

3. **Солодянкін А.В., Марговицкий А.В., Панченко В.В.** Оценка геомеханических условий поддержания протяженных выработок шахт ОАО «Павлоградуголь» // Разработка рудных месторождений. – Кривой Рог, 2011. – Вып. 94. – С. 109-113.
4. Обоснование параметров крепления участковых выработок в условиях ГП «Шахтоуправление «Южнодонецкое №1» / **Е.А. Сдвижкова, А.В. Солодянкін, Д.В. Бабец, С.В. Машурка, О.А. Кузьева** // Вісник Криворізького національного університету. – 2015. – Вип. 39. – С. 19-23.
5. **Tereschuk R., Hryhoriev O., Tikhonenko V.** Parameters of single anchor effect area in homogeneous border rock mass // Вісник Криворізького національного університету. – Кривий Ріг, КТУ, 2016. – Вып. 41. – С. 22-25.
6. **Солодянкін А.В., Дудка І.В.** Исследование влияния очистных работ на устойчивость участковых выработок в условиях шахты «Партизанская» ГП «Антрацит» // Вісник Криворізького національного університету. – 2016. – Вип. 41. – С. 102-107.
7. **Сергеев С.В., Севрюков В.В.** Методика и результаты наблюдений за деформациями крепи горных выработок в богатых железных рудах КМА // Известия ТулГУ. Науки о Земле. Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. – 2013. – Вып. № 1. – С. 170-176.
8. Устройство для съёмки сечений камерных выработок / **Требуш Ю.П.** // Патент на изобретение № 2469268, Российская федерация / МПК 51 НИ СИ. Заявл. 22.07.11; Опубл. 10.12.12; Бюл. № 34. – 10 с.
9. Connector for laser level meter. Patent China. N СК 202041207 N, 16.11.2011. – 9 р.
10. Исследование деформирования сечений выработок, поддерживаемых на отработанных участках / **Ю.М. Халимендик, В.А. Назаренко, А.В. Бруй, Ю.А. Заболотная** // Проблеми гірського тиску. – Донецьк: Донецький Національний технічний університет, 2010. – №18. – С. 104-115.
11. Пристрій для виміру геометричних параметрів внутрішнього контуру виробки, закріпленої металевим аромним кріпленням / **Солодянкін О.В., Дудка І.В., Прокудін О.З.** // Патент на корисну модель № 42242, Україна / МПК E 21 D 20/00. Заявл. 15.12.15; Опубл. 15.05.16; Бюл. № 5. – 4 с.
12. **Дудка І.В.** Обоснование параметров способа крепления и охраны конвейерных штреков для повторного их использования в условиях антрацитовых шахт. – Дис. ... к-та техн. наук: 05.15.04, Дніпро: НГУ. – 2016. – 269 с.
13. Охорона підготовчих виробок, що використовують повторно, в умовах антрацитових шахт : монографія / **О.В. Солодянкін, І.В. Дудка, Р.М. Терещук, О.Є. Григор'єв.** – Дніпро : НГУ, 2017. – 161 с.
14. Обоснование рациональных параметров способа охраны выработки на сопряжении с лавой на шахте «Южнодонецкая №1» / **А.В. Солодянкін, С.В. Машурка, І.В. Дудка, А.Е. Григор'єв** // Форум гірників-2018: Матеріали міжнар. конф. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», – 2018. – С. 115-124.
15. **Григор'єв О.Є., Терещук О.В., Дудка І.В.** Порівняльний аналіз методик виконання вимірювань геометричних параметрів гірничих виробок // Перспективы развития строительных технологий: материалы 12-й междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов. – Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. – С. 29-33.

