці камери подрібнення.

Рівень навантаження двигуна МІ можна відстежувати за показами амперметра РА. Лампи HL2 і HL3 сигналізують про ввімкнення двигунів.

2.3 Модернізована схема електроприводу

З опису схеми електроприводу зрозуміло, що навантаження на подрібнювач здійснюється відповідно до струму, який споживає головний двигун. Однак регулювання навантаження є дискретним. Тобто сировина подається або не подається, що вимагає частих запусків і зупинок асинхронного двигуна МЗ. Відомо, що асинхронні двигуни під час прямого запуску споживають струм, що в 5-7 разів перевищує номінальний. При цьому двигун перегрівається, викликаючи пускові струми в електромережах і спотворення напруги. У зв'язку з цим ми вирішили вирішити цю проблему.

На нашу думку, доцільніше плавно регулювати навантаження відповідно до споживаного струму. Для цього необхідно відрегулювати швидкість двигуна завантажного конвеєра (рисунок 2.5). Для плавного регулювання швидкості асинхронного двигуна пропонуємо використати частотний перетворювач

Lenze 8200 ESMD552L4TXA, на який подається сигнал негативного зворотного зв'язку за струмом двигуна подрібнювача (рисунок 2.6).

При збільшенні навантаження система автоматичного керування зменшує подачу сировини і, навпаки, збільшує струм споживання при його зменшенні. Такий електропривод підвищує продуктивність подрібнювача, безпеку двигуна та загальну надійність системи. У разі екстремального перевантаження або виходу з ладу перетворювача частоти, приводний двигун зупиняється.

Перетворювач зображений на рисунок 2.7. Температурний діапазон для зберігання $-20\dots+70^{\circ}\text{C}$, степінь захисту IP20; робота $0\dots55^{\circ}\text{C}$; перевантажувальний момент $1,5M_n$ протягом 60 с; закон керування лінійний або квадратичний; вихідна частота $0\dots240$ Гц.

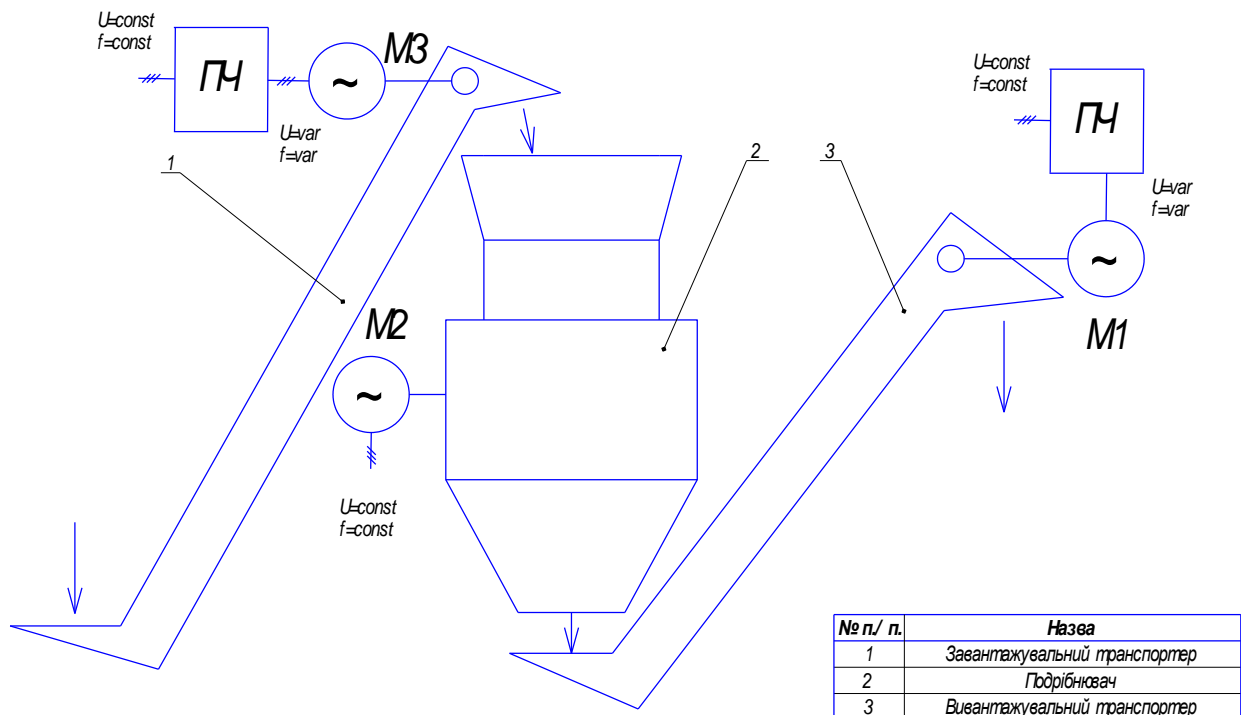


Рисунок 2.5 – Модернізована технологічна схема потокової лінії з подрібнювачем кормів

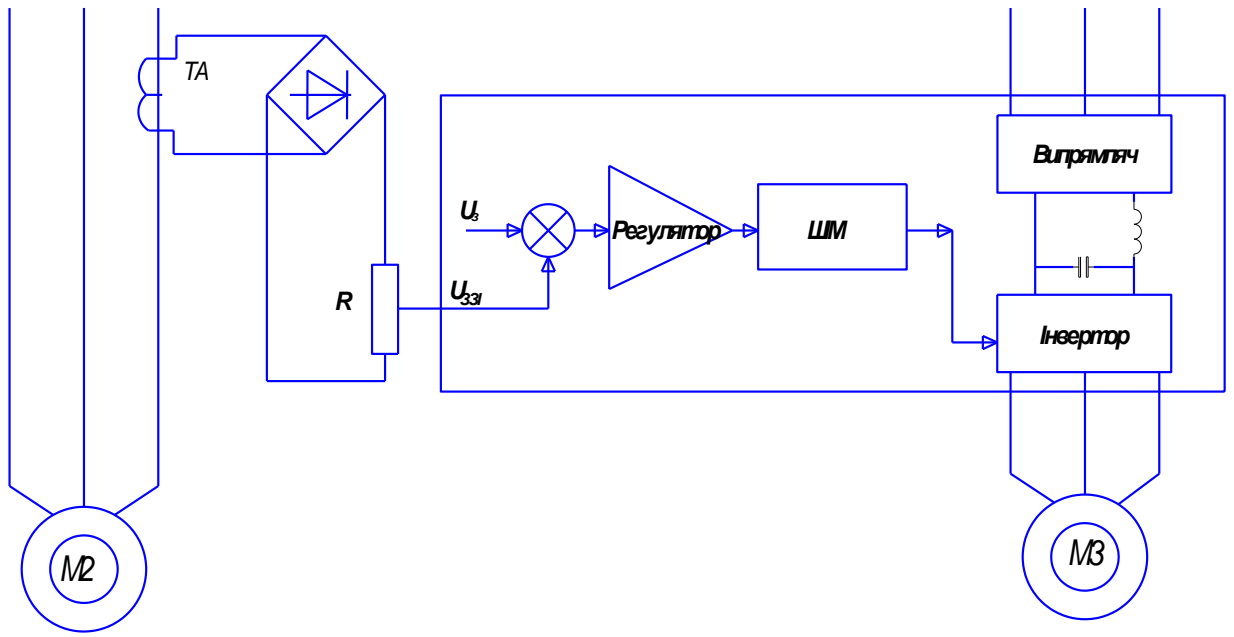


Рисунок 2.6 – Функціональна схема модернізованого електропривода
завантаження



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти Lenz

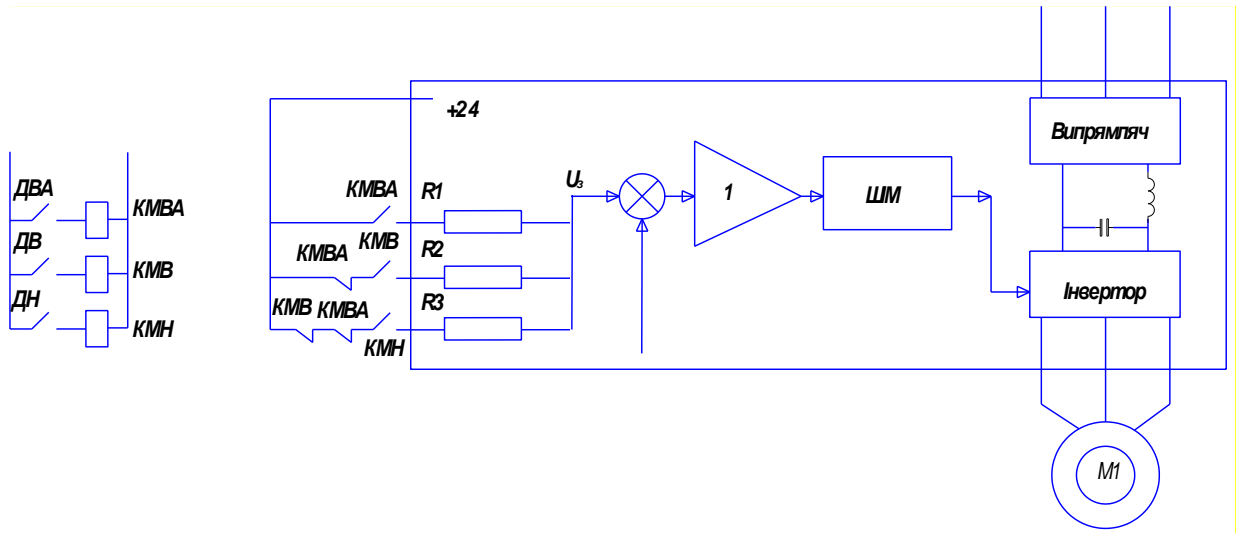


Рисунок 2.8 – Функціональна схема електроприводу механізму вивантаження

Для регулювання швидкості обертання вивантажувального шнека ми пропонуємо використати також частотно-керований електропривод. В залежності від продуктивності дробарки буде регулюватись швидкість обертання шнека. Для цього нам необхідно встановити три ємнісні давачі рівня: давач нижнього рівня ДН, давач верхнього рівня ДВ та давач верхнього рівня аварійний ДВА. А також необхідно заживити двигун від перетворювача частоти, на який подаються сигнали від давачів рівня (рисунок 2.8). При низькій продуктивності дробарки немає потреби в високій швидкості обертання двигуна, тому завдання має низький сигнал, при вищому рівні сигнал завдання має дещо більший сигнал завдання, додатково передбачений давач верхній аварійний. Чим вищий рівень продукту тим вищу швидкість повинен розвивати електропривод механізму вивантаження.

