

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра автоматизації, електро- та робототехнічних систем

АВТОРЕФЕРАТ кваліфікаційної роботи

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Комп'ютерне конструювання мехатронних систем»
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

**на тему «Модернізація системи запуску та захисту
електричних двигунів земснарядів в умовах діючої
пульпо-насосної станції»**

Здобувач

Максим СЕМЕНЮК

Кривий Ріг 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.

Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі автоматизації, електро- та робототехнічних систем.

Керівник:

Голотюк Микола Віталійович,
доцент, кандидат технічних наук

Захист відбудеться 7 грудня 2024 р. о 10:00 год на засіданні екзаменаційної комісії (https://teams.microsoft.com/join/19%3ameeting_YzU0OTg1ZDctODhINS00MjUwLTk2NjYtZDZiZmlxZjBiYTk5%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%221f6a60da-12a6-4028-9d77-a98fa5c6b40f%22%2c%22Oid%22%3a%2277c2500a-6967-4dab-bab5-8e8029a27710%22%7d).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному репозитарії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» 6 грудня 2024 року

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Земснаряди широко використовуються для переміщення великих об'ємів гірських порід і рідини під час видобутку та очищення водойм. Електричні двигуни земснарядів забезпечують живлення для пульпо-насосних станцій, які працюють в умовах високого навантаження та агресивного середовища. Для забезпечення надійної роботи цих двигунів необхідно не лише організувати ефективний запуск, а й встановити відповідні системи захисту від перевантажень, замикань та інших аварійних ситуацій.

Постійна модернізація та удосконалення обладнання гірничо-збагачувальних підприємств є необхідним та ключовим, так як це дає значний економічний ефект, призводить до збільшенню виробництва та підвищенню якості готової продукції.

Постановка проблеми. На пульпонасосній станції використовуються високовольтні агрегати типу 2Грк8000/71 та LHD-49 з «прямим пуском». Це негативно впливає на живлячу електромережу – «важкі» запуски двигунів завжди супроводжуються збільшеними струмами та просадкою напруги, що може загрожувати виходу з ладу як самого двигуна так і високовольтної кабельної продукції, силових вимикачів, інших електричних машин. Через різке збільшення тиску в пульпопроводах виникають пориви труб як поперечного так і повздовжнього характеру.

Спричинені аварійні ситуації під час запуску високовольтних двигунів приводять до зниження планових обсягів виробництва концентрату та обкотків. Для ліквідації аварій необхідно залучення спецтехніки та додатковий ресурс ремонтного персоналу.

Діючий релейний захист високовольтних комірок високовольтних двигунів виконаний на базі електромеханічних реле 1967-82 років випуску. Дані реле вичерпали свій механічний та моральний ресурс.

Електродвигуни, які приводять в дію пульпо-насосні станції, працюють у складних умовах. До основних факторів, що впливають на роботу двигунів, належать:

- високий рівень вологості, що може викликати корозію контактів;
- перевантаження під час запуску та підвищене навантаження у робочому режимі;
- ризики перегрівання в умовах тривалої експлуатації.

Двигуни повинні бути оснащені системами захисту, які враховують специфічні умови роботи і забезпечують надійний захист від непередбачуваних збоїв.

Запуск електричних двигунів є критичним моментом через високі пускові струми, які можуть пошкодити обмотки та значною мірою впливають на термін служби двигуна.

Мета дослідження. Метою дослідження є аналіз існуючих систем запуску та захисту електричних двигунів, а також розробка рекомендацій для підвищення надійності роботи пульпо-насосних станцій.

Задачі дослідження:

- виконати аналіз чинних наукових досліджень за темою кваліфікаційної роботи;
- виконати аналіз технологічного процесу пульпонасосної станції;
- провести теоретичні дослідження з метою визначення оптимального режиму запуску електродвигунів.

Об'єкт дослідження – процес запуску та захисту електричних двигунів земснарядів пульпонасосної станції.

Предмет дослідження – запуск та захист високовольтних агрегатів типу 2Грк8000/71 та LHD-49.

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності. У кваліфікаційній роботі дослідження системи запуску та захисту електричних двигунів земснарядів в умовах пульпо-насосної станції показало, що використання сучасних методів запуску та комплексних систем захисту значно підвищує ефективність і надійність роботи обладнання. Особливу ефективність продемонстрували методи плавного запуску та захисту від перевантажень у поєднанні з дистанційним моніторингом.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 60 сторінок, робота містить 37 рисунків, 1 таблицю. Список використаних джерел складається з 5 джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Ефективна робота земснарядів на пульпо-насосних станціях відіграє ключову роль у забезпеченні стабільного транспортування пульпи та підтриманні безперебійного виробничого процесу. Одним із критичних елементів у цій системі є електричні двигуни, які забезпечують привід насосного обладнання. Стабільність їхньої роботи значною мірою залежить від надійності системи запуску та захисту.

