

# ЕЛЕКТРО ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ОЦІНКА ЇЇ ПОТЕНЦІАЛУ ДЛЯ ПІДЗЕМНИХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ВИРОБНИЦТВ

**П**родукція гірничодобувної галузі – залізорудна сировина (ЗРС) є основним джерелом поповнення валютних запасів і формування ВВП України.

Незважаючи на тенденцію до зменшення, яка спостерігається в останні роки, частка споживання електричної енергії промисловістю України становить 42% від загального рівня електроспоживання. Особливістю вітчизняної промисловості є наявність в ній 51 енергоємного підприємства (гірничо-металургійного та нафтохімічного), які споживають близько половини електричної енергії всієї промислової галузі. При цьому майже 33% (16-ть підприємств) енергоємних виробництв знаходяться в Дніпропетровській області, споживаючи 48% від усього обсягу споживання електричної енергії даної області. У свою чергу, більша частина обсягу електроспоживання Дніпропетровської області відноситься до гірничо-металургійних підприємствам Криворізького залізорудного басейну.

Аналіз і обґрунтування результатів відомих досліджень в цій області підтвердили факт, що енергоефективність гірничорудного виробництва визначається способом розкриття і видобутку того чи іншого виду корисних копалин, а також рівнем механізації, а точніше типами і видами гірничих машин і механізмів, задіяних в цих процесах.

Саме цими основними факторами залізорудні підприємства (шахти, комбінати) відрізняються (і значно) від інших видів промислових підприємств, в т.ч. від своїх найближчих родичів – вугільних, сольових, сланцевих і т.п. І саме ці чинники є базовою різницею формування рівнів і режимів енергоспоживання, а, отже, процесу електро та енергоефективності видобутку ЗРС і, як буде показано далі, пошуку напрямків підвищення цього важливого техніко-економічного показника.

Однак обставини в масовому сегменті електро та енергоефективності не ставить в позу забуття проблему пошуку шляхів підвищення електро та енергоефективності видобутку ЗРС в аспекті розрізу самої системи: енерго та електропостачання – енерго та електроспоживання, а навпаки – диктує необхідність пошуку реальних шляхів в цьому напрямку.

Разом з тим необхідно чітко уявляти, що цей пошук повинен бути не в далекій перспективі, а в перспективі «сьогоднішнього дня». Це твердження ґрунтується на тому, що пошук повинен вестися для умов і в умовах нині діючих підприємств і використовуваних в них технологій видобутку ЗРС.

За останні роки, в Україні знову простежується стійка тенденція збільшення обсягів видобутку ЗРС.

Особливо це відноситься до підземного – шахтного, способу, котрий характеризується достатнім рівнем екологічності і якості сировини, що видобувається. Особливістю гірничого залізорудного виробництва, яка відрізняє його від інших аналогів за способом видобутку корисних копалин, є постійне зниження рівня ведення робіт, через що собівартість видобутку руди з кожним роком зростає. Так,

**А.М. Ялова**, канд. техн. наук,

ДВНЗ «Криворізький національний  
університет»

**А.М. Сусідко**,

НМетАУ «Криворізький технічний  
коледж»,

**А.В. Сусідко**, магістрант,

ДВНЗ «Криворізький національний  
університет»



на підприємствах Криворізького залізрудного басейну за останні 7 років собівартість 1 т руди збільшилася майже вдвічі [1]. Як показує аналіз загальної собівартості, істотну роль у цьому відіграють енерговитрати.

Важливо і те, що залізрудні шахти за технологією видобутку суттєво відрізняються від вугільних та інших гірничовидобувних підприємств, тож для підвищення їх енергоефективності не можуть бути використані результати наукових досліджень, отримані, наприклад, для вугільних шахт.

Таким чином, виникає потреба в дослідженнях шляхів і методів підвищення енергоефективності саме залізрудних підземних підприємств є актуальною задачею сьогодення.