Принципова модернізована схема зображена на рисунок 2.9. Сигнал зворотного зв'язку за струмом через випрямляч подається на перетворювач частоти.

Оскільки в наш час можливі часті перебої з електропостачанням через регулярні обстріли електроенергетичної інфраструктури, багато підприємств передбачають використання резервних джерел живлення.

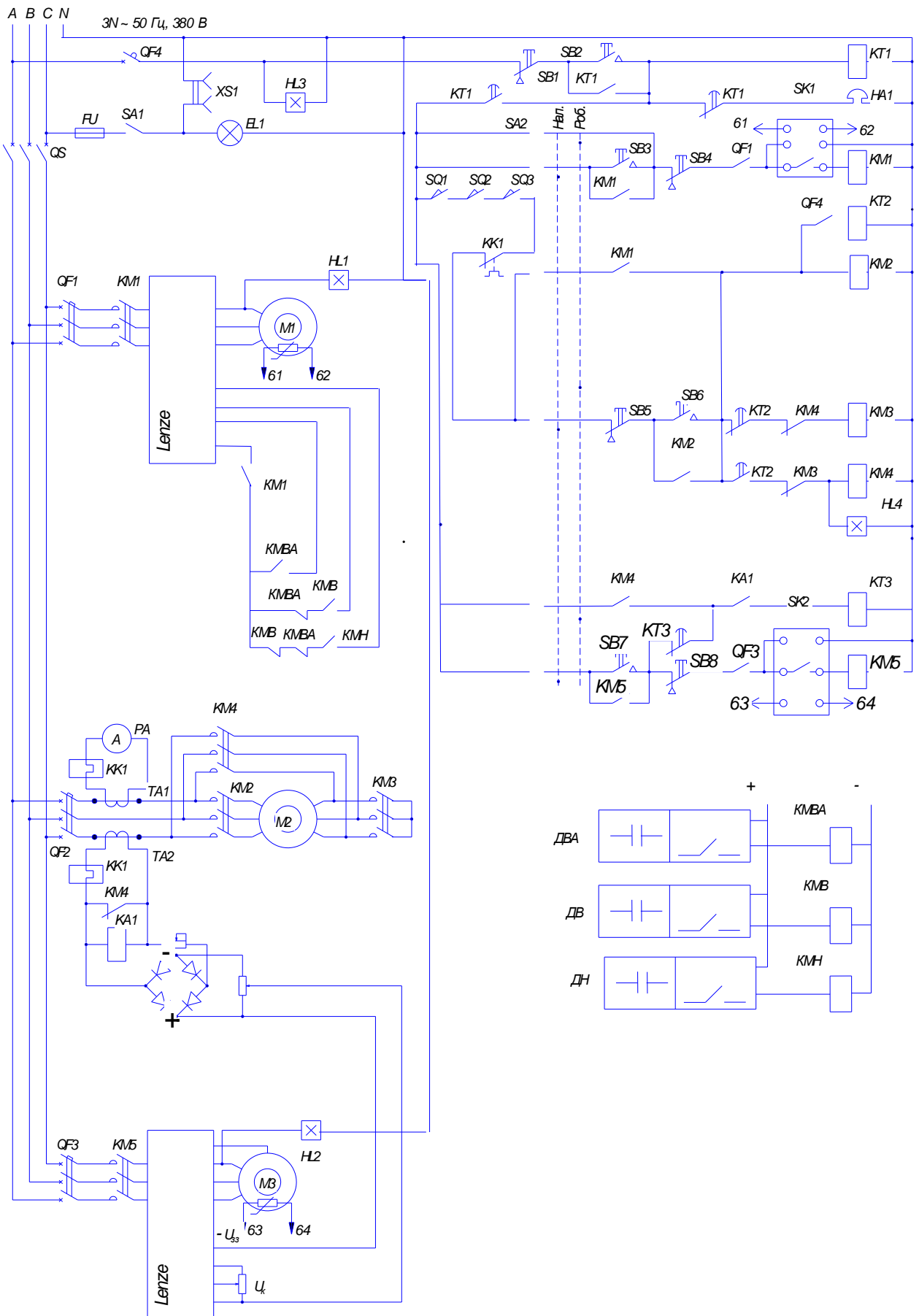


Рисунок 2.9 – Принципова модернізована схема електроприводу

Такими джерелами можуть бути дизельні електростанції. Потужність таких джерел дуже часто є обмежена через їх ціну і високу вартість цієї електроенергії.

Проте потреба у отриманні корму для тварин залишається актуальною не дивлячись на реалії сьогодення. Процес подрібнення кормів дуже енергоємний. Основним споживачем електроенергії є двигун подрібнювача. Ми пропонуємо для забезпечення його роботи в умовах обмеженої потужності обмежити рівень завантаження шляхом зменшення сигналу завдання на електроприводі механізму завантаження. Проте це призведе до зниження техніко-економічних показників основного двигуна великої потужності. Ми пропонуємо для такого механізму, який може систематично недовантажуватись застосувати схему ввімкнення зірка. У такому випадку ми отримаємо зниження напруги живлення двигуна, що дозволить забезпечити вищі техніко-економічні показники.

Для цього у схемі електроприводу нам необхідно крім зменшення сигналу завдання на завантажувальному двигуні, встановити додатковий вимикач QF4 у колі живлення часового реле КТ2, який здійснює перемикання у схему трикутник. При розімкненому колі котушки часового реле, схема підключення основного двигуна залишиться зірка, яка зазвичай використовується як пускова для обмеження пускових струмів.

Звичайно таке рішення суттєво зменшить продуктивність установки, через це тривалість роботи механізму необхідно буде збільшити, про те процес виробництва не буде зупинений.

РОЗДІЛ 3

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Робота асинхронного двигуна на лінійній ділянці механічної характеристики асинхронного двигуна (АД) (на ділянці $-0.8 M_{кр} \leq M \leq 0.8 M_{кр}$) описується рівнянням:

$$\frac{M}{\omega_0 - \omega} = \frac{2M_{кр} / \omega_0 s_{кр}}{T_e s + 1}, \quad (3.1)$$

де ω_0 – значення кутової швидкості обертання магнітного поля статора;

M – значення електромагнітного моменту двигуна;

$M_{кр}$ – значення критичного моменту асинхронного двигуна;

$s_{кр}$ – значення критичного ковзання асинхронного двигуна;

ω – значення кутової швидкості обертання ротора асинхронного

двигуна;

$$T_e = \frac{1}{\omega_{ел} s_{кр}} - \text{значення електромагнітної сталої часу,}$$

де $\omega_{ел} = 2\pi f_1$ – значення кутової частоти напруги статора

f_1 – значення частоти напруги електричної мережі живлення.

Значення критичного ковзання $s_{кр}$:

$$s_{кр} = s_{ном} (\lambda_{\max} + \sqrt{\lambda_{\max}^2 - 1}), \quad (3.2)$$

де λ_{\max} - значення кратності максимального моменту;

$s_{ном}$ - значення номінального ковзання асинхронного двигуна.

Згідно описаних залежностей отримаємо структурно-математичну модель АД (рисунок 3.1):

$$\frac{dM}{dt} = ((\omega_0 - \omega) \cdot 2M_{кр} / \omega_0 s_{кр} - M) / T_e; \quad (3.3)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = (M - M_c) / J. \quad (3.4)$$

Для проведення моделювання необхідно розрахувати параметри моделі двигуна.

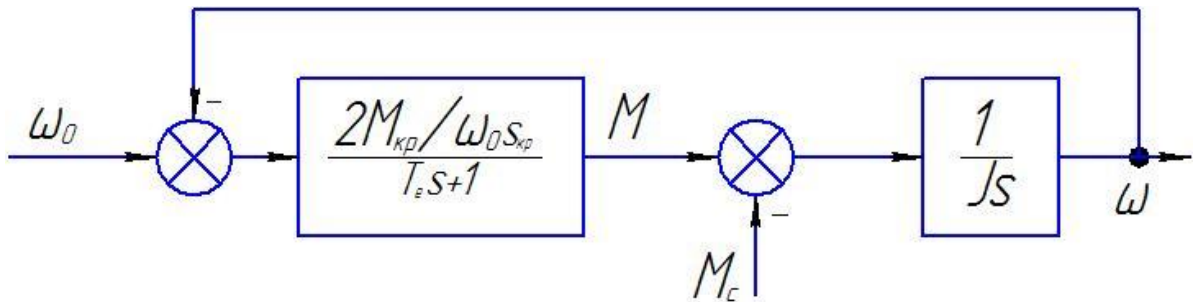


Рисунок 3.1 – Структурно-математична модель асинхронного двигуна на лінійній ділянці механічної характеристики

Параметри моделі електроприводу завантажувального механізму.