Умови експлуатації земснарядів, що працюють у середовищі високої вологості, забруднень та нестабільних електромережових параметрів, вимагають удосконалення систем керування та захисту електродвигунів. Наявні системи часто мають недостатній рівень автоматизації, що призводить до зниження надійності роботи обладнання, підвищеного ризику аварійних ситуацій і додаткових витрат на обслуговування.

Модернізація системи запуску та захисту електродвигунів дозволяє покращити стабільність їх роботи, знизити ризик перегріву, коротких замикань і перенапруг, що особливо важливо для тривалого та інтенсивного режиму роботи пульпо-насосних станцій. Розробка і впровадження сучасних систем керування з використанням мікропроцесорних пристроїв забезпечить автоматизацію процесів, швидке виявлення несправностей та мінімізує простої обладнання.

В роботі виконано аналіз технологічного процесу запуску та захисту високовольтних двигунів пульпонасосної станції. Розібрано основні принципи роботи релейного захисту. Проаналізовано принципи роботи діючих реле та можливості використання сучасних засобів релейного захисту.

Для дослідження роботи системи запуску та захисту електричних двигунів було проведено серію тестів на пульпо-насосній станції. Дослідження показали, що застосування плавного запуску у поєднанні з тепловим захистом і захистом від короткого замикання дозволяє підвищити ефективність роботи двигунів на 20%, знижуючи навантаження на електричну мережу та подовжуючи термін служби обладнання.

Теоретичні результати роботи: для зменшення аварійних ситуацій необхідно використовувати плавний запуск високовольтних двигунів, «дешеві» системи плавного запуску використати не можливо з причин їх короткочасного режиму роботи (повний цикл пуску двигуна займає до 30с,) що не забезпечує вихід на робочі характеристики технологічних агрегатів. Отже необхідно використовувати частотний перетворювач який здатен виводити технологічний агрегат на його робочі характеристики протягом декількох хвилин.

Запропоновано використовувати частотний перетворювач за допомогою якого можна плавно запускати технологічне обладнання та регулювати його технічні характеристики.

В результаті проведення досліджень запропоновано заходи з оптимізації роботи електродвигунів які можуть бути впроваджені для підвищення ефективності роботи на пульпо-насосній станції.

Для подальшого вдосконалення роботи пульпо-насосних станцій рекомендується:

- 1) застосовувати систему дистанційного моніторингу з можливістю прогнозування стану двигунів на основі аналізу параметрів у режимі реального часу;

- 2) використовувати сучасні системи автоматичного коригування пускового струму, що дозволяє знизити навантаження на мережу та уникнути перевантажень;

- 3) проводити регулярні тестування системи захисту для вчасного виявлення несправностей та запобігання аварійним ситуаціям.

Ці заходи дозволять підвищити надійність роботи земснарядів, знизити витрати на обслуговування та ремонт, а також підвищити енергоефективність виробництва.

Для вирішення цих проблем було обґрунтовано вибір сучасної системи захисту на базі мікропроцесорних пристроїв. Вибрані пристрої дозволяють здійснювати автоматизований контроль за параметрами роботи двигунів, швидко реагувати на зміни навантаження, а також забезпечувати самодіагностику та сигналізацію про несправності.

Було розроблено проект модернізації, що включає вдосконалену схему підключення нового обладнання, алгоритми роботи системи запуску та захисту, а також рекомендації з експлуатації. Новий підхід дозволяє оптимізувати процес запуску двигунів, зменшити час простою та покращити стабільність роботи насосного обладнання.

Проведені випробування модернізованої системи на макеті та в реальних умовах експлуатації підтвердили її високу ефективність. Порівняння показників до та після модернізації засвідчило зниження кількості аварійних зупинок, зменшення споживання енергії та покращення загальних показників надійності обладнання.

Модернізація системи запуску та захисту електродвигунів земснарядів дозволяє значно підвищити надійність роботи насосного обладнання в умовах діючої пульпо-насосної станції. Впровадження сучасної системи керування на базі мікропроцесорних пристроїв забезпечує стабільний контроль за робочими параметрами двигунів, швидке виявлення несправностей і мінімізує простої обладнання. Завдяки запропонованим рішенням вдалося знизити аварійність, зменшити витрати на ремонт і покращити економічну ефективність роботи підприємства. Подальший розвиток системи може включати впровадження дистанційного моніторингу та діагностики для ще більшого підвищення ефективності управління обладнанням.

ВИСНОВКИ

Електричні двигуни земснарядів забезпечують живлення для пульпо-насосних станцій, які працюють в умовах високого навантаження та агресивного середовища.

