

2. Ланець, О. С. Модернізація одно— та двомасових резонансних вібраційних машин з інерційним приводом [Текст] / О. С. Ланець, В. М. Гурський, Я. В. Шпак // Ж.: Вібрації в техніці та технологія. — 2011. — № 4 (64). — С. 39-43.
3. Гурський, В. М. Аналіз електромеханічних характеристик резонансних вібраційних систем [Текст] / В. М. Гурський, Я. В. Шпак // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. — 2011. — Вип. 45. — С. 192–198.
4. Шевченко, Г. А. Поличастотные грохоты для разделения тонких сыпучих материалов [Текст] / Г.А. Шевченко, В.Г. Шевченко, А.Р. Кадыров // Збагачення корисних копалин: наук.-техн. зб., 2009. — Вип. 36 (77) – 38 (79).
5. Артюнин, А. И. Исследование автоматической балансировки ротора в форме цилиндра, жестко установленного в корпусе на упругих опорах [Текст] / А.И. Артюнин, О.Ю. Суменков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование, no. 4 (64), 2019, с. 13-19.
6. Somerfeld A. Beitrage zum dynamischen Ausbay der Festigkeslehre [Text] //Zeitschrift des Verins Deutscher Ingenieure, 1904. Bd. 48(18). P. 631–636.
7. Пирогов В.В. Особливості зрівноваження маятниками обертового несучого тіла в ізольованій системі: автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук: 01.02.01 / В.В. Пирогов; НАН України, Ін-т механіки ім. С.П. Тимошенка — К., 2014. — 20 с.
8. Філімоніхін, Г. Б. Зрівноваження і віброзахист роторів автобалансирами з твердими коригувальними вантажами [Текст] / Г. Б. Філімоніхін. Монографія. – Кіровоград: КНТУ, 2004. – 352 с.
9. Lu, Chung-Jen & Wang, Ming-Cheng & Huang, Shih-Hsuan. (2009). Analytical study of the stability of a two-ball automatic balancer. Mechanical Systems and Signal Processing. 23. 884-896. 10.1016/j.ymsp.2008.06.008.
10. Артюнин, А.И. Об особом режиме движения жесткого ротора с упругими опорами и маятниковыми автобалансирами [Текст] / А.И. Артюнин, Г.Г. Алхунсаев // Известия выс. уч. завед. 2005. № 10. С. 8-14.
11. Artyunin, A.I., Barsukov, S.V., Sumenkov, O.Y. Peculiarities of Motion of Pendulum on Mechanical System Engine Rotating Shaft. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2020. P. 649–657. doi: https://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-22041-9_70
12. Neyman L. A., Neyman V. Y. Dynamic model of a vibratory electromechanical system with spring linkage, 2016 11th International Forum on Strategic Technology (IFOST), Novosibirsk, 2016. P. 23–27, doi: <https://doi.org/10.1109/IFOST.2016.7884234>
13. Artyunin, A.I., Eliseyev, S.V. Effect of "crawling" and peculiarities of motion of a rotor with pendular self-balancers. Applied Mechanics and Materials, 2013. N 373-375, P. 38–42. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.373-375.38>
14. Inoue, T., Ishida, Y., and Niimi, H. "Vibration Analysis of a Self-Excited Vibration in a Rotor System Caused by a Ball Balancer." ASME. J. Vib. Acoust., 2012. Vol. 134, Issue 2: 021006. <https://doi.org/10.1115/1.4005141>
15. Застосування пасивного автобалансира як збудника кругових двочастотних вібрацій [Текст] : пат. на корисну модель № 92337 У Україна, F04D 29/66. Г. Б. Філімоніхін, В. В. Яцун (Україна); КНТУ. Заявл. 18.03.2014; Опубл. 11.08.2014, Бюл.№15

Рукопис подано до редакції 05.11.2021

УДК 004.896

О.М. СІНЧУК, д-р техн. наук, проф., Т.М. БЕРІДЗЕ, д-р економ. наук, доц.,
І.О. СІНЧУК, Ю.Б. ФІЛІПП, кандидати техн. наук, доценти
Криворізький національний університет

ЗАСАДНИЧІ ІМПЕРАТИВИ СУТНОСТІ АНАЛІЗУ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ВИДОБУТКУ ЗАЛІЗОРУДНОЇ СИРОВИНИ НА ПІДЗЕМНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ КРИВБАСУ

Мета. Мета статті є визначення найбільш енергоємних складових виробничого потенціалу підземних підприємств залізорудної галузі Криворізького регіону. Дослідження взаємодії та проведення порівняльного аналізу виділених складових елементів.