Значення номінальної швидкості

$$\omega_n = \frac{\pi n_n}{30}; \quad (2.1)$$

$$\omega_n = \frac{3.14 \cdot 835}{30} = 87.396 \text{ рад / с.}$$

Значення номінального моменту

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}; \quad (2.2)$$

$$M_n = \frac{180}{87.396} = 2.059 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Значення номінального ковзання асинхронного двигуна:

$$s_n = \frac{n_0 - n_n}{n_0}; \quad (2.3)$$

$$s_n = \frac{1000 - 835}{1000} = 0.165.$$

Значення критичного ковзання асинхронного двигуна:

$$s_{кр} = 0.165(2 + \sqrt{2^2 - 1}) = 0.616.$$

Значення електромагнітної сталої часу

$$T_e = \frac{1}{\omega_{el} \cdot s_{kp}}; \quad (2.4)$$

$$T_e = \frac{1}{314 \cdot 0.616} = 0.0052c.$$

Значення критичного моменту

$$M_{kp} = M_n \cdot \lambda_{max}; \quad (2.5)$$

$$M_{kp} = 2.059 \cdot 2 = 4.119H \cdot m.$$

Проводимо аналогічний розрахунок електроприводу головного двигуна подрібнювача.

Значення номінальної швидкості

$$\omega_n = \frac{3.14 \cdot 2950}{30} = 308.76 \text{ рад / с};$$

Значення номінального моменту

$$M_n = \frac{30000}{308.76} = 97.163H \cdot m.$$

Значення номінального ковзання:

$$S_n = \frac{3000 - 2950}{3000} = 0.016.$$

Значення критичного ковзання:

$$S_{kp} = 0.016(3 + \sqrt{3^2 - 1}) = 0.093.$$

Значення електромагнітної сталої часу

$$T_e = \frac{1}{314 \cdot 0.093} = 0.034c.$$

Значення критичного моменту

$$M_{kp} = 97.163 \cdot 3 = 291.489H \cdot m.$$

У випадку роботи електроприводу при ввімкненні двигуна по схемі зірка, напруга на обмотках буде у $\sqrt{3}$ разів менша, отже значення критичного моменту буде у 3 рази менше, а саме $97,163 H \cdot m$.

По отриманим розрахункам будуємо моделі двигунів (рисунки 3.2, 3.3, 3.4) ми їх реалізували як елементи підсистеми, цілісна модель показана на рисунку 3.5, ці блоки показані як AD1 і AD2,

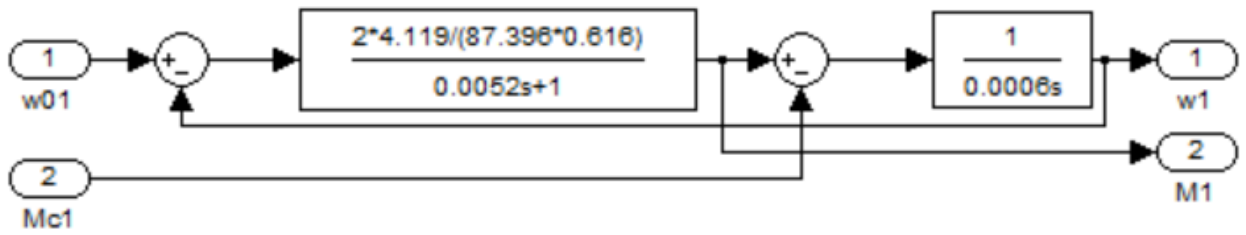


Рисунок 3.2 – Модель двигуна AD1 механізму завантаження

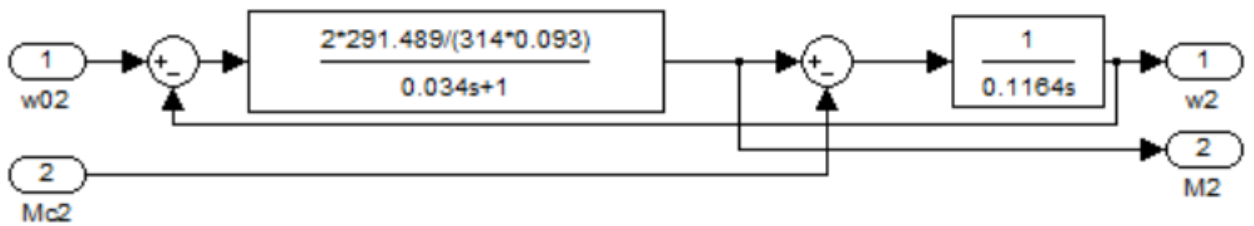


Рисунок 3.3 – Модель двигуна AD2 механізму подрібнення

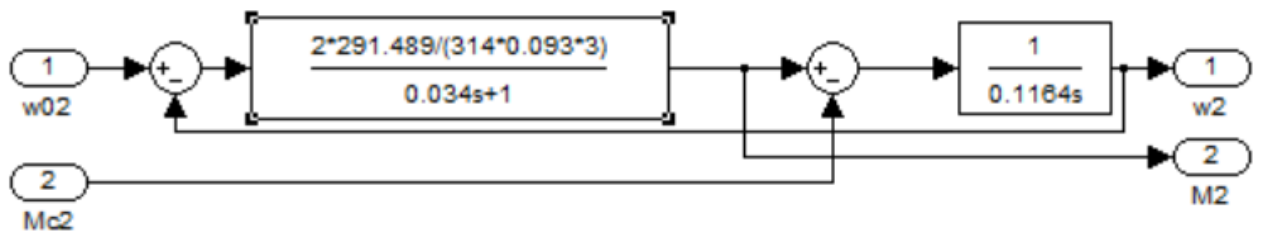


Рисунок 3.4 – Модель двигуна AD2 механізму подрібнення при пониженій напрузі живлення

