

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВОДОВІДВЕДЕННЯ КАР'ЄРУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розроблено проектну документацію на частотнокерований електропривод насосного агрегату водовідведення. Розраховано потужність насоса, обрано приводний двигун, розраховано елементи силової частини електропривода та виконано його моделювання в програмі Matlab. Шляхом комп'ютерного моделювання перевірено працездатність виконаних проектних рішень.

Ключові слова: водовідведення, кар'єр, частотне керування, електропривод, насосний агрегат, Matlab Simulink, комп'ютерне моделювання.

Summary

Design documentation for the frequency-controlled electric drive of the drainage pumping unit has been developed. The power of the pump is calculated, the drive motor is selected, the elements of the power part of the electric drive are calculated and its modeling is performed in the Matlab program. The efficiency of the executed design decisions was checked by means of computer modeling.

Keywords: drainage, quarry, frequency control, electric drive, pump unit, Matlab Simulink, computer simulation.

Вступ

За останні десятиліття в області проектування та експлуатації комплексів кар'єрного водовідливу накопичилося чимало невіршених завдань, пов'язаних, головним чином, із переходом країни на інші принципи господарювання та застосування нових, більш продуктивних та ефективних технологій ведення гірничих робіт. Так, значне зростання вартості електричної енергії зумовило принципово нові підходи до розрахунку та вибору параметрів основних водозбірних ємностей комплексів водовідливу. Ймовірно, у багатьох випадках для реалізації мінімального витратного позапікового електроспоживання економічно більше вигідним стане збільшення цих ємностей в порівнянні з прийнятими в даний час обсягами водозбірників, виходячи з вимог правил безпеки. При реалізації поза пікового електроспоживання на кар'єрних водовідливних установках ємності водозбірників, що розраховуються згідно з вимогами правил безпеки, часто виявляються недостатніми, що викликає необхідність їхнього збільшення.

При цьому необхідно враховувати ефективність від переведення водовідливних установок в режим регуляторів навантаження енергосистеми з метою формування найбільш ефективних графіків електричних навантажень підприємства. Все це пов'язано з розрахунком та реалізацією відповідних графіків включення та роботи насосних агрегатів (НА) протягом доби.

Мета роботи: підвищення ефективності роботи електропривода насосного агрегату водовідведення кар'єру за рахунок підтримання максимального значення ККД електропривода.

Об'єктом дослідження є процес управління електроприводом насосного агрегату з метою забезпечення технологічних потреб та максимального значення ККД електропривода.

Предметом дослідження комп'ютерна модель електропривода насосного агрегату системи водовідведення кар'єру.

Результати дослідження

У складних гідрогеологічних умовах схема осушення родовища не може призначатися стосовно деякої, наперед заданої, схеми гірничих робіт. Практика експлуатації багатьох великих родовищ свідчить у тому, що у великій території, прилеглої до кар'єрному полю, створюється новий режим підземного і поверхневого стоку. Тому розробка та техніко-економічне обґрунтування схеми осушення родовища не можуть не брати до уваги весь комплекс водогосподарських проблем району. Остання задача, зважаючи на свою новизну, вимагає і глибокого наукового аналізу,

Підсумовуючи вище викладене, можна стверджувати, що до теперішнього часу осушення кар'єрних полів стає одним із найбільш «вузьких місць» у проблемі зростання ефективності відкритих розробок. Тому вирішального значення зараз набувають швидкість і широта впровадження у практику

осушення вітчизняних кар'єрів передових технічних рішень. Це стосується насамперед ширшого використання водопонижувальних свердловин. Будівництво та експлуатація кар'єрів на родовищах зі складними гідрогеологічними умовами вимагає здійснення широкого кола дренажних заходів, необхідних для забезпечення стійкості бортів кар'єрів, покращення умов роботи гірничотранспортного обладнання та зниження вологості корисних копалин. З цього випливає, що завдання пошуку оптимальних способів і схем осушення відіграє важливу роль у проблемі розробки кар'єрів.