Основним видом енергії, споживаної залізрудними шахтами, є електрична, на частку якої припадає близько 90% загальних енерговитрат

Найбільш енергоємними споживачами електричної енергії залізрудних шахт (ЗРШ) є стаціонарні установки – водовідливні, вентиляційні, підйомні, компресорні, – які разом споживають понад 80 % усієї споживаної електроенергії шахти. Особливо великі витрати електроенергії на вироблення стисненого повітря центральними компресорними станціями (ЦКС), які складають більше 30% від усієї споживаної комбінатом електроенергії [ 1].

Найперспективнішим шляхом зниження енерговитрат на ЗРШ є зниження електроспоживання й енерговитрат у стаціонарних установках і особливо в центральних компресорних установках (ЦКУ) .

Стисле повітря від центральних компресорних станцій, які розташовані на поверхні шахт, транспортується трубопроводами до місць використання (до вибоїв шахт) на відстань кількох кілометрів.

При цьому природно, що і значна частина енергії в ході транспортування втрачається. У результаті (з урахуванням усіх втрат) ККД пневматичного приводу в залізрудних шахтах становить лише 8 – 10% [2].

Зважаючи на вищезазначене, великі можливості зниження енерговитрат відкриває заміна пневматичного приводу електричним, який має ККД на порядок вище, для вантажних і бурових машин, ударного інструменту. Це дозволить скоротити або взагалі відмовитися від застосування стисненого повітря, від центральних компресорних станцій і довгих пневматичних трубопроводів. Разом з тим за необхідністю можна використовувати пересувні компресорні установки невеликої продуктивності безпосередньо в місцях споживання стисненого повітря: у підземних виробках шахт і на поверхні.

Енергоефективність може бути також істотно підвищена шляхом застосування регульованого електроприводу для таких споживачів, як конвеєри, вентиляторні установки та ін. Так, вентилятори головного провітрювання споживають до 20% електроенергії, що засвідчує низьку енергоефективність вентиляційних систем. Застосування регульованого електроприводу дозволить регулювати подачу повітря відповідно до потреб провітрювання. Додатково за рахунок зниження подачі повітря знижується також загальношахтна депресія, і відповідно, зменшуються зовнішні і внутрішні витоки повітря.

Витрати за споживану електричну енергію можуть бути істотно знижені шляхом регулювання електроспоживання за тарифними зонами доби. Ураховуючи, що в нічні години ціна електроенергії в 4,8 рази нижча, ніж у години максимуму енергосистеми, розробляють плани-графіки регулюваль-