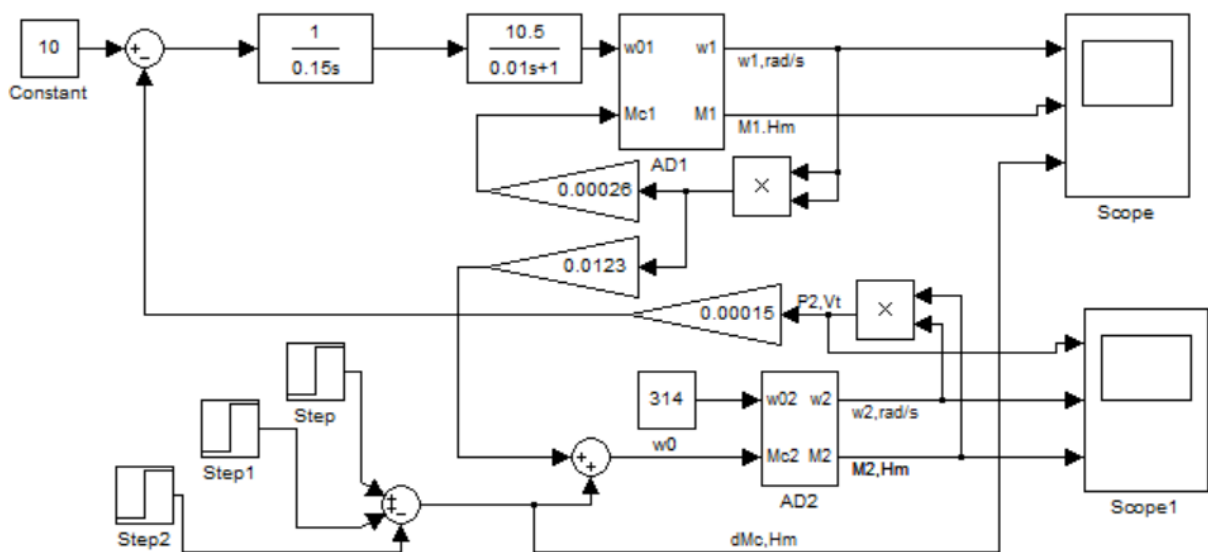


Рисунок 3.6 – Модель запропонованої системи електроприводу

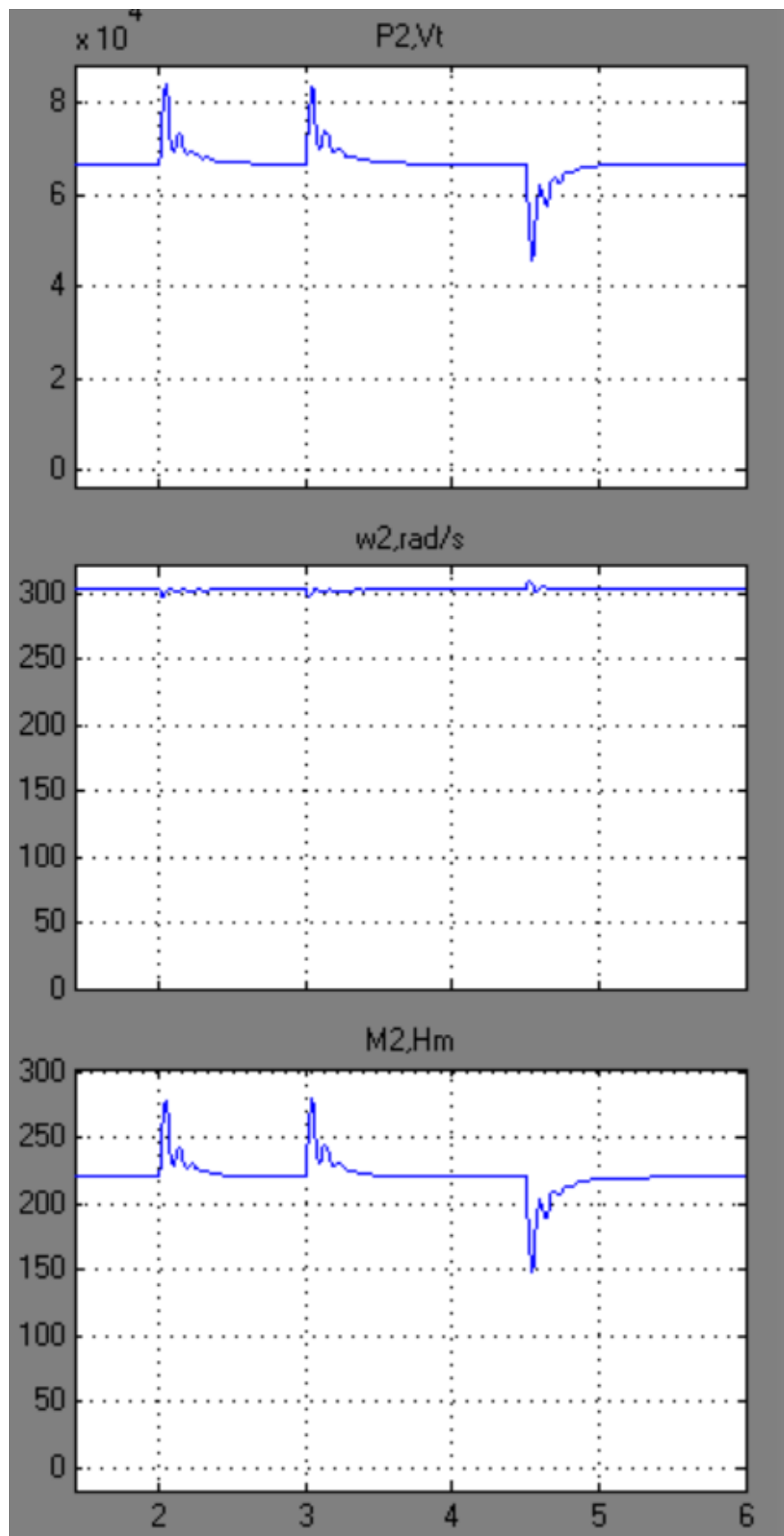


Рисунок 3.7 – Графічні залежності перехідних процесів при роботі у режимі близькому номінальному: потужність, кутова швидкість та момент АД2

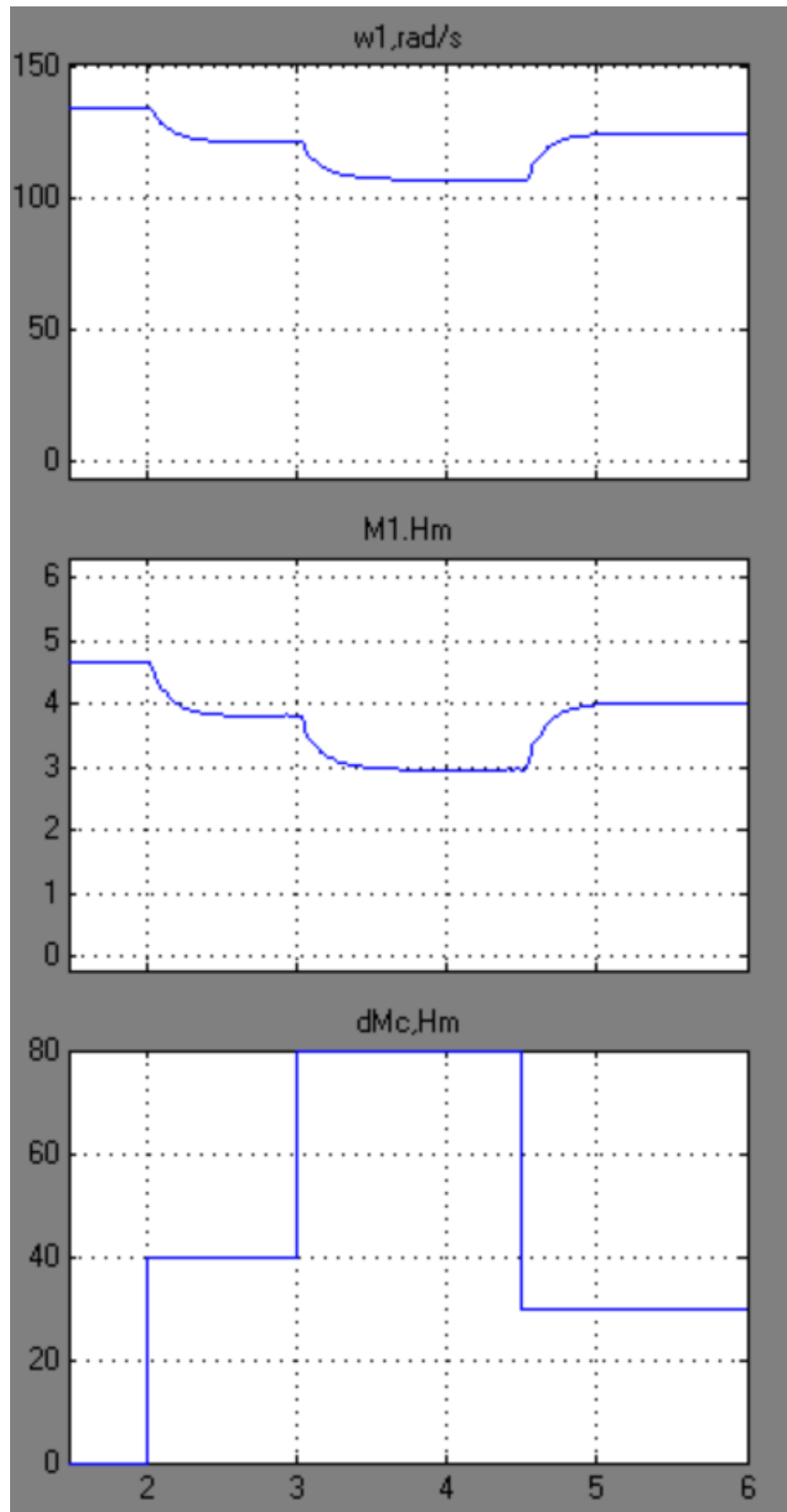


Рисунок 3.8 – Графічні залежності перехідних процесів при роботі у режимі близькому номінальному: кутова швидкість та момент АД1, моделювання зміни навантаження