Рукопис подано до редакції 12.04.18

УДК 621.311.086.5:621.3.001

О. М. СІНЧУК, д-р техн. наук., проф., Ю. Б. ФІЛІПП, канд. техн. наук, доц.,
Криворізький національний університет,
Ю. М. КУТОВИЙ, канд. техн. наук, проф.,
НТУ «Харківський політехнічний інститут»

ТЕНДЕНЦІ РОЗВИТКУ І УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СКІПОВИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК ШАХТ

Мета. Метою даної роботи є аналіз напрямків розвитку електроприводів скіпових підйомних установок і дослідження режимів їх енергоспоживання в умовах залізрудних шахт Кривбасу. Для досягнення зазначеної мети в роботі виконано аналіз тенденцій виготовлення механічного і електричного обладнання підйомних установок відомими виробниками у світі, розглянуто стан електроприводів змінного і постійного струму скіпових підйомних установок шахт, проведено дослідження режимів енергоспоживання електроприводів та визначені питомі витрати електроенергії і питома вартість електроенергії при роботі скіпових підйомних установок ПАТ «Кривбасзалізрудком».

Методи досліджень. Основна увага приділена статистичним даним споживання електроенергії шахт з використанням автоматизованих систем комерційного і технічного обліку електроенергії шахт, дослідженню питомих витрат електроенергії та її вартості, а також аналізу технічних характеристик силового електрообладнання шахтних підстанцій та підйомних установок.

Наукова новизна. Енергоспоживання силового електрообладнання підйомних установок шахт розглянуто в комплексі з видобутком залізної руди та різними видами систем електроприводів підйомних установок, які експлуатуються в Кривбасі, що дозволяє аналізувати вплив різних факторів на енергетичні та економічні показники підйомних установок при видобутку руди.

Практичне значення. Використання результатів роботи дає можливість в умовах різних шахт ґрунтовно визначити шляхи модернізації механічного і електричного обладнання підйомних установок та розробити вимоги до режимів роботи з метою мінімізації витрат на електроенергію.

Результати. Проаналізовано графіки видобутку руди і споживаної електроенергії електроприводів скіпових підйомних установок провідних шахт ПАТ «Кривбасзалізрудком», а також розраховані фактичні рівні питомих витрат електроенергії та її вартості на цих шахтах. Основними результатами роботи є рекомендації по використанню енергоефективних систем електроприводів підйомних установок з частотно-регульованим електроприводом на базі синхронних і асинхронних двигунів та рекомендації з практичних розрахунків визначення показників споживання електроенергії в шахтних мережах живлення.

Ключові слова: регульований електропривод, перетворювач частоти, підйомна установка, гармоніки струму.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-47-20-26

Проблема та її зв'язок з основними науковими і практичними задачами. У процесі виймки корисних копалин шахти змушені переходити на усе більш глибокі горизонти й здійснювати модернізацію шахтних стаціонарних установок, і в першу чергу підйомних установок. Поглиблення шахтних стовбурів призводить до збільшення потужності електроприводів підйомних установок і росту енергоспоживання шахти. Проблема впливу потужних електроустановок на живлячу мережу була й залишається однією з основних, які впливають на забезпечення необхідної якості електроенергії, яка споживається електроустановками, і гарантування надійності роботи технологічного електрообладнання на підприємстві.

Аналіз досліджень і публікацій. На залізрудних шахтах для підйомних установок з вантажопідйомністю вище 25 т тривалий час використовувались потужні електроприводи за системою Г-Д. У 80-роках минулого століття здійснювалась модернізація таких підйомних установок шляхом заміни генераторів постійного струму на тиристорні перетворювачі постійного струму з живлячими трансформаторами [1-4]. В останні роки намітилася тенденція використання для шахтних підйомних установок регульованого електроприводу змінного струму з перетворювачами частоти [5,6]. Це дозволить істотно підвищити потужність приводних двигунів і глибину обслуговування горизонтів шахт [7,10]. Тому вирішення проблеми енергосумісності електроприводів підйомних установок і шахтних електропостачальних мереж залишається актуальною з огляду на збільшення встановлених потужностей регульованих електроприводів з перетворювачами на шахтах і вдосконалення перетворювальних пристроїв, які випускаються на світовому ринку [8,9,11-15].

Постановка задачі. Метою статті є визначення основних факторів впливу на енергоспоживання регульованих електроприводів підйомних установок та визначення шляхів забезпечення необхідної сумісності цих електроприводів і живлячої мережі.