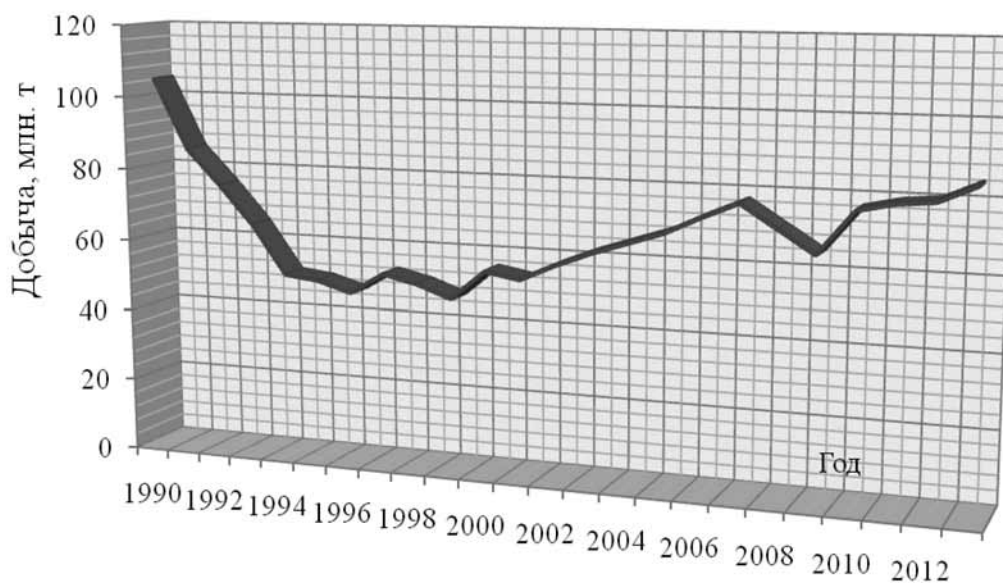


Рис. 1. Показники обсягу видобутку ЗРС в Україні

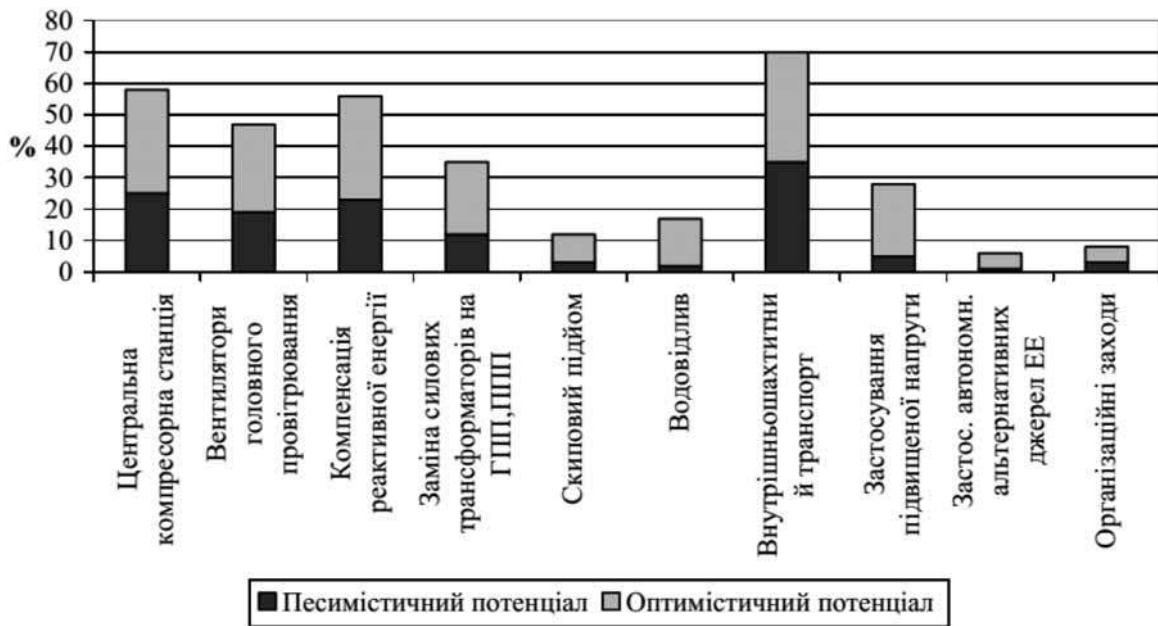


Рис. 2. Зіставлення оптимістичного і песимістичного потенціалів підвищення електроенергоєфективності доданків систем електропостачання та електрообладнання залізрудних шахт

них заходів, упровадження яких дозволить знизити навантаження в години ранкового й вечірнього максимумів навантаження енергосистеми. В умовах шахт у якості споживачів-регуляторів найефективніше використовувати водовідливні установки, які повинні працювати переважно в години мінімальної ціни електроенергії – у нічні години. Їмності водозбірників зазвичай мають достатній запас, і за необхідності ємності можуть бути збільшені.

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 їхніх режимів роботи й додаткових втрат енергії, зумовлених генерацією реактивної потужності.

Силові трансформатори на головних підстанціях залізрудних комбінатів мають низький коефіцієнт завантаження (30 – 40%) через що і працюють у неекономічних режимах. Оцінка зниження втрат при виведенні в «холодний» резерв одного з трансформаторів залежно від результуючого коефіцієнта завантаження трансформатора, який залишився в роботі, показала, що виведення в «холодний» резерв одного з трансформаторів економічно доцільне при результуючому коефіцієнті завантаження менше 0,6.