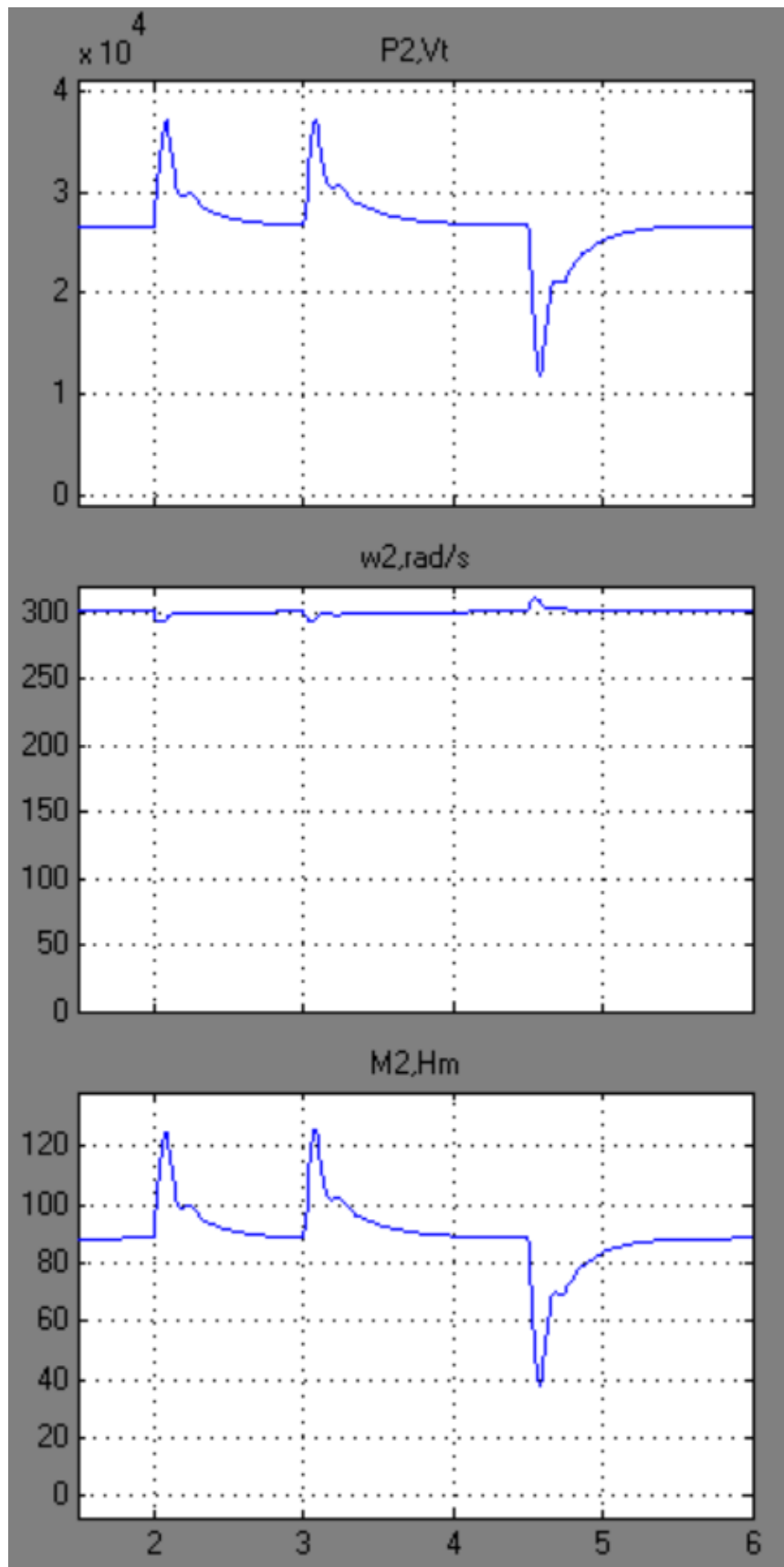


Рисунок 3.9 – Графічні залежності перехідних процесів при роботі у режимі при пониженій напрузі живлення: потужність, кутова швидкість та момент АД2

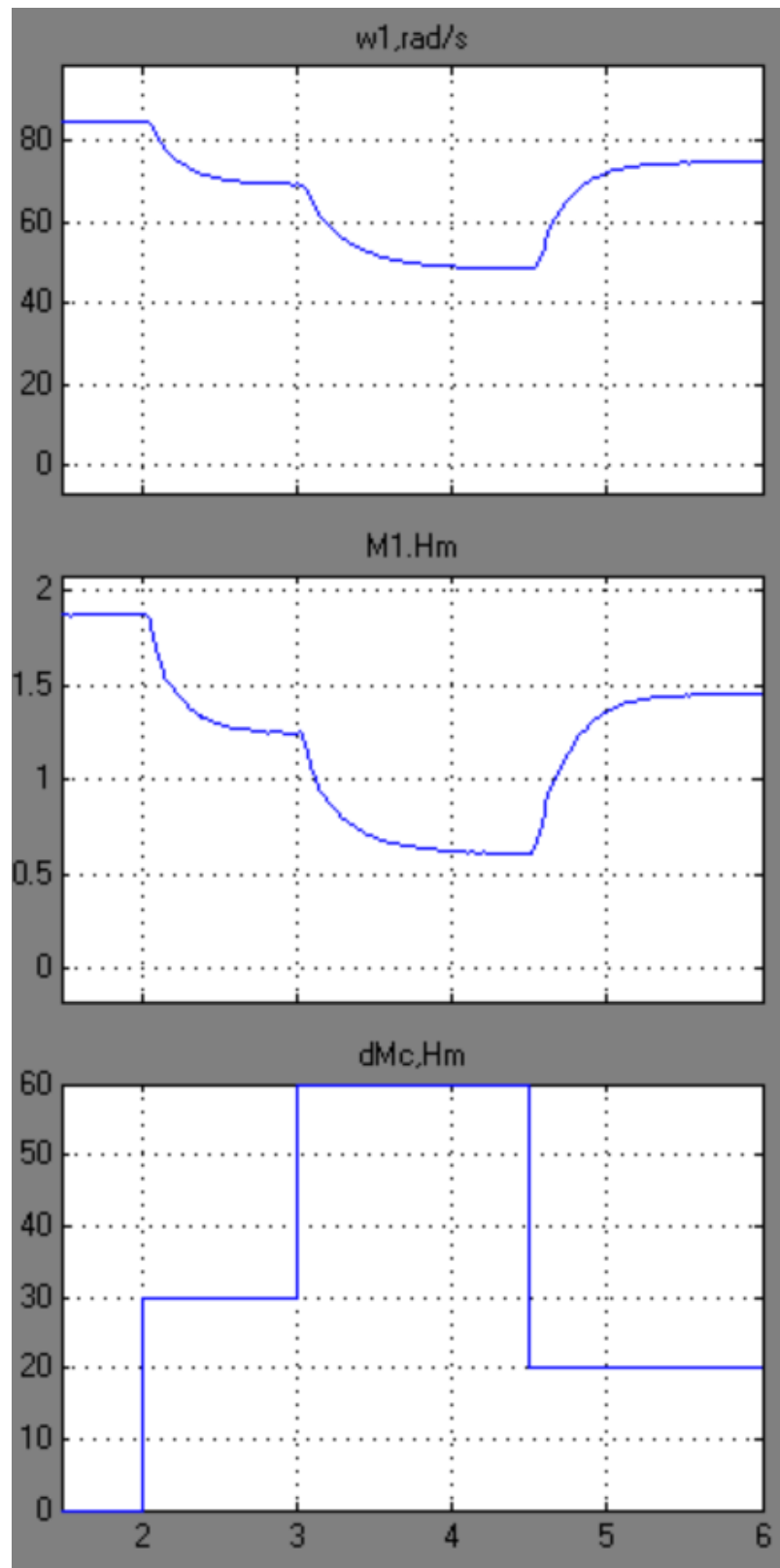


Рисунок 3.10 – Графічні залежності перехідних процесів при роботі у режимі при понижень напрузі живлення: кутова швидкість та момент АД1, моделювання зміни навантаження

Модель електроприводу показано на рисунку 3.6. Модель складається із двох двигунів механізму завантаження AD1, який живиться від перетворювача частоти, який моделюється аперіодичною ланкою першого порядку. На вхід подається сигнал завдання, який порівнюється із сигналом від'ємного зворотного зв'язку, різниця сигналів подається на вхід І-регулятора, далі на перетворювач частоти. Сигнал від двигуна AD1 перетворюється і подається як навантаження на вал електродвигуна AD2, основний двигун подрібнювача. З основного двигуна береться сигнал від'ємного зворотнього зв'язку по потужності, який пропорційний струму і подається на вхід системи електроприводу.

Для моделювання зміни навантаження додатково встановлено три блоки Step, Step1 і Step2. За допомогою цих блоків імітуємо зміну навантаження: на 2 с додаємо 40 Нм, на 3 с 40 Нм і на 4,5 с зменшуємо на 50 Нм.

Перший дослід проводимо при високому сигналі завдання. Із отриманих графічних залежностей ми бачимо, що система керування електроприводу відпрацьовує ці збурення, і споживана потужність двигуна AD2 стабілізується на заданому рівні (рисунок 3.7, 3.8) за допомогою регулювання швидкості обертання двигуна AD1 перетворювачем частоти.

Другий дослід проводимо при ввімкненні другого двигуна у режимі зірки (ввімкнення на понижену напругу). При цьому критичний момент двигуна у три рази менший від номінального режиму. Відповідно необхідно зменшити сигнал завдання на вході системи електроприводу.

Для моделювання зміни навантаження за допомогою блоків Step, Step1 і Step2. За допомогою цих блоків імітуємо зміну навантаження: на 2 с додаємо 30 Нм, на 3 с 30 Нм і на 4,5 с зменшуємо на 40 Нм.

Із отриманих графічних залежностей ми бачимо, що система керування електроприводу відпрацьовує ці збурення, і споживана потужність двигуна AD2 стабілізується на заданому рівні (рисунок 3.8) за допомогою регулювання швидкості обертання двигуна AD1 перетворювачем частоти.

Після проведених досліджень ми бачимо високу швидкодію автоматизованої системи електроприводу. Що забезпечує можливість завантаження двигуна до номінальної потужності, що забезпечує високу продуктивність дробарки, що дозволяє максимально ефективно використовувати потужність основного двигуна, оскільки можливі перевантаження швидко відпрацьовуються системою керування електроприводу.

При цьому ми отримуємо високі техніко-економічні показники роботи головного двигуна подрібнювача, а саме коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт потужності та високу продуктивність у випадку роботи у номінальному режимі. А також за умови роботи від джерела обмеженої потужності можна легко переналаштувати схему для роботи у режимі пониженої напруги живлення зі зменшеною продуктивністю, проте продовжуючи випуск продукції.

Кошти для переобладнання схеми будуть не великі.

У випадку обмежених ресурсів, при цьому привід механізму вивантаження можна залишити без змін, при цьому він постійно буде працювати із максимальною продуктивністю. Хоча краще б було провести одночасну модернізацію усіх механізмів.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз стану охорони праці

Електричні машини застосовуються у багатьох галузях господарства: машинобудівній промисловості, вугільній, металургійній, сільсько-господарській та в багатьох інших галузях промисловості.

Безпечна, безаварійна експлуатація систем електропостачання ставить перед працівниками електрогосподарства складні задачі з охорони праці.

При роботі з електродвигунами дуже важливим є дотримання техніки безпеки. Не можна нехтувати навіть незначними несправностями обладнання, адже таке недбале ставлення, насамперед до себе, може призвести до травм різного ступеня важкості, або і до летального випадку.

