

9. Хворост М.В., Шпіка М.І., Бесараб А.І. Тяговий асинхронний електропривод для міського електротранспорту./Енергосбереження, енергетика, енергоаудит. – 2012, №3(97). С.7 – 10.

Рукопис подано до редакції 28.04.16

УДК 622.272:004.051

І.О. СІНЧУК, канд. техн. наук, доц., А.С. САМОХІНА, магістрант  
Криворізький національний університет

## ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ПІДЗЕМНИМ СПОСОБОМ

Напрями підвищення електроенергоефективності видобутку корисних копалин відомі, більш того, в останні 5-10 років їх кількість збільшилася. Однак, як правило, це відноситься до знову проєктованим або глобально переобладнаним гірничим підприємствам. Щодо діючих, то це проблема ще далеко не вирішена. Між тим, з огляду на те, що в найближчі 35 - 45 років будівництво нових залізрудних підприємств в Україні не планується, то саме в напрямку вдосконалення комплексу: системи електропостачання - системи електроспоживання діючих гірничорудних виробництв необхідно вести наукові дослідження. Викликано це, перш за все, факторами підвищення сегмента енерговитрат взагалі і електроенергозатрат, зокрема, в загальному обсязі собівартості видобутого ЗРС. Найбільш енергоємними споживачами електричної енергії залізрудних шахт і раніше є стаціонарні установки - водовідлив, вентиляція, підйом, компресорні - разом споживають понад 80% всієї електроенергії, споживаної шахтою. Особливо великі електроенергозатрати на вироблення стисненого повітря центральними компресорними станціями, які становлять близько 30% від всієї споживаної комбінатом електроенергії.

**Ключові слова:** енергоефективність, собівартість, оптимізація, потужність, енергія

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** В даний час в Україні обсяги видобутку ЗРС відкритим способом перевершують обсяги видобутку в шахтах. Однак зростання, а точніше відновлення обсягів виробництва товарної залізної руди підземним способом в вітчизняних шахтах, відбувається набагато більшими темпами, ніж в кар'єрах. Пов'язано це з тим, що для цього існує ряд визначальних цю тенденцію об'єктивних чинників [1] у т.ч те, що підземний спосіб видобутку, на відміну від відкритого - кар'єрного, характеризується досить щадним впливом на навколишнє середовище і високим вмістом заліза в сирій руді - до 62% на відміну від 37% кар'єрного. Це практично виключає необхідність енергоємного і трудомісткого процесу збагачення при підземному способі видобутку ЗРС.

Між тим, обом способам видобутку ЗРС, в силу природних причин (зниження рівня ведення гірничих робіт в області запроектованих значень), властива негативна і стійка тенденція збільшення енергоємності, видобутку ЗРС, яка в загальному сегменті собівартості ЗРС за останні 10 років становить близько 30% [1], а, отже, ускладнює і без того непросту тенденцію зростання вартості вітчизняного ЗРС, що, в свою чергу, ставить під сумнів конкурентоспроможність даного виду сировини на світовому ринку [1]. У свою чергу, як встановлено, близько 90% від загальних енерговитрат складають електроенергетичні, тобто завдання зменшення собівартості добувної ЗРС по суті зводяться до задачі зменшення або точніше оптимізації електроенергозатрат [2].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Напрями підвищення електроенергоефективності видобутку корисних копалин відомі, більш того, в останні 5-10 років їх кількість збільшилася [3-5]. Однак, як правило, це відноситься до знову проєктованим або глобально переобладнаним гірничим підприємствам. Щодо діючих, то це проблема ще далеко не вирішена.

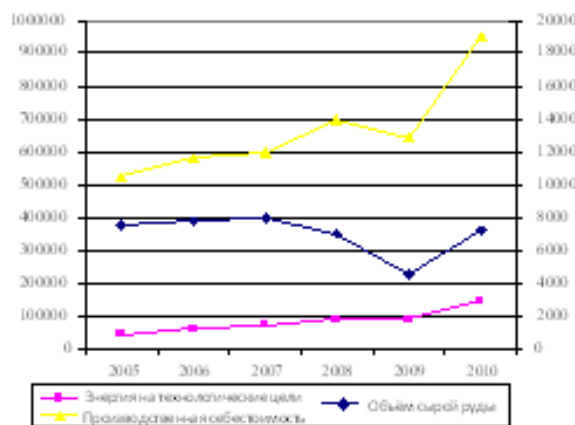
Між тим, з огляду на те, що в найближчі 35 - 45 років будівництво нових залізрудних підприємств в Україні не планується, то саме в напрямку вдосконалення комплексу: системи електропостачання - системи електроспоживання діючих гірничорудних виробництв необхідно вести наукові дослідження. Викликано це, перш за все, факторами підвищення сегмента енерговитрат взагалі і електроенергозатрат, зокрема, в загальному обсязі собівартості видобутого ЗРС.