Схеми, методи і прийоми, які використовуються в технології осушення кар'єрів, значною мірою визначаються водопритоком до гірничих виробок, проникністю дренажних порід і необхідним зниженням рівня підземних вод. При виборі способу осушення враховується так само і технологія гірничих робіт. На даний момент найбільш поширені рішення на базі поверхневих насосів з двостороннім входом (типу Д) і багатоступеневих насосів (типу ЦНС). Одним з основних недоліків поверхневих насосів є необхідність забезпечення достатнього підпору на вході насосів. Це завдання ускладнюється в зв'язку і тим, що рівень води в водозбірнику як правило змінний і коливається в широких межах (більшість відцентрових насосів дуже чутливі до зміни рівня на вході в межах 1-2 метрів). На відміну від шахтного водовідливу, кар'єрний водовідлив має високу залежність від опадів, які обумовлюють швидкого підвищення рівня води у водозбірниках, що в свою чергу призводить до аварійних ситуацій (затоплення гірничовидобувного обладнання). На цей час для схем водовідведення на гірничодобувних підприємствах все більше застосовуються занурювальні та напівазглиблювальні насоси. Застосування занурювальних та насосів на відкритих гірничих роботах обумовлюється високою виробничою надійністю і економічністю. Основними перевагами їх застосування є:

- роботи щодо осушення і водовідливу не заважають проведенню основних гірничих робіт;
- простота монтажу і демонтажу занурювальних насосів при відкритих гірничих роботах;
- відсутність небезпеки при підвищенні рівня ґрунтових вод, так як електронасоси повністю занурені в воду.

У роботі виконано огляд способів покращення ефективності роботи водовідливних установок в умовах кар'єрного виробництва.

Перший напрям пов'язаний зі зниженням втрат в електроприводі при виконанні ним заданих технологічних операцій по заданих тахограмах і з певним режимом занурення. Це електроприводи, що працюють в пуско-гальмівних або тривалих режимах з повільною зміною навантаження, зокрема насоси. У таких електроприводах за рахунок зниження втрат в сталих і перехідних режимах можлива значна економія електроенергії [1].

Другий напрям пов'язаний зі зміною технологічного процесу на основі переходу до більш досконалих методів регулювання електроприводу і параметрів цього технологічного процесу. При цьому відбувається зниження споживання енергії електроприводом. Як приклад можна привести електроприводи турбомеханізмів (насосів). При цьому, як правило, ефект не обмежується економією електроенергії в електроприводі. У багатьох випадках можлива економія ресурсів (наприклад, води)[1].

Для обох названих напрямів характерним є те, що в них знижується споживання енергії саме в електроприводі: в першому випадку за рахунок зниження втрат енергії, у другому за рахунок використання менш енерговитратного з боку електроприводу управління технологічним процесом[6].

Сформулюємо шляхи енергозбереження в асинхронному електроприводі.

У рамках першого напрямку для зниження втрат енергії в асинхронному електроприводі можна використовувати наступні шляхи.

1. Обґрунтований вибір встановленої потужності двигуна, що відповідає реальним потребам керуваного механізму. Це завдання пов'язане з тим, що коефіцієнт завантаження багатьох двигунів становить 50% і менше, що говорить або про низьку кваліфікацію розробників, або про недосконалість використаної методики розрахунку потужності електроприводу. Двигун із заниженою потужністю швидко виходить з ладу через перегрів, а двигун з великим запасом потужності перетворює енергію неефективно, тобто з високими питомими втратами в самому двигуні через низький ККД і в мережі живлення через низький коефіцієнт потужності. Тому перший шлях полягає в удосконаленні методик вибору потужності двигуна і перевірки його по нагріванню, а також в підвищенні кваліфікації розробників, проектувальників і обслуговуючого персоналу[1].