В умовах виробництва велика кількість аварій і травм виникає внаслідок конструктивних недоліків машин, механізмів, обладнання, захисних та запобіжних пристроїв, а також часто через недосконалість технологічного процесу чи засобів захисту працівників.

Несправності двигунів найчастіше виникають у результаті зносу деталей, а також через порушення правил технічної експлуатації. За характером походження ушкодження електродвигунів поділяють на:

- електричні (пошкодження ізоляції або струмопровідних частин машини);
- механічні (ослаблення кріпильних сполучних різьблень, порушення форми і поверхні деталей, перекоси і поломки).

При експлуатації електродвигунів можливі випадки, коли:

- електродвигун не запускається;
- при пуску не набирає номінальних оборотів;
- при роботі гуде, вібрує, перегрівається;

- сильно іскрять щітки;
- чується ненормальний шум.

Обслуговуючий персонал має виявити несправність, визначити причини її виникнення і при можливості усунути її або відправити двигун у капітальний ремонт.

4.1.1 Правила безпеки під час обслуговування електродвигунів

Під час роботи, при якій можливе доторкання до струмоведучих частин двигуна або до його обертових частин і механізму, який вони приводять у рух, необхідно зупинити електродвигун і на ключі керування вивісити знак «Не вмикати! Працюють люди».

Коли робота на електродвигуні або механізмі, який він приводить в рух пов'язана з доторканням до струмоведучих або обертових частин, то з двигуна має бути знята напруга. Також у двигуна, що працює обмотка, яка не використовується і кабель, що її живить, слід розглядати як такі, що знаходяться під напругою.

Якщо на вимкненому двигуні роботи не проводять або їх перервано на деякий час, то від'єднана від нього кабельна лінія має бути заземлена збоку електродвигуна.

На однотипному або близькому за габаритами електродвигуні, встановленому поряд з тим, на якому проводяться роботи, необхідно вивісити плакати «Стій! Напруга» незалежно чи перебуває він в резерві чи в роботі.

При роботі забороняється знімати огороження частин електродвигуна, які обертаються, під час їх роботи.

Під час обслуговування електродвигунів необхідно дотримуватися таких заходів безпеки:

- працювати потрібно в головному уборі, спецодяг має бути застібнутим;
- остерігатись захвату одягу частинами машини, які обертаються;
- користуватись гумовими килимками або спеціальним діелектричним взуттям;

- не торкатися руками одночасно до струмоведучих частин різних полюсів або струмоведучих і заземлених частин.

4.1.2 Основні вимоги безпеки до працівників під час обслуговування електроустановок

1. Порядок навчання і перевірки знань працівників має бути відповідним до галузевого положення про навчання, інструктаж і перевірку знань з ОП.

2. Первинний і періодичний медогляд працівників має проводитись згідно з Положенням про медичний огляд працівників, затвердженим наказом Міністерства охорони здоров'я України №45 від 31.03.94.

3. Працівники, які обслуговують електроустановки, зобов'язані чітко знати посадові інструкції відповідно до займаної посади чи роботи, яку виконують і мати відповідну групу з електробезпеки.

4. Не можна допускати до роботи в електроустановках осіб, які не пройшли навчання і перевірку знань з ОП.

5. Заборонено допускати до роботи працівників, які знаходяться в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, або з явними ознаками захворювання.

6. В разі нещасних випадків з людьми необхідно негайно зняти напругу для звільнення потерпілого від дії електричного струму, без попереднього на то дозволу.

4.2 Планування заходів з покращання охорони праці

На жаль на підприємствах України умови праці за останні роки значно погіршились. Кожен другий працівник працює в несприятливих умовах, що веде до негативних наслідків.

Вирішення проблем у сфері охорони праці може бути досягнуто за рахунок підвищення умов праці.

Повільні темпи вдосконалення умов праці на підприємстві потребують перебудови системи управління умовами праці.

Управління умовами праці – це процес здійснення технічно-організаційних, соціально-економічних та інших заходів, спрямованих на збереження здоров'я працівника, зменшення впливу шкідливих факторів на організм працівника.

Таким чином, можна виділити наступні пропозиції щодо покращення умов праці та підвищення ефективності охорони праці.

1. Для покращення умов праці необхідно раціоналізувати режими праці і відпочинку персоналі.
2. Виготовлення та установка технічних засобів охорони праці, а саме огорожень, засобів сигналізації тощо.
3. Заміна застарілого устаткування та використання індивідуальних засобів захисту.
4. З метою виведення працівників із зони несприятливих умов, слід впроваджувати дистанційне керування виробничими процесами, а також механізувати та автоматизувати небезпечні процеси на виробництві.
5. Для зниження рівня виробничого травматизму і покращення охорони праці є піднесення економіки, тобто необхідно розходи підрозділів підприємства перевести на самостійний фінансовий баланс. Це розвиває ініціативу трудового колективу і одночасно вирішує проблеми охорони праці.
6. Необхідно чітко визначити для кожного структурного підрозділу підприємства перелік і зміст їхніх завдань і функцій.
7. Основними функціями управління є планування, організація, мотивація та контроль.

Саме функція планування забезпечує виконання правил з охорони праці і включає в себе прогнозування потрібних заходів охорони праці з метою попередження виробничого травматизму, профзахворювань і покращення умов праці. Для цього складаються певні цільові програми і здійснюється перспективне, оперативне і поточне планування роботи з охорони праці. Такі

плани повинні містити спрямовані заходи на запобігання травматизму і профзахворюванням. Вони складаються з урахуванням ризиків за робочим місцем, виконання нормативних актів і політики підприємства з охорони праці.

Функція організації передбачає обов'язки, права та відповідальність кожної посадової особи з вирішення поставлених завдань, планів та політики управління охороною праці, організації служби ОП для зменшення ризиків.

Функція мотивації спрямована на створення комфортних умов праці для кожного працівника, а також на застосування методів матеріального стимулювання робочого персоналу за усунення ризиків.

Функція контролю виконання правил з охорони праці має бути комп'ютеризована для активізації діяльності щодо запобіжних дій для зменшення ризику.

8. За для виконання завдань з охорони праці потрібно створювати фонди охорони праці.

9. Порушення правил охорони праці повинні тягнути за собою штрафні санкції з боку підприємства і контролюватись державою.

10. Фонд страхування від нещасних випадків і профзахворювань має залежати від рівня ризиків певно виробництва.

11. Інструктаж та навчання персоналу з охорони праці слід проводити із застосуванням сучасних методів навчання, виховання у працівників психології і культури безпеки. Перед кожною потенційною небезпечною операцією необхідно складати план виконання та проводити детальний інструктаж.

Впровадження заходів щодо покращення умов і охорони праці створює стимулюючий вплив на економічні та соціальні результати виробництва. Підвищується продуктивність праці за рахунок кращого використання робочого часу завдяки зниженню втрат через тимчасову непрацездатність та травматизму на виробництві. У свою чергу зростання продуктивності праці позитивно впливає на якість продукції та послуг. Слід зазначити, що комплекс

заходів з покращення охорони праці може забезпечити приріст продуктивності праці на 15-20%. Також сприятливі умови праці сприяють зменшенню швидкоплинності кадрів, що у свою чергу позитивно впливає на продуктивність та економіку самого підприємства.

4.3 Моделювання процесу виникнення травм та аварій

У наш час розвиток виробничих та технологічних процесів тісно пов'язаний з науково-технологічним прогресом і є неможливим без ефективного використання ресурсів, зменшення збитків від аварій і травматизму. Вирішення цієї проблеми потребує використання науково обґрунтованих підходів і аналізу виробничих процесів у системі «людина-машина».

Низька культура безпеки, відсутність технологічної дисципліни, а також конструктивна недосконалість та значне спрацювання устаткування супроводжуються збільшенням аварій і виробничого травматизму на підприємстві. Заходи щодо попередження небезпечних подій мають неабияку актуальність в усіх сферах виробництва, а нехтування небезпечними чинниками, які несуть небезпеку для працівника призводить до загибелі людей. Тому необхідно вміти оцінити характер виникнення небезпечних ситуацій. Для цього доцільно використовувати методи системного аналізу та моделювання процесу виникнення таких ситуацій. Тим самим підвищити безпеку життєдіяльності людини і зменшити збитки від аварійних і травмонезбезпечних ситуацій на виробництві.

Існує 4 можливих методичних підходи аналізу небезпечних подій: інженерний; модельний; експертний; соціологічний.

Розглянемо модельний підхід аналізу визначення появи небезпечних ситуацій та розрахуємо ймовірність виникнення таких ситуацій.

Такий підхід ґрунтується на побудові моделей впливу шкідливих чинників на людину. Усі чинники, які утворюють якусь конкретну аварійну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковим зв'язком.

Кожна логічна модель виникнення небезпечної ситуації складається із деякої кількості випадкових подій, які у свою чергу можна розглядати як статично залежні або незалежні між собою компоненти. Статистично залежними називаються такі події, коли поява наступної події є неможливою без виникнення попередньої. Статистично незалежні події – такі події, коли кожна з двох подій логічної моделі можуть виникати незалежно одна від одної.

Аналізуючи побудовану логічну модель певного технологічного процесу можна знайти подію, з якої починається виникнення аварійної чи травмобезпечної ситуації. А також такі моделі дозволяють вияви окремих осіб, які безпосередньо причетні до виникнення небезпечних ситуацій і визначити ступінь вини самого потерпілого.