Викладення матеріалу і результати. На гірничих підприємствах для забезпечення технологічного процесу видобутку й транспортування корисної копалини на поверхню шахт використовуються стаціонарні й мобільні установки й механізми. До шахтних стаціонарних установок, що мають електроприводи середньої й великої потужності, відносяться скіпові й клітьові підйомні установки, вентиляторні, компресорні й водовідливні установки. Ці установки, які працюють в безперервних і циклічних режимах, визначають загальне енергоспоживання по шахті й впливають на якість електроенергії в шахтних мережах електропостачання. Серед перерахованих установок шахтні підйомні установки, які є найважливішою ланкою в технологічному ланцюзі, істотно впливають на формування графіків споживаних активної й реактивної потужності.

На сучасних шахтах України підйомні установки мають двигуни й перетворювальні агрегати потужністю від 2 до 6 МВт. За період будівництва й експлуатації шахт у Кривбасі на підйомних установках встановлювалися й експлуатувалися різні системи електропривода: асинхронні двигуни з фазним ротором і релейно-контакторною системою керування, система генератор-двигун з магнітними підсилювачами й тиристорними збудниками, тиристорний перетворювач-двигун постійного струму з реверсом збудження. Кожна із цих систем відповідала рівню розвитку засобів електричного приводу і через свої переваги й недоліки, у кожному випадку, витіснялися й замінялися на більше сучасні й ефективні за техніко-економічними показниками системи електропривода.

Так системи генератор-двигун витіснили системи на базі асинхронних двигунів з фазним ротором через кращі регульовальні властивості й більш високий коефіцієнт потужності. На зміну системи Г-Д прийшла система ТП-Д внаслідок зниження масо-габаритних показників, підвищення коефіцієнта корисної дії й зниження витрат на обслуговування. Правда, істотним недоліком цієї системи електропривода виявилася залежність коефіцієнта потужності від на-

пруги й частоти обертання двигуна. Причому при зниженні швидкості обертання істотно знизується коефіцієнт потужності, а при пуску спостерігаються посадки і викривлення мережевої напруги через пускові струми й споживану реактивну потужність.

Розвиток частотно-регульованого електропривода на базі асинхронних і синхронних двигунів з перетворювачами частоти, які мають мінімальні рівні генерованих гармонік струму й високий коефіцієнт потужності, привів до створення, серійного виробництва й впровадження потужних перетворювачів у різних енергоємних галузях промисловості, у тому числі й для шахтних підйомних установок.

На підприємстві ПАТ "Кривбасзалізрудком" функціонують 4 шахти, на яких здійснюється видобуток і підйом на поверхню залізної руди: ш. «Родіна», ш. «Октябрська», ш. «Гвардійська» і ш. «Терновська».

На шахті Родіна у липні 1971 року гірники видали перші тонни залізної руди. До 1989-го шахта Родіна входила до складу рудоуправління імені Карла Лібкнехта. Нині видобуток залізної руди тут ведеться на горизонті 1315-1390 метра. На шахті впроваджується обладнання провідних світових виробників. У 2013 році на шахті підготовлено два блоки під видобуток руди з використанням самохідної техніки. У липні 2015 року був уведений в експлуатацію перший пусковий комплекс горизонту 1390-1465 метра.

Шахту Октябрська введено в експлуатацію в 1957 році. Тоді вона входила до складу рудоуправління імені Комінтерну, до 2000 року була у складі шахтоуправління «Октябрське» ВО «Кривбасруда». Видобуток залізної руди нині ведеться на горизонті 1265 метр, який наприкінці 2009 року було здано в експлуатацію. У серпні 2014 року на шахті «Октябрська» (ствол «Зоря») введена в експлуатацію скіпова підйомна установка. Вона має два синхронних двигуна, її максимальна швидкість – 12,56 м/с, висота підйому – 1717 м, вантажопідйомність – 50 тонн. Будівництво нового підземного горизонту 1340 метр ведеться шахтобудівельниками за допомогою імпортного гірничопрхідницького комплексу.