Методи дослідження. Для дослідження поставленого завдання застосована методологія системного підходу та методи системного аналізу задля виділення енергоємних елементів складної виробничої системи. Проведено порівняльний аналіз на засадах методології багатofакторного регресійного аналізу.

Наукова новизна. Виділено найбільш енергоємні складові на підземних підприємствах залізорудної промисловості, відповідно до концептуальних положень щодо управлінських процесів споживання електроенергії на підприємствах залізорудної промисловості. Доведено, що такими енергоємними елементами для залізорудних підприємств Кривбасу є скіпові підйомні установки, дробильно-сортувальна фабрика, водовідливні установки, вентиляційні установки. Показана взаємодія виділених системних елементів виробничої системи залізорудного підприємства.

Практична значимість. Побудовані регресійні моделі дозволили більш детально дослідити енергоємні складові щодо залізорудних підприємств. Проведений порівняльний аналіз дозволив окреслити проблемні питання щодо практичного застосування результатів моделювання для ш. «Гвардійська». З'ясовано, що специфічні технологічні процеси, які відбуваються на ш. «Гвардійська» потребують перевірки складових факторів впливу. Загалом, для пі-

дземних підприємств Кривбасу характерним є негативний вплив на загальне споживання електричної енергії факторів, які характеризують роботу складової дробильно-сортувальної фабрики. На основі аналізу отриманих моделей формуються відповідні управлінські рішення щодо видобутку залізорудної сировини на підприємствах Кривбасу.

Результати. Отримані відповідні кількісні показники факторів впливу на енергоємність складових виробничої системи залізорудних підприємств Кривбасу. Визначені негативний та позитивний вплив на загальне споживання електроенергії складових виробничої системи, а саме: скіпові підйомні установки, дробильно-сортувальна фабрика, водовідливні установки, вентиляційні установки. Для всіх підприємств, що аналізувались, характерним є негативний вплив на загальне споживання електроенергії складової, яка визначає дробильно-сортувальну фабрику. Вважається доцільним збільшити обсяг інформаційного простору задля більш ретельного опису та визначення характеристик енергоємних складових, що впливають на видобуток залізорудної сировини на підприємствах Кривбасу.

Ключові слова: енергоємність, підприємство, електроспоживання, модель, регресія, залізорудна сировина.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-40-47

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Розвиток гірничорудної промисловості обумовлює зростання підприємствами галузі споживання енергетичних ресурсів, основним з яких є електроенергія [1]. За останні десять-п'ятнадцять років зростання рівнів споживання електроенергії в галузях, на частку яких припадає основний обсяг гірничих робіт, склав: у паливній - 36,6%, у чорній металургії - 45,8 \$, в кольоровій металургії - 39,9 \$. Аналіз перспектив розвитку гірничого виробництва показує, що існуюча тенденція матиме місце і надалі [1].

Структура споживання електроенергії за спрямованістю користування показує, що значна частина (понад 70%) використовується на силові потреби підземного гірничого виробництва в електроприводі машин, механізмів і установок. Гірниче виробництво характеризується високими показниками електроємності продукції, енергоозброєності праці, електрооснащеності фондів.

Ефективність процесу застосування електроенергії в електротехнічних комплексах і системах підземних гірничих підприємств в якісному аспекті характеризується його технічним обладнанням, ступенем продуктивності, придатності та іншими властивостями.

Сучасний період електрифікації гірничого виробництва характеризується значним підвищенням ролі показників техніко-економічної ефективності використання електроенергії.