**Постановка завдання.** Як показують результати досліджень реальними напрямками підвищення електроенергоефективності діючих залізрудних шахт є: модернізація систем електропостачання та оптимізація процесів електроенергоспоживання з можливістю адаптивного управління цим процесом [2].

**Викладення матеріалу та результати.** Перший напрямок в тій чи іншій мірі досліджено і містить дієві, але швидше за технічні і дуже обмежені аспекти свого дозволу, особливо в умовах діючих гірничорудних підприємствах [3-6]. А тому, не заперечуючи, а точніше поряд з вищевикладеним напрямком пошуку шляхів підвищення ефективності самих СЕ, актуальним є все ж питання проведення комплексу досліджень з акцентом саме на другому напрямку - оптимізація і управління цим процесом в конкретних умовах чинного того чи іншого залізрудного підприємства [2].

У практиці відомих досліджень даного напрямку найближче стоять дослідження стосовно підземним вугільним підприємствам [6]. Але значна відмінність технологій ведення гірничих робіт, а головне типи і види використаного устаткування в вугільних і залізрудних шахтах не дозволяє навіть в першому наближенні перенести результати досліджень з «вугілля» на «руду».

Графіки зміни вартості спожитої енергії і виробничої собівартості в тис. грн. та обсягів видобутку руди в тис. т по ПАТ «Криворізький залізрудний комбінат» наведені на рис. 1.



**Рис.1.** Графіки зміни виробничої собівартості, вартості спожитої енергії і обсягів видобутку сирової руди (останній побудований по осі 2у) по ПАТ «Криворізький залізрудний комбінат»

Як бачимо, за період 2005-2015 років частка електроенергозатрат при видобутку 1 т сирової руди підземним способом збільшилася на 18% і має тенденцію подальшого підвищення.

Найбільш енергоємними споживачами електричної енергії залізрудних шахт і раніше є стаціонарні установки - водовідлив, вентиляція, підйом, компресорні - разом споживають понад 80% всієї електроенергії, споживаної шахтою. Особливо великі електроенергозатрати на вироблення стисненого повітря центральними компресорними станціями, які становлять близько 30% від всієї споживаної комбінатом електроенергії.

Тобто, очевидно, що найбільш перспективним шляхом зниження енерговитрат на залізрудних шахтах є зниження електроспоживання і енерговитрат в стаціонарних установках і особливо в центральних компресорних установках.

У зв'язку з цим великі можливості зниження енерговитрат відкриває заміна пневматичного приводу електричним, мають ККД на порядок вище, - для вантажних і бурових машин, пневмударного інструменту. Це дасть можливість скоротити або взагалі відмовитися від застосування стисненого повітря, від центральних компресорних станцій і довгих пневматичних трубопроводів. Разом з тим, при необхідності можна використовувати пересувні компресорні установки невеликої продуктивності безпосередньо в місцях споживання стисненого повітря - в підземних виробках шахт і на поверхні.

Енергоефективність може бути також істотно підвищена шляхом застосування регульованого електроприводу для таких споживачів як конвеєри, вентиляційні установки та ін. Так, вентилятори головного провітрювання споживають до 20 % електроенергії, що показує низьку енергоефективність вентиляційних систем. Застосування регульованого електроприводу дозволить регулювати подачу повітря відповідно до потреб провітрювання.