Існуючі методики вибору потужності двигуна і перевірки його по нагріванню можуть розглядатися лише як перше наближення. Необхідна розробка більш досконалих методик, заснованих на точному обліку режимів роботи електроприводу, зміні його енергетичних показників, теплових процесів в

двигуні, стану ізоляції і таке інше. Це передбачає широке використання обчислювальної техніки і спеціального програмного забезпечення.

2. Перехід на більш економічні двигуни, в яких за рахунок збільшення маси активних матеріалів (заліза та міді), застосування більш досконалих матеріалів і технологій, підвищення номінального значення ККД і коефіцієнта потужності. Цей шлях, незважаючи на високу вартість таких двигунів, стає очевидним, якщо врахувати, що за даними західноєвропейських експертів, вартість електроенергії, споживаної щорічно середнім двигуном, в 5 разів перевершує його вартість. За час служби двигуна, а це десятки років, економія енергії значно перевищить капітальні витрати на таку модернізацію[1].

3. Перехід до більш досконалої з енергетичної точки зору системи електроприводу. Втрати енергії в перехідних режимах помітно змінюються при використанні реостатного регулювання, систем ТПН-АД і ПЧ-АД з мінімальними втратами при застосуванні частотно-регульованих електроприводів. Тому в рамках кожної з перерахованих систем є більш-менш вдалі в енергетичному і технологічному плані варіанти[3].

4. Використання спеціальних технічних засобів, що забезпечують мінімізацію втрат енергії в електроприводі. Так як значна частина асинхронних електроприводів працює в умовах повільного змінення навантаження, тобто відхилення навантаження електроприводу від номінальної, погіршує енергетичні показники електроприводу. У даний час до таких засобів можна віднести пристрої регулювання напруги на двигуні відповідно до рівня його навантаження. Як правило, це або спеціальні регулятори напруги на основі тиристорного перетворювача напруги (ТПН), що включаються між мережею і статором двигуна, або перетворювачі частоти, в яких передбачений так званий режим енергозбереження.

5. Удосконалення алгоритмів керування електроприводом в системах ТПН-АД і ПЧ-АД на основі енергетичних критеріїв оцінки, розробка ефективних технічних засобів і пошук нових рішень, оптимальних в енергетичному сенсі.

У рамках другого напрямку зниження споживання енергії вирішальне значення має перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого і підвищення рівня автоматизації за рахунок включення в контур регулювання ряду технологічних параметрів (тиску, витрати, температури). Так як цей напрямок пов'язано зі зниженням споживання енергії електроприводом за рахунок зміни технологічного процесу, з'являється можливість регулювання, де раніше не регулювали технологічні параметри або змінювали спосіб їх регулювання[4].

Висновки

Отже, у роботі виконано аналіз і систематизацію інформації щодо підвищення ефективності роботи насосного обладнання в умовах кар'єрного видобутку. Названо конкретні шляхи для досягнення економічного ефекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. Moshnoriz, S. Babiy, A. Payanok, A. Zhukov, D. Protsenko (2021). Improving the efficiency of distributed water supply systems by means of an adjustable electric drive. Scientific Horizons. <https://sciencehorizon.com.ua/en/journals/tom-24-5-2021/pidvishchennya-efektivnosti-roboti-rozpodilenikh-sistem-vodopostachannya-zasobami-regulovanogo-elektroprivoda>; [https://doi.org/10.48077/scihor.24\(5\).2021.19-34](https://doi.org/10.48077/scihor.24(5).2021.19-34).
2. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый электропривод насосных установок. М.: ИК "Ягорба" Биоинформсервис. 1998. 180с.
3. Шевчук С.П. Повышение эффективности водоотливных установок. Учебное пособие. Киев, УМК ВО, 1990. 104 с.

Мошноріз Микола Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Крижанівський Євгеній Сергійович – студент групи ЕМ-18бз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: harmoge2001@gmail.com.

Moshnoriz Mykola Mykolayovych – Cand. tech. Sciences, Associate Professor of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua.

Kryzhanivskiy Yevhenii Serhiyovych – student of EM-18bz group, Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, e-mail: harmoge2001@gmail.com.