Як відомо, невід'ємною та вирішальною складовою ефективності діяльності підприємств промислової галузі загалом та гірничих окремо є зменшення їх енергоємності. Природно, що на енергоємність промислових підприємств взагалі, та залізорудних підприємств окремо здійснює вплив: природно-кліматичні чинники, основні та оборотні фонди, нематеріальні активи, діяльність персоналу [1]. Саме енергоємність видобутку залізорудної сировини визначає, наскільки результативними є дії керівництва в сфері розподілу, спрямування, планування та аналізу всіх наявних ресурсів залізорудного підприємства, яку нішу займає та буде займати в майбутньому дане підприємство на ринку залізорудної сировини з урахуванням впливу на нього конкурентного середовища. Важливе місце в цьому питанні належить впливу на динаміку складових виробничого процесу поточних тенденцій у сфері розвитку технологій, тобто врахування чинника науково-технічного прогресу. Дослідити ці процеси, їхню взаємодію, виявити особливості структурного взаємозв'язку між цими компонентами дозволяє апарат економетричних методів моделювання складних виробничих процесів. Тому дослідження питань формалізації виробничого потенціалу на основі використання сучасних підходів і методів економіко-математичного моделювання є важливим і актуальним питанням для вітчизняних залізорудних підприємств.

Аналіз досліджень і публікацій. Теоретичні і практичні аспекти щодо сутності структури, особливостей формування та використання складових виробничого потенціалу висвітлені такими відомими зарубіжними вченими, як Майк Райкрофт [2], Естаніслао Пухадес, Філіп Орбан, Сара Боде, П'єр Аршам-бо, Себастьян Ерпікум, Ален Дассарг [3]. До вітчизняних дослідників різноманітних аспектів формування та функціонування виробничого потенціалу належить також багато вчених, серед яких особливо варто відмітити праці Шидловського А. К., Півняка Г. Г., Рогози М. В., Випанасенко С. І [4], Вілкула Ю.Г., Азаряна А. А., Колосова В. О., Караманца Ф. І. [5], Ступніка М. І., Федька М. Б, Письменного С. В. [6]. Особливості моделювання виробничого потенціалу як сфери діяльності підприємств представлені апаратом виробничих функцій, розробленим Коббом і Дугласом, та вдосконаленим шляхом врахування чинника науково-технічного прогресу в працях Тінбергена. Специфіка та індивідуальні особливості технології функціонування залізорудних підприємств з огляду на енергоємність процесів до-

кладно висвітлені в працях Дремина А.А. [7], Праховника А. В, Розена В. П., Дегтярева В. В. [8]. Не зменшуючи глибоко наукового аналізу виробничого потенціалу залізорудних підприємств, зазначимо, що питання для підприємств саме залізорудної галузі розглянуто недостатньо та потребує подальшого вивчення. Окремо слід виділити питання щодо недостатності висвітлення у вітчизняних дослідженнях аналізу впливу науково-технічного прогресу на механізми взаємодії складових елементів виробничого потенціалу та фінансових результатів діяльності підприємств залізорудної галузі. Саме тому ці питання потребують більш ґрунтовного аналізу і вдосконалення.

Постановка задачі. Основною задачею дослідження, висвітленого в даній статті, є вивчення, порівняльний аналіз особливостей взаємодії складових елементів виробничого потенціалу гірничих підземних підприємств залізорудної галузі Криворізького регіону.