Витрати на електричну енергію можуть бути істотно знижені шляхом регулювання електроспоживання за тарифними зонами доби. З огляду на, що в нічні години ціна електроенергії в 4,8 рази нижче, ніж в години максимуму енергосистеми, розробляються плани-графіки регульованих заходів, впровадження яких дозволить знизити навантаження в години ранкового і ве-

чірного максимумів навантаження енергосистеми. В умовах шахт як споживачів-регуляторів найбільш ефективно використовувати водовідливні установки, які повинні працювати головним чином в години мінімальної ціни електроенергії - в нічні години. Ємності водозбірників зазвичай мають достатній запас, при необхідності вони можуть бути збільшені.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Залишається актуальним питання компенсації реактивної потужності для підвищення ефективності систем електропостачання. Розглянуто особливості компенсації реактивної потужності в умовах залізрудних комбінатів з використанням синхронних машин з урахуванням їх режимів роботи і додаткових втрат енергії, обумовлених генерацією реактивної потужності.

Силові трансформатори на головних підстанціях залізрудних комбінатів мають низький коефіцієнт завантаження (20-40%) в силу чого працюють в неекономічних режимах. Визначено, що висновок в «холодний» резерв одного з трансформаторів економічно доцільний при результуючому коефіцієнті завантаження менше 0,6.

Серед підземних споживачів найбільш складним і енергоємним електротехнічним комплексом є електровозний транспорт, який має низьку ефективність енерговикористання. Застосування реостатних систем управління призводить до того, що 30-40% електроенергії марно втрачається в регулювальних реостатах тягових електротехнічних комплексів електровозів. Сучасний розвиток промислової електроніки дозволяє значно поліпшити технічні характеристики електровозів і в 1,5 рази скоротити витрату електроенергії.

Вищенаведені рекомендації при їх реалізації дозволять кожній конкретній залізрудній шахті підвищити енергоефективність видобутку залізної руди на 20-30 %.

#### Список літератури

1. Сборник технико-экономических показателей горнодобывающих предприятий Украины в 2009–2010 гг. Анализ мировой конъюнктуры рынка ЖРС 2004–2011 гг. / **Е.К. Бабец, Л.А. Штанько, В.А. Салганик** и др. – Кривой Рог: Видавничий дім, 2011 – 329 с.
2. **Синчук И.О.** Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография / **И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, С.Н. Бойко** // Под ред. докт. техн. наук, проф. **О.Н. Синчука**. – Кременчук: Изд. ЧП Щербатых А.В. – 2015. – 296 с.
3. Електрифікація гірничого виробництва: Підручник для ВНЗ. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. / За ред. **Л.О. Пучкова** і **Г.Г. Півняка**. – Д.: Нац. гірн. ун-т, 2010. – Т.1. – 503 с.
4. **Синчук О.Н.** Оценка состояния и определения тактики повышения эффективности работы участковых подстанций железорудных шахт [Текст] / **О.Н. Синчук, Р.А. Лесной, Р.А. Пархоменко, А.Н. Яловая** // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць кіровоградського національного технічного університету. – Кіровоград, 2012. - Випуск 25, частина II. – С.248 – 254.
5. **Синчук О.Н.** Оценка потенциала и тактика повышения электроэнергоэффективности подземных железорудных производств [Текст] / **Синчук О.Н., Синчук И.О., Гузов Э.С., Баулина М.А., Яловая А.Н.** // Технологический аудит и резервы производства. – Харьков: ЧП «Технологический центр». – 2014. – с.34 – 39.
6. **Праховник А.В.** Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий [Текст] / **А.В. Праховник, В.П. Розен, В.В. Дегтярев** – М.: Недра, 1985 - 232 с.

Рукопис подано до редакції 18.04.16

УДК 629.423.2-52

**И.О. СИНЧУК**, канд. техн. наук, доц., **А.С. САМОХИНА**, магистрант  
Криворожский национальный университет

### ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРИВОДА В ЭЛЕКТРОВОЗАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГОВЫХ СВОЙСТВ

В настоящее время электровозный транспорт является наиболее распространенным видом транспорта на горных предприятиях. Так на шахтах с его помощью осуществляется до 70% перевозок, а на рудниках до 100%. Столь широкое распространение электровозного транспорта обусловлено тем, что последний наиболее экономичен при больших длинах транспортировки более чем другие виды рудничного транспорта [1]. Электровозы могут применяться при различных условиях эксплуатации, в том числе на шахтах опасных по газу и пыли. Данный вид транспорта отличается сравнительно малой энергоемкостью, хорошей приспособляемостью к автоматизации, практиче-