Серед підземних споживачів найбільш складним і енергоємним електротехнічним комплексом є електровозний транспорт, який має низьку ефек-

тивність 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 [3].

Експлуатовані сьогодні системи електропостачання залізрудних підприємств характеризуються значним завищенням потужностей силових трансформаторів, установлених як на поверхні, так і на підземних підстанціях. Відповідно піднімаються параметри апаратури та перерізу кабелів, збільшуються капітальні витрати. Це відбувається на стадії проектування через завищення розрахункових електричних навантажень. Причиною такого стану є недосконалість як самих методів розрахунку, так і некоректність використовуваних розрахункових коефіцієнтів. Під час виконання розрахунків електричних навантажень споживачів штучно розділяють на групи з однотипним режимом роботи, хоча реально існують технологічні групи споживачів з різними режимами роботи: споживачі технологічних ділянок, цехів, підприємств загалом. Іншими словами, логіка побудови застосовуваних методик розрахунку не відповідає структурі будови систем електропостачання [4] [5].

На рис. 2 представлено обґрунтовану авторами картограму потенціалів підвищення електро та енергоєфективності доданків систем електропостачання та електроспоживання залізрудних шахт.

При цьому під електро та енергоефективністю розуміють потенціал (у відсотках) можливого скорочення споживання або втрат ЕЕ конкретними споживачами або доданком систем електропостачання.

Реалізація рекомендованих способів дозволить по залізорудній шахті (комбінату) скоротити витрату ЕЕ в оптимістичному варіанті на 35 – 40 %, у песимістичному – на 15 – 20 %.

Як доповнення зазначимо, що підвищення електро та енергоефективності – це завдання комплексне, для розв'язання якого на залізорудних підприємствах потрібні не тільки технічні, але й організаційні заходи, і, насамперед, розробка та впровадження дієвої структури енергоменеджменту.

## ВИСНОВКИ

1. Найбільш енергоємними споживачами на залізорудних підприємствах є стаціонарні установки – водовідливні, вентиляційні, підйомні, компресорні, – які споживають понад 80% усієї споживаної електроенергії.

2. Доцільно замінити пневматичний привід електричним, який має ККД на порядок вищий, для важких і бурових машин, відбійних молотків.

3. Ефективним є застосування регульованого електроприводу для вентиляторів головного провітрювання для регулювання подачі повітря відповідно до потреб провітрювання.

4. Витрати на електропостачання можуть бути істотно знижені шляхом регулювання електроспоживання за тарифними зонами доби. Найефективніше в якості споживачів-регуляторів використовувати водовідливні установки.

5. Застосування сучасних частотно-регульованих асинхронних тягових приводів для рудникових електровозів дозволить значно поліпшити технічні характеристики електровозів і в 1,5 рази скоротити витрату електроенергії на електровозному транспорті.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами* / [Сінчук О. М., Сінчук І. О., Федорченко Н. А., Мельник О. Є. та ін.] – Кременчук: Вид. ПП Щербатих О. В., 2010. – 340 с.

2. *Гойхман В. М.* Регулирование электропотребления и экономия электроэнергии на угольных шахтах / В. М. Гойхман, Ю. П. Миновский. – М.: Недра, 1988. – 320 с.

3. *Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов* / [Сінчук О. Н., Сінчук І. О., Юрченко Н. Н., Чернышов А. А., Удовенко О. А., Пасько О. В., Гузов Э. С.] – Київ: ІЕДНАУ, 2006. – 252 с.

4. *Сінчук О. Н.* Совершенствование методов расчёта электрических нагрузок при проектировании и модернизации систем электроснабжения железорудных предприятий / О. Н. Сінчук, Э. С. Гузов, Р. А. Пархоменко // Вісник Кременчуцького національного університету. – 2013. – Вип. 1 (78). – С. 28 – 32.

5. *О. Н. Сінчук, Э. С. Гузов, А.Н. Ялова.* До питання оцінки потенціалу електроенергоефективності підземних залізорудних виробництв.