Викладання матеріалу та результати. Практичною базою для підвищення ефективності застосування електроенергії на гірничих підприємствах, поряд з іншим, є удосконалення методів розрахунку електричних навантажень, установлення науково-обґрунтованої питомої витрати електроенергії, підвищення точності прогнозування та рівня планування показників електроспоживання, зниження втрат і економія електроенергії, та ін. Швидке зростання споживання енергії створює небезпеку скорого вичерпання викопних енергетичних ресурсів. Ризики, пов'язані з розвитком енергетики, визначають підвищений інтерес до тих або інших оцінок майбутньої динаміки енергетики і наслідків її розвитку. Слід враховувати, що енергетична безпека натеper є наріжним каменем політики багатьох країн. Доречно зазначити, що до 2030 р., за даними Міністерства палива і енергетики України, у країні плануються скоротити споживання енергоресурсів на 12%, у тому числі в металургії до якої традиційно відносяться і залізорудна галузь – на 30%. В протигагу цим «планам» зазначимо, що до 2019 р. такої тенденції в рівнях споживання ЕЕ в дійсності не спостерігається. Рівень споживання ЕЕ в 2018 р. в порівнянні з 2013 р. споживання ЕЕ в Україні практично не скоротився, в тому числі в металургії (в т. ч. гірничорудній галузі) взагалі не зменшилось ($\approx 24,5\%$).

При визначенні комплексного оцінювання електроспоживання постає питання щодо зміни споживання з кожного джерела електроенергії в порівнянні з минулим періодом, а також які причини, а саме: глибина шахти, кількість зневоднення, зміна якості руди, зміна технологій тощо. Опрацювання цих питань є підґрунтям можливості вирішення питань задля формування комплексної оцінки електроспоживання на підприємствах видобутку залізорудної сировини [10-12].

Ефективне електроспоживання є наслідком зменшення енергоємності видобутку залізорудної сировини та має спиратися на оптимальне планування і прогнозування витрат електричної енергії. Оптимальне планування і прогнозування електроспоживання базується на науково-обґрунтованому нормуванні витрати електроенергії по основних і допоміжних процесах гірничого виробництва. Нормування витрат електроенергії багато в чому залежить від планових заходів електроспоживання на залізорудних підприємствах. Встановлення технічних і економічно обґрунтованих планових заходів електроспоживання висуває завдання визначення режимів навантаження електроприймачів залізорудних підприємств.

Аналізуючи згадані фактори можна виділити два основних напрями забезпечення оптимальної енергоємності видобутку залізорудної сировини, а саме: постачання фізичних обсягів енергоресурсів у відповідності до потреб економіки, зменшуючи при цьому вплив зовнішніх факторів на стабільність енергозабезпечення, та зниження темпів зростання потреби економіки у енергоносіях при забезпеченні стабільного зростання ВВП шляхом підвищення ефективності використання енергоресурсів національною економікою. Причому ці напрями також сприяють укріпленню економічної безпеки держави. Кожен із приведених напрямів має свої пріоритети. Загалом реалізація вирішення завдання забезпечення оптимальної енергоємності видобутку залізорудної сировини з урахуванням перелічених факторів передбачає два напрями. Реалізація першого напрямку має на увазі забезпечення: максимальне використання наявних власних енергоресурсів та джерел енергії шляхом інтенсифікації власних обсягів видобутку, поглиблення глибини переробки, нових технологій перетворення енергії, використання вторинних енергоресурсів; уникнення монопольної залежності поставок енергоносіїв з Росії (практично монопольні поставки нафти, газу, ядерного палива) через диверсифікацію джерел імпорту енергоносіїв та шляхів транспортування; модернізації основних фондів, у першу чергу підприємств ПЕК (рі-

вень зношеності основних фондів ПЕК складає біля 60%); розроблення сукупності заходів для забезпечення життєдіяльності економіки на випадок не передбачуваних обставин у ПЕК чи з поставками ПЕР. Реалізація другого напрямку має забезпечити: зміну структури промислового виробництва шляхом зменшення питомої ваги енерго- та ресурсоемних галузей; комплексну модернізацію та переозброєння господарських комплексів України загалом та залізрудних підприємств окремо на основі енергозбереження, впровадження найновіших енергозберігаючих технологій, сучасних телекомунікаційних та комп'ютерних мереж; зменшення марнотратного та безгосподарного використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) та вторинних енерго-ресурсів; розширення використання альтернативних джерел енергії. Аналіз пріоритетів обох напрямів забезпечення оптимальної енергоемності залізрудних підприємств вказує на енергозбереження як ключовий напрям прикладання зусиль управлінського апарату. На сучасному етапі перед Україною стоїть задача знизити енергоемність своєї економіки та тим самим гарантувати її безпеку [13, 14].