На шахті «Гвардійська» перший пробний скіп з багатою залізною рудою на шахті було піднято з горизонту 552 метра в грудні 1964 року. А на повну потужність ш. «Гвардійська» запрацювала в 1965 році. Тоді вона входила до складу рудоуправління ім. Рози Люксембург, з 1988-го по 1989-й рік – РУ ім. В.І. Леніна. Видобуток залізної руди ведеться на горизонті 1350 м. Спеціалісти шахтобудівельного управління для гірників цього структурного підрозділу розпочали проходку нового горизонту – 1430 м. Тривають підготовчі роботи по заміні скіпової підйомної установки.

Шахту «Терновська» введено в експлуатацію в 1963 році, перші тонни руди вона видала в 1964-му. Підрозділ входив до складу рудоуправління імені Орджонікідзе, яке пізніше було перейменовано в рудоуправління імені В. І. Леніна. Наразі видобуток ведеться на горизонті 1350 метр, який був введений в експлуатацію в 2010 році. У 2011 році на шахті здійснена заміна скіпової підйомної машини, яка за показниками енергоефективності відповідає найвищим світовим стандартам, а також дозволяє видавати гірничу масу з глибини понад 1800 метрів, значно економить електроенергію і підвищує рівень охорони праці. Фахівці шахтобудівельного управління для гірників цього структурного підрозділу будують новий горизонт – 1425 метр.

Таким чином, на даний момент на шахтах «Родіна» і «Гвардійська» скіпові підйомні установки обладнані електроприводом за системою генератор-двигун постійного струму, тоді як на шахтах «Октябрська» (ствол «Зоря») і «Терновська» експлуатуються скіпові підйомні установки з системою електропривода ПЧ-СД.

На шахтах «Октябрська» і «Родіна» вантажопідйомність скіпів складає 50 тонн, на шахті «Терновська» – 35 тонн, а на шахті «Гвардійська» – 25 тонн. Робоча швидкість підйому скіпів в залежності від стану провідників може бути від 8 до 12 м/с. Річні обсяги видобутку руди досягають: на шахтах «Терновська», «Гвардійська» і «Октябрська» – 1,6-1,8 млн тонн, на шахті «Родіна» – 1,8-2,1 млн тонн.

Оскільки підприємство ПАТ «Кривбасзалізрудком» має автоматизовану систему комерційного і технічного обліку електроенергії (АСКОЕ), то можна, використовуючи інформацію цієї системи, проаналізувати енергетичні показники систем електроприводу, які експлуатуються на підприємстві. Також в ПАТ «Кривбасзалізрудком» створена і функціонує автоматизована система обліку піднятої на поверхню залізородної сировини. На рис. 1 наведені графіки видобутку руди по шахтам ПАТ «Кривбасзалізрудком» (липень 2018 рік). Коливання видобутку руди

пов'язані з впливом різних факторів: технічних, організаційних, форс-мажорних та інших. Щодо графіків витрат електроенергії (рис. 2) можна помітити нижчі витрати на шахтах «Терновська» і «Октябрська», де встановлений сучасний енергоефективний частотно-регульований електропривод фірми АВВ за системою ПЧ-СД. Також бачимо, що витрати електроенергії на шахті «Октябрська» нижчі ніж на шахті «Терновська» при більшій вантажопідйомності скіпів (50 і 35 тонн), що обумовлено організаційно-технічними факторами. Також можна побачити, що графіки видобутку руди і витрат електроенергії по кожній шахті корелюються між собою, що вказує на достовірність отриманих даних по обліку видобутку руди і спожитої електроенергії.

З урахуванням тарифів на електроенергії в поточному місяці розраховані і побудовані графіки питомої вартості електроенергії по окремим шахтам і по комбінату в цілому (рис. 3).