Для аналізу небезпек, які були виявлені у процесі обстеження робочих споруд чи виробничих процесів цілком доцільно використання метод логічного моделювання процесів виникнення небезпечних подій. Проте для процесів, в яких аварія або травма виникає внаслідок впливу великої кількості статистично залежних чи статистично незалежних між собою подій, такий метод не використовується. У таких випадках доцільно застосувати так званий метод «дерева» несправностей і помилок оператора, що дозволяє визначити імовірність виникнення випадкових подій у системі «людина-машина».

Основні принципи для побудови такої моделі є такими. Вивчаємо виробництво, на якому можливі або вже мали місце раніше аварії чи виробничі травми. Після чого виділяємо якусь основну небезпечну подію і зв'язуємо цю подію з наступною, яка обумовлює її виникнення, шляхом логічного аналізу використовуючи при цьому логічні оператори

- «І» якщо одночасно відбуваються всі вхідні події;
- «АБО» якщо відбувається хоча б одна вхідна подія.

Для представлення математичного обчислення імовірності випадкових подій застосовують наступні формули.

1. Нехай у третю подію P_3 , за допомогою логічного оператора «І», входять дві попередні події. Тоді імовірність виникнення події P_3 можна визначити так:

$$P_3 = P_1 \cdot P_2$$

2. Три події з ймовірностями P_1 , P_2 , P_3 утворюють четверту з імовірністю P_4 за допомогою оператора «І». Тоді P_4 дорівнює:

$$P_4 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3$$

3. Коли дві базові події з ймовірністю P_1 та P_2 входять до третьої за допомогою оператора «АБО». Тоді P_3 :

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2$$

Нехай ймовірність події $P_1 = 0,02$, а $P_2 = 0,04$, тоді

$$P_{13} = 0,3 + 0,4 - 0,3 \cdot 0,4$$

$$P_3 = 0,0592$$

$$P_{11} = 0,1 + 0,02 - 0,1 \cdot 0,02 = 0,118$$

Аналогічно обчислюємо імовірність всіх інших подій в залежності від їх номера на логіко-імітаційній моделі процесу виникнення травми при технічному обслуговуванні асинхронного двигуна (рисунку 4.1).

$$P_{14} = 0,118 \cdot 0,2 = 0,0236$$

$$P_{17} = 0,0592 + 0,0236 - 0,0592 \cdot 0,0236 = 0,0814$$

$$P_{12} = 0,12 + 0,15 - 0,12 \cdot 0,15 = 0,252$$

$$P_{15} = 0,252 \cdot 0,1 = 0,0252$$

$$P_{16} = 0,2 + 0,15 - 0,2 \cdot 0,15 = 0,264$$

$$P_{18} = 0,0252 \cdot 0,264 = 0,0065$$

$$P_{19} = 0,0814 + 0,0065 - 0,0814 \cdot 0,0065 = 0,0873$$

Отже, імовірність виникнення ураження електричним струмом, при наявності таких подій ($P_1 - P_{18}$) на кожну 100 одиниць аналогічного обладнання можна очікувати 8,73 аварій.

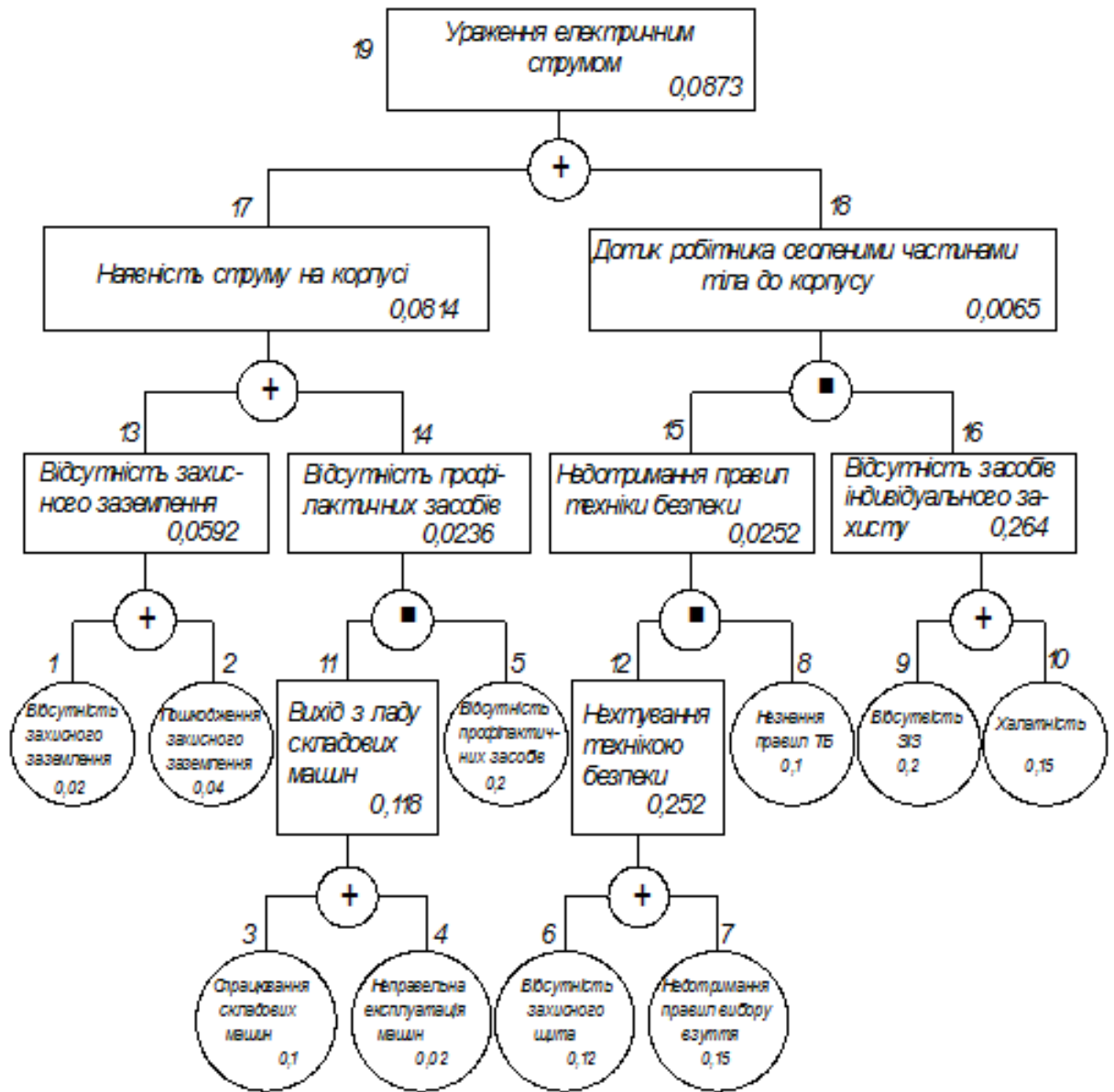


Рисунок 4.1 – Логіко-імітаційна модель процесу виникнення травми при технічному обслуговуванні асинхронного двигуна.

Такі моделі процесу виникнення аварій і травм допомагають зменшити імовірність виникнення небезпечних ситуацій.

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Значна кількість надзвичайних ситуацій при експлуатації асинхронних двигунів виникає внаслідок недосконалої конструкції самого двигуна, через

недосконалість технологічних процесів та засобів для особистого захисту правників.

При експлуатації асинхронного двигуна, необхідно дотримуватись основних захисних заходів від шкідливих факторів, а саме:

- захист від шуму (спеціальні навушники та каски, вкладиші у вушну раковину, звукоізоляційні огорожувальні конструкції, звукопоглинаючі екрани тощо);
- захист від метеоумов (від переохолодження використовується теплий спецодяг, від атмосферних опадів для захисту голови використовуються каски, від впливу високої температури необхідно передбачити хорошу вентиляцію повітря та кондиціонування);
- захист від незадовільного освітлення (при роботі з асинхронним двигуном використовується природне і штучне освітлення. Штучне застосовується в темний час доби (згідно ПУЕ газорозрядні лампи типу ДРЛ, для аварійного освітлення – лампи розжарювання);
- захист від ураження електричним струмом (захисне заземлення та занулення, подвійна ізоляція, ізолюючі вставки, тощо).

Окрім цього усі електричні двигуни, апарати, трансформатори повинні мати відповідний ступінь вибухозахисту (згідно ГОСТ 14254, ПУЕ-84 і ДНАОП 0.00-1.32-01.). Також обладнання має мати відповідне маркування щодо його вибухозахисту та захисту оболонки.

Існують такі основні причини виникнення пожеж під час експлуатації асинхронних двигунів:

- електричного характеру (іскріння, пошкодженні контакти в місцях з'єднання, струми короткого замикання і перевантаження, електричні дуги);
- неелектричного характеру (недотримання працівниками правил технічної безпеки, правил експлуатації машини, несправність самої машини).

Якщо електричний двигун загорівся потрібно його негайно вимкнути, розібрати схему і ввімкнути заземлюючий ніж. Після цього можна приступати до гасіння за допомогою вогнегасника.

Також на підприємстві машини, які є несправними, частини електричного обладнання, які можуть бути небезпечними для людини, слід фарбувати у сигнальні кольори і наносити на них знаки безпеки. Для попередження про небезпеку застосовуються світлові, звукові сигналізатори.