Для забезпечення надійної роботи цих двигунів необхідно не лише організувати ефективний запуск, а й встановити відповідні системи захисту від перевантажень, замикань та інших аварійних ситуацій.

Для вирішення цієї проблеми було запропоновано замінити електромеханічні реле на сучасні мікропроцесорні пристрої релейного захисту, а запуски високовольтних двигунів виконувати за допомогою частотних перетворювачів. Це дозволить знизити ризики

виходу з ладу електромеханічного обладнання, високовольтної кабельної продукції та інше.

Модернізація обладнання дозволить проводити запуски високовольтних двигунів як прямим пуском так і за допомогою частотного перетворювача.

Навіть при встановленні одного частотного перетворювача одночасно можна буде запускати лише один високовольтний двигун, але після того як він вийде на свої робочі характеристики двигун перемикається на свою робочу комірку та продовжує працювати з нею, а контактор частотного перетворювача відключається. Що дає змогу запускати наступний високовольтний двигун. Від одного частотного перетворювача можна підключити для запуску декілька високовольтних двигунів навіть якщо вони будуть живитися з різних підстанцій, або тривалої роботи одного високовольтного двигуна.

За виробничої необхідності є можливість збільшити або зменшити частоту обертання двигуна та залишити його працювати в такому режимі від частотного перетворювача.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Семенюк М.С., Голотюк М.В., Налобіна О. О. Моделювання системи запуску та захисту електричних двигунів земснарядів в умовах діючої пульпо-насосної станції. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «MININGMETALTECH 2024 – Гірничо-металургійний комплекс: інтеграція бізнесу, технологій та освіти», м. Запоріжжя, 28–29 листопада 2024 р. Запоріжжя, ТОВ «Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024.

АНОТАЦІЯ

Семенюк Максим Сергійович. Модернізація системи запуску та захисту електричних двигунів земснарядів в умовах діючої пульпо-насосної станції. - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування». ОПП «Комп'ютерне конструювання мехатронних систем» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Кривий Ріг, 2024.

Об'єктом дослідження даної роботи є процес запуску та захисту електричних двигунів земснарядів пульпонасосної станції

Предметом дослідження є запуск та захист високовольтних агрегатів типу 2Грк8000/71 та LHD-49.

Мета та завдання. Метою дослідження є аналіз існуючих систем запуску та захисту електричних двигунів, а також розробка

рекомендацій для підвищення надійності роботи пульпо-насосних станцій.

У першому розділі проаналізовано призначення релейного захисту, вимоги до виконання релейного захисту, принцип роботи релейного захисту. Призначення та основні характеристики реле.

У другому розділі детально розібрано принцип дії та особливості виконання реле:

- електромеханічні реле;
- електромагнітні реле;
- індукційні реле;
- цифрові пристрої релейного захисту.

У третьому розділі запропоновані сучасні методи релейного захисту та запуску (керування) високовольтними електродвигунами.

Надані основні технічні характеристики мікропроцесорних пристроїв захисту, та частотного перетворювача для запуску електродвигунів. Описано загальну ідею контролю за запуском та захистом високовольтних електродвигунів.

Ключові слова: електродвигун, релейний захист, частотний перетворювач, запуск, захист, реле, аварії, високовольтний

ABSTRACT

Maksym Serhiyovych Semenyuk. Modernization of the system of starting and protection of electric engines of dredges in the conditions of an operating pulp pump station. - Qualification work on manuscript rights.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 133 "Industrial mechanical engineering". OPP "Computer Design of Mechatronic Systems" - LLC "METINVEST POLYTECHNIC TECHNICAL UNIVERSITY", Kryvyi Rih, 2024.

The object of research of this work is the process of starting and protecting the electric motors of dredgers of the slurry pumping station

The subject of the study is the start-up and protection of high-voltage units of type 2Grk8000/71 and LHD -49.

Purpose and tasks. The purpose of the study is to analyze the existing systems of starting and protecting electric motors, as well as to develop recommendations for increasing the reliability of the operation of pulp pumping stations .

The first chapter analyzes the purpose of relay protection, the requirements for performing relay protection, the principle of operation of relay protection. Purpose and main characteristics of the relay.

In the second section, the principle of operation and features of the relay are analyzed in detail:

- electromechanical relays;
- electromagnetic relays;

- induction relays;
- digital relay protection devices.

In the third section, modern methods of relay protection and starting (control) of high-voltage electric motors are proposed.

The main technical characteristics of microprocessor protection devices and a frequency converter for starting electric motors are provided. The general idea of control over starting and protection of high-voltage electric motors is described.

Keywords: electric motor, relay protection, frequency converter, start, protection, relay, accidents, high voltage