Рис.1. Графіки видобутку руди на шахтах КЗРК

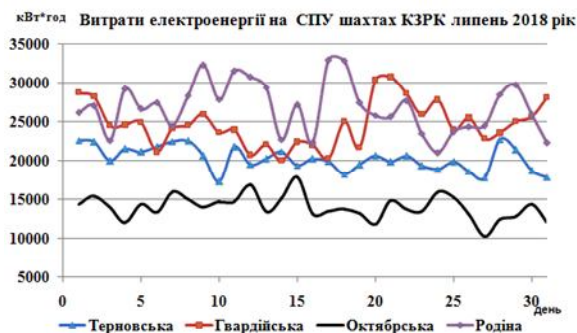


Рис.2. Графіки витрат електроенергії на СПУ шахт КЗРК

Як видно з наведених графіків, по шахті «Гвардійська» питома вартість електроенергії по скіповому підйому суттєво перевищує питому вартість електроенергії на інших шахтах і по комбінату в цілому. Це пов'язано з вартістю електроенергії на шахті Гвардійська, яка отримує її від Дніпрообленерго з напругою 6 кВ по 2 класу від підстанції Гвардійська 154/6 кВ, тоді як інші шахти з напругою 154/6 кВ по 1 класу. Вартість електроенергії за 2 класом вища ніж за 1 класом, оскільки вона враховує витрати електропостачальника на обслуговування підстанції 154/6 кВ.

На основі отриманих даних були розраховані графіки питомих витрат електроенергії на одиницю видобутку руди по окремим шахтам (рис. 4). Як видно з наведених графіків, питомі витрати електроенергії електроприводами підйомних установок найнижчі на шахтах «Терновська» і «Октябрська» через високий коефіцієнт корисної дії (ККД) систем ПЧ-СД, тоді як на шахтах «Родіна» і «Гвардійська» питома вартість в 2-3 рази перевищує це значення на шахтах «Терновська» і «Октябрська», що пов'язано з використанням електропривода за системою Г-Д.

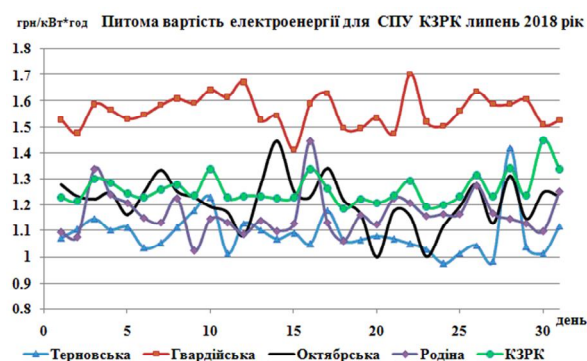


Рис.3. Графіки питомої вартості електроенергії на СПУ шахт КЗРК



Рис.4. Графіки питомих витрат електроенергії на СПУ шахт КЗРК

У зв'язку з відпрацюванням найбільш доступних родовищ корисних копалин шахти й рудники змушені переходити на усе більше глибокі горизонти. При цьому для збереження продуктивності підйомні установки повинні мати все більшу швидкість руху підйомних посудин і більшу їхню вантажопідйомність.

Відомі шахтні підйомні установки (ШПУ), висота підйому яких досягає 5000 м, вантажо-підйомність посудин - до 75 т, а максимальна швидкість руху - 18 м/с. У закордонній практиці максимальна швидкість підйому може досягати 30 м/с. Є підйомні установки, кліті яких одночасно перевозять 150 чоловік. Потужність електроприводів може становити до 5-10 тис. кВт. Маса підйомних канатів може досягати 30 т. При цьому значно збільшуються динамічні навантаження при розгоні й гальмуванні, особливо в режимі запобіжного гальмування.

Як приклад унікального закордонного досвіду проектування шахтних підйомних установок, оснащення підйомних комплексів гірничих підприємств з глибиною шахтних стволів більш як 1000 м, наведений ряд проектів піднімальних установок (табл.1). Ці проекти розроблені й реалізовані компанією «Siemag - Tecberg GmbH» на гірничих підприємствах Південної Африки, Канади, Китаю, Швейцарії. Найбільший виробник важкого машинобудування в Шеффилде (Англія), компанія DavyMarkham також випускає шахтні підйомні установки, які експлуатуються в Північній та Південній Америці, Канаді, Південній Африці з видобутку золота і нікелю. У своїх проектах ці виробники використовують електроустаткування різних фірм: АББ, Siemens, Allen-Bradley.