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Для модернізації електроприводу необхідно придбати два перетворювачі частоти та три датчі рівня. Орієнтовна вартість даного обладнання становить $K=60\ 000$ грн.

При визначенні експлуатаційних витрат розрахуємо наступні величини. Амортизаційні відрахування становлять 15%, тому

$$A = 0,15 K,$$

$$A = 0,15 \cdot 60\ 000 = 9\ 000 \text{ грн.}$$

Щоб визначити вартість втрати енергії нам необхідно знати значення сумарної потужності базового варіанту електроприводу P_{δ} та проектного варіанту електроприводу P_n кВт.

Визначаємо значення втрат потужності у обох випадках:

$$P' = P((1 - \eta) / \eta),$$

де η – значення коефіцієнту корисної дії системи електропривода.

Сумарне значення коефіцієнта корисної дії системи визначаємо, як добуток коефіцієнтів корисної дії окремих елементів усієї системи.

Базовий електропривод:

$$\eta_{\delta} = \eta_{AD}^2 \eta_{ск1},$$

де η_{AD} , $\eta_{ск1}$ – значення коефіцієнтів корисної дії відповідно асинхронного двигуна і системи керування.

Проектована схема за системою ПЧ-АД:

$$\eta_{np} = \eta_{AD}^2 \eta_{ск2},$$

де η_{AD} , $\eta_{ск2}$ – значення коефіцієнтів корисної дії відповідно асинхронного двигуна і системи керування за схемою керування з перетворювачами частоти.

Розраховуємо значення обох систем електроприводу ККД:

$$\eta_{\delta} = 0,9^2 \cdot 0,6 = 0,486;$$

$$\eta_{np} = 0,9^2 \cdot 0,81 = 0,656.$$

Значення потужності базового електроприводу та проектного $P_6 = P_{\Pi} = 8,5$ кВт. Тому значення втрат потужності для двох випадків:

$$P'_6 = 8,5((1-0,486)/0,486) = 8,99 \text{ кВт},$$

$$P'_{np} = 8,5((1-0,656)/0,656) = 4,455 \text{ кВт}.$$

Визначаємо втрати енергії, кВт·год за формулою:

$$\Delta P = P' \cdot K_3 \cdot F_0,$$

де $K_3 = 0,8$ – значення коефіцієнта завантаження по потужності;

$F_0 = 2\,000$ - значення річного фонду часу роботи електроприводу.

Розраховуємо втрати енергії для двох випадків електроприводу:

$$\Delta P_6 = 8,99 \cdot 0,8 \cdot 2000 = 14\,380 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$\Delta P_{np} = 1,593 \cdot 0,8 \cdot 2000 = 7\,129 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Значення вартості втрати електроенергії розраховуємо за формулою:

$$B_{втр} = \Delta P \cdot \epsilon,$$

де $\epsilon = 5,85$ грн. за кВт – значення роздрібного тарифу за електроенергію.

Показники розрахунку вартості втрат електроенергії зведено у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість втрат електроенергії по порівнюваних варіантах

Показник	Варіант, грн/рік	
	Базовий	Проектний
ККД	0,486	0,656
ΔP , кВт·год.	14 480	7 129
$B_{втр}$, грн/рік	84 708	41 822

Вартість поточного ремонту B_p становить орієнтовно 10% від капітальних вкладень – 6 000 грн.

Обслуговування електрообладнання вартує 0% від раніше перерахованих витрат:

$$B_{обсл} = 0,1(A_e + B_{втр} + B_p).$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат по проектуваному варіанту зводяться у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Експлуатаційні витрати проектуваного електропривода

Показник	Величина, грн.
A_e	9 000
$B_{втр}$	41 829
B_p	6 000
$B_{обсл}$	5 683
Разом (B_e)	62 512

Значення повних витрат по проектуваному варіанту зводимо в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Повні приведені витрати проектуваного електроприводу

Показник	Величина, грн.
K	60 000
B_e	62 512
$\Pi_e = B_e + E_n \cdot K$	69 712

Значення терміну окупності вкладених коштів за рахунок економії електроенергії при підвищенні коефіцієнта корисної дії системи електроприводу, з врахуванням приведених витрат

$$T = \frac{K + \Pi_e}{B_{втрБ} - B_{втрП}},$$

$$T = \frac{60\,000 + 69\,712}{84\,708 - 41\,822} = 3 \text{ роки.}$$

Значення строку окупності менше п'яти років, це підтверджує ефективність даної розробки.

Таблиця 5.4 – Техніко-економічні показники

Показник	Величина	
	Базовий ел.прив.	Проект. ел.прив.
Капітальні вкладення, грн	-	60 000
ККД, %	48,6	65,6
Встановлена потужність, кВт	8,5	8,5
Втрати енергії, кВт год	14 380	7 129
Вартість втрат енергії, грн	21 580	10 690
Повні приведені розрахункові витрати, грн	-	69 712
Термін окупності, років	-	3

ВИСНОВКИ

1 Розкрито питання будови та роботи подрібнювача кормів, схеми керування системи автоматизованого електроприводу, обґрунтовано тему кваліфікаційної роботи.

2 Проаналізовано інші типи подрібнювачів, будову та роботу схем керування системам автоматизованого електроприводу. Запропоновано провести модернізацію електроприводу шляхом заміни регулювання ввімкнення-вимкнення асинхронного двигуна введенням плавного регулювання завантаження за допомогою частотного керування швидкості обертання асинхронного двигуна механізму завантаження, дискретного регулювання швидкості обертання механізму вивантаження також за допомогою перетворювача частоти із трьома фіксованими швидкостями обертання. Для цього ми вибрали перетворювачі частоти фірми Lenze. А також для забезпечення роботи подрібнювача при умові живлення від джерела резервного живлення обмеженої потужності, забезпечення ввімкнення основного двигуна подрібнювача на пониженому напругу шляхом перемикання обмоток.

3 Побудували модель запропонованої системи автоматизованого електроприводу подрібнювача із автоматизованою подачею продукції на подрібнення на базі частотного перетворювача. Провели дослідження його роботи у режимі номінального режиму роботи, а також при живленні за пониженої напруги живлення по схемі «зірка» та зменшеному сигналі завдання. Отримані графічні залежності перехідних процесів при зміні навантаження показали високу швидкість системи автоматизованого електроприводу, що дає можливість роботи системи електроприводу із високою продуктивністю.

4 В роботі ми висвітлили питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, здійснили моделювання виникнення аварійних ситуацій.

5 Здійснили порівняльний економічний розрахунок. Визначили капітальні вкладення, повні приведені витрати, визначили економію електроенергії та визначили термін окупності який становить фактично 3 роки. Отже дана модернізація доцільна до впровадження. При цьому не враховано технологічний ефект від збільшення продуктивності подрібнювача при роботі у номінальному режимі, за рахунок високої швидкодії можна завантажувати електропривод до номінального навантаження, оскільки перевантаження дуже швидко відпрацьовуються системою автоматичного керування. А також забезпечення роботи подрібнювача за сучасних проблем із електропостачанням, а саме робота від джерела обмеженої потужності.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Електромеханичні системи автоматичного керування та електроприводи: Навч.посібник. М. Г. Поповіч, О. Ю. Лозинський, В.Б.Клепиков та ін. Київ: Либідь, 2005 р. 680 с.
2. Видмиш А. А. Теорія електропривода. Курсове та дипломне проектування. Самостійна та індивідуальна робота студентів. Навчальний посібник. А. А. Видмиш, С. М. Бабій, В. В. Петрусь. Вінниця. ВНТУ, 2012 р. 96 с.
3. Видмиш А. А., Трошин О. А. Теорія електропривода. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. Вінниця. ВДТУ, 2003 р. 135 с.
4. Матвійчук В. А., Стаднік М. І., Рубаненко О. О. Електропривод виробничих машин і механізмів. Навчальний посібник з виконання курсової роботи. Вінниця. ВНАУ, 2016 р. 320 с.
5. Колб А. А. Теорія електроприводу. Навчальний посібник. Донецьк. Національний гірничий університет, 2006 р. 511 с.
6. Браславський І. Я., Ішматов З. Ш. Реалізація енергоощадних технологій на основі регульованих асинхронних електроприводів. Київ. Електроінформ. 2003 р. 15 с.
7. Ю. М. Лаврієнко Електропривод. Підручник. Київ: Ліра-К 2009 р. 504с.
8. Жулай Є. Л., Зайцев Б. В., Лаврієнко Ю. М., Марченко О. С., Войтюк Д. Г. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній(за ред. Жулая Є.Л.). Київ. Вища освіта, 2001 р. 288 с.
9. Ярошенко Л. В. Лабораторний практикум з електропривода та електрообладнання: Навчальний посібник. Вінниця. РВВ ВНАУ, 2010 р. 192 с.
10. Лехман С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай, 1993 р. 267 с.
11. Основи охорони праці. Купник М. П. і ін. Київ. Основа, 2000 р. 41с.
12. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00 – 1.21 – 98. Офіц.вид. Київ. Держбуд України, 2001 р. 24 с.

13. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В. Основи охорони праці. Підручник для професійно-технічних закладів. Київ. Вікторія. 2001. 192 с.
14. В. Ц. Жилдецький Основи охорони праці. Підручник. Львів. Афіша. 2005.
15. Видмиш А. А., Трошин О. А. Теорія електропривода. Лабораторний практикум Навчальний посібник. Вінниця. ВДТУ. 2003. 135 с.