Таблиця 1

Характеристики підйомних машин на видобувних рудниках			
	Рудник «South Deep Mine» (Південна Африка)	Рудник «Kidd Creek Mine» (Канада)	Рудник «Impala Platinum Limited» (Південна Африка)
Назва параметру	Значення	Значення	Значення
1. Вид виробництва	Підйом корисної копалини	Підйом корисної копалини /спуск і підйом людей/матеріалу	Підйом корисної копалини
2. Підйомні посудини	скіп / скіп	2 скіпа/кліть і противага	скіп
3. Висота підйому	3000 м	1818 м/1778 м	1 922 м
4. Корисний вантаж	31 т	17 т/15т	33 т
5. Швидкість підйому	18 м/с	16,0/10,0 м/сек.	18 м/сек.
6. Тип машини	Двохбарабанна машина Блейер	Двохбарабанна машина	Однобарабанна машина
7. Діаметр барабану	7,1 м	5,5 м	7 м
8. Число шарів навивки канату	4	4	6
9. Навантаження на канат	1050 кН	455 кН	330 кН
10. Потужність приводу	12800 кВт	4000 кВт	7500 кВт

Двохбарабанна підйомна машина Блейер на руднику «South Deep Mine» (Південна Африка). Компанія «Siemag - Tecberg GmbH» по заказу фірми «Placer Dome Western Areas Joint» поставила великогабаритну двохбарабанну підйомну машину Блейер, що при довжині в 33 м, ширині 11 м і при загальній вазі в 800 т, є найбільшою підйомною машиною у світі. Потужність електропривода підйомної машини становить 12 800 кВт.

Двохбарабанна піднімальна машина на руднику «Kidd Creek Mine» (Канада). Компанія «Siemag-Tecberg GmbH» по заказу корпорації «Falconbridge» поставила для рудника «Kidd Creek Mine» (Канада) 2-і однотипні двохбарабанні підйомні машини діаметром 5,5 м.

Однобарабанна підйомна машина на руднику компанії Impala Platinum Limited (Південна Африка). Компанія «Siemag-Tecberg GmbH» по заказу компанії Impala Platinum Limited поставила однобарабанну підйомну машину діаметром 7 м.

Найглибші шахти розташовуються в Африці й забезпечують видобуток золота. Шахта «Мпоненг» має глибину 3777 м і розташована біля Йоханнесбурга (ПАР). Золотоносна шахта "Витватерсранд" із глибиною більше 4500 м розташована також у ПАР. Найглибшою є шахта «Тау-Тона», на якій добувається золото, і перебуває вона в ПАР, до південно-заходу від Йоганнесбурга, на території скасованої провінції Трансвааль. Її глибина становить 5000 метрів й у цілому на ній працює 35 000 чоловік.

Підйомні машини в Україні випускає Новокраматорський машинобудівний завод (НКМЗ). Підйомні багатоканатні машини можуть мати різну кількість підйомних канатів (2; 3; 4; 6; 8) і розташовуються безпосередньо над стовбуром шахти на баштовому копрі (машини типу МПМБ, ЦШ і МК) або встановлюються в наземному будинку на певній відстані від стовбура (машини типу МПМН і ЦШН).

Через використання багатотарифного обліку електроенергії підйом корисної копалини на поверхню здійснюється в основному в нічний час і частково в денний час, крім годин ранкового й вечірнього пікового навантаження (рис. 5). Це дозволяє мінімізувати витрати на електроенергію, що споживають підйомні установки. Для максимального скорочення роботи в денний час необхідно при проектуванні нових підйомних установок і модернізації діючих підйомних установок передбачати запас по вантажопідйомності скіпів, потужності двигунів і швидкості підйому, щоб підйом корисної копалини здійснювався в основному вночі.

Споживана електроенергія електропривода підйомної машини може бути визначена наступним вираженням

$$W = \frac{Q \cdot g \cdot V \cdot t}{\eta} = \frac{Q \cdot g \cdot H}{\eta} \quad (1)$$

де Q – корисне навантаження підйомної посудини (скіпа), т; H – висота підйому, м; η – коефіцієнт корисної дії піднімальної машини, редуктора і електроприводу; g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Як видно з виразу (1), споживана електроенергія визначається корисним навантаженням, висотою підйому й не залежить від швидкості підйому. Підвищення швидкості підйому приводить тільки до скорочення часу підйому корисної копалини на поверхню шахти.

Добові графіки споживаної активної потужності скіпових підйомів різних шахт представлені на рис. 5.

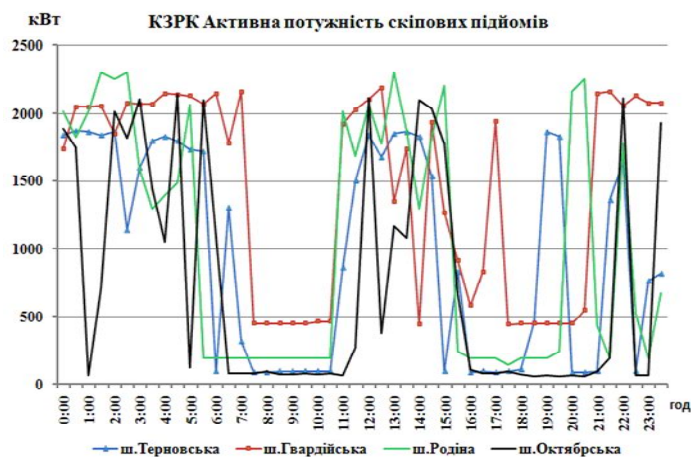


Рис.5. Добові графіки споживаної активної потужності скіпових підйомів шахт ПАТ «КЗРК»

Варто звернути увагу, що на шахтах «Терновська» й «Октябрська» на скіпових підйомах впроваджені електропривод по системі ПЧ-СД і під час стоянки цих установок рівень споживаної потужності холостого ходу значно нижче, ніж в електроприводів по системі Г-Д, що є на скіпових підйомах шахт «Родіна» й «Гвардійська» (близько 100 кВт у порівнянні з 200 кВт для шахти «Родіна» й 450 кВт

для шахти «Гвардійська»). Це відбувається через вищий коефіцієнт корисної дії електропривода за системою ПЧ-СД у порівнянні з системою Г-Д. Для зменшення негативного впливу перетворювачів електроприводу підйомної установки на інших електроспоживачів підстанцій необхідно, щоб ці споживачі були відокремлені від живлячих трансформаторів підйомних установок і підключені до підстанцій 154/6 кВ по окремим кабельним лініям з реакторами.

Висновки. 1. Проведений аналіз графіків споживаної активної потужності скіпових піднімальних установок залізорудних шахт Кривбасу з різними системами електроприводів скіпового підйому (Г-Д, ТП-Д, ПЧ-СД), показав, що використання системи ПЧ-СД дозволяє суттєво зменшити витрати електроенергії.

2. У зв'язку з відпрацюванням найбільш доступних родовищ корисних копалин шахти й рудники змушені переходити на усе більше глибокі горизонти. При цьому для збереження продуктивності підйомні установки повинні мати більшу швидкість руху підйомних посудин і більшу їхню вантажопідйомність.

3. Для максимального скорочення роботи в денний час необхідно при проектуванні нових підйомних установок і модернізації діючих підйомних установок передбачати запас по вантажопідйомності скіпів, потужності двигунів і швидкості підйому, щоб підйом корисної копалини здійснювався в основному вночі.

4. Недостатня увага до особливостей схем електропостачання кожної шахти та підвищення потужності електропривода при заглибленні шахт може привести до погіршення якісних показників електроенергії в живлячих мережах, що негативно впливає на роботу як внутрішніх

споживачів електроенергії шахт, так і на роботу субабонентів шахтних підстанцій (міські електромережі, міський комунальний електротранспорт, насосні станції водопостачання).

Список літератури

1. Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., Максимов М.М., Ялова А.М. «Методологія оцінки та формування енергоефективних режимів споживання електроенергії на залізрудних підприємствах». Вісник Криворізького національного університету, вип. 42, 2016. – С.146-150
2. Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б. До проблеми реновації систем енергоспоживання залізрудних підприємств. Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика, вип. 1/2018. – С. 20-22.
3. Філіпп Ю.Б., Максимов М.М., Коваль О.В. Режими енергоспоживання субабонентів на підстанціях ПАТ «Кривбасзалізрудком». Вісник Криворізького національного університету, вип. 38, 2014. – С.74-77.
4. Сінолиций А.П., Момот В.Ю., Філіпп Ю.Б., Максимов М.М. Режими енергоспоживання на підстанції Ленінська-2 в умовах шахти ім. Леніна ВАТ «Кривбасзалізрудком». Вісник Криворізького технічного університету, вип. 23, 2009. – С.137-140.
5. O. Sinchuk, Yu. Filipp, M. Maksimov, R. Zaytsev. The effects of adjustable electric drives of mine hoisting equipment on the electricity quality in the power supply circuits. Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Випуск 1/2017 (37). – С. 49-55.
6. Філіпп Ю.Б. Автоматизований електропривод гірничо-металургійного виробництва: Підручник / Під. ред. О.М.Сінчука. – Кривий Ріг, 2018. – 236 с.
7. Электропривод шахтных стационарных установок. Современное состояние и перспективы. [Электронный ресурс] / Л.Х.Дацковский, Роговой В.И. // Электромашинобуд. та електрообладн. 2006, Вип.66, С.94-102.
8. Литвак В.В., Маркман Г.З., Харлов Н.Н. Энергосбережение и качество электрической энергии. Томск, 2005. – 157 с.
9. Билоус О.А., Сагизов А.Б. Математическое моделирование влияния работы непосредственного преобразователя частоты на сеть электроснабжения. /Вестник ПНИПУ, Электротехника, информационные технологии, системы управления, Пермь. 2013, №8. С.106-113.
10. Дацковский Л.Х., Роговой В.И., Кузнецов И.С., Жидков А.А., Воликов А.А. Электропривод современных шахтных подъемных машин. Известия ТулГУ. Технические науки, 2010. Вып.3, ч.2. С.157-165.
11. Комбинированное управление с задающей моделью позиционным электроприводом шахтной подъемной установки / А.В.. Чермалых, А.В. Данилин, А.В. Босак, А.О. Петрученко // Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика : наукове видання. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 1/2016 (4) – С. 29-31.
12. Пустоветов М.Ю. Расчет параметров и компьютерное моделирование синусных фильтров в частотно-регулируемом электроприводе. /Вестник Донского государственного технического университета, Ростов-на-Дону. 2012. С.56-64.
13. Сінчук О.М., Філіпп Ю.Б., Сінчук І.О. Максимов М.М. Дослідження енергоефективності роботи стаціонарних установок залізрудних шахт. Зб. тез допов. «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві». – Кіровоград, 2015. – С.14-16.
14. Фокин А.В. Технические аспекты применения статического тиристорного компенсатора для электропривода шахтной подъемной машины // Известия ТулГУ. – 2011. – Вып.6. С.273-281.
15. Зюзев А.М., Степанюк Д.П., Бубнов М.В. Применение ФКУ для улучшения электромагнитной совместимости с сетью устройств плавного пуска асинхронных двигателей / Электроэнергетика и электромагнитная совместимость электроприводов переменного тока. ЭППТ, Екатеринбург. 2015. С.83-88.

Рукопис подано до редакції 18.04.2018

УДК 621.914.02

С.В. АРТЕМОВ, директор, Г.С. КОНОНОВ, заст. директора

ТОВ «ФЕРУМ-СТРОЙ-СЕРВІС»

С.С. ДУБРОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, доц., О.В. КАЧУР, аспірант

Криворізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ РОЛИКІВ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

В роботі наведено результати досліджень направлених на пошук рішень по підвищенню надійності деталей конвеєрів. Наведено аналіз технологічних та експлуатаційних недоліків існуючих конвеєрних роликів. Визначено необхідність підвищення надійності і ресурсу роботи роликів шляхом створення досконалішої і технологічнішої конструкції. Що дозволить підвищити надійність стрічкових конвеєрів в цілому. В даній роботі запропоновано зміни в конструкції ущільнення, а саме використання комбінованого ущільнення, що б забезпечило потрібний рівень герметичності.