Досягнути це можна кількома шляхами. Екстенсивний – нарощування власного видобутку та імпорту від різних постачальників - є найбільш прийнятним для України з урахуванням її економічного стану. Проте не можна повністю відсторонитися від запровадження альтернативної енергетики. Якщо замінити застаріле обладнання на нове, Україна може майже вдвічі знизити свої витрати на теплову та електричну енергію.

З огляду на це може бути сформульовано основні складові формування щодо підходів комплексної оцінки електроспоживання залізрудними підприємствами: теоретичне обґрунтування методологічних положень моніторингу електроспоживання енергоемних складових; моделювання; оптимізації та прогнозування; обґрунтування та визначення інформативних ознак і показників енергоефективності за допомогою факторного аналізу тощо. Це особливо важливо в умовах обмеженого обсягу сукупності даних.

Теоретико- методологічні засади є підґрунтям для проведення оцінювання енергоемності видобутку залізрудної сировини як в теоретичному плані так і в практичному застосуванні. Важливим постає питання визначення та прогнозування енергоемних складових щодо видобутку залізрудної сировини.

Проведені дослідження дозволили виділити найбільш енергоемні складові на підземних підприємствах залізрудної промисловості.

Відповідно до концептуальних положень щодо управлінських процесів споживання електроенергії на підприємствах залізрудної промисловості, досліджувалися рівні електроспоживання виділених найбільш енергоемних складових, а саме: скіпові підйомні установки (СкПУ), дробильно-сортувальна фабрика (ДСФ), водовідливні установки, вентиляційні установки. За отриманими даними побудовані графіки (рис.1-6), що дозволяє провести візуальний аналіз складових електробалансу [15].

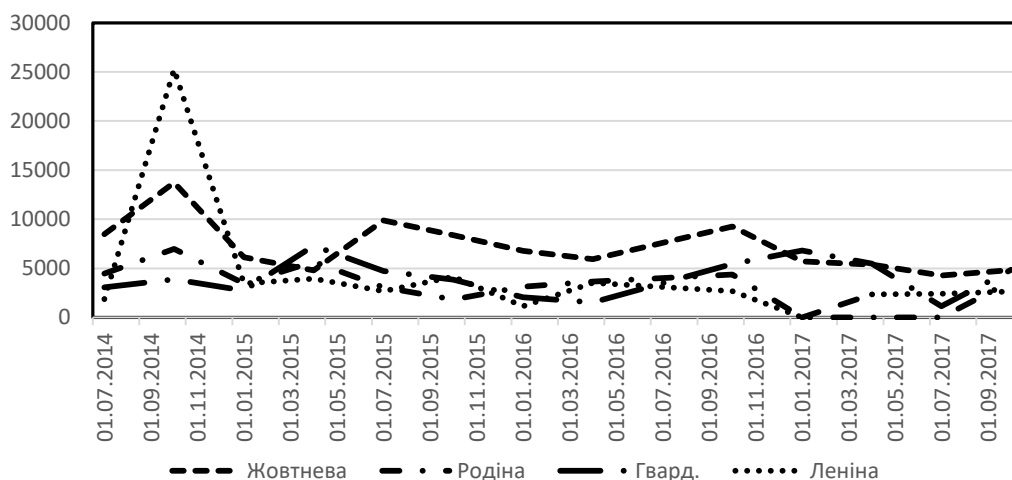


Рис. 1. Споживання електроенергії на ДСФ залізрудних шахт Кривбасу

Так, рис. 1 – споживання електроенергії ДФС – засвідчує найбільший рівень електроспоживання відмічений на ш. «Леніна» у період з 01.09.2014 по 01.11.2014. В означений період спостерігається суттєве збільшення і для ш. «Жовтнева». Період найменшого споживання відповідає: 01.05.2017 – 01.07.2017. Споживання електроенергії ДФС для шахт «Гвардійська», «Жовтнева», «Родіна» в період з 01.01.2015 по 01.09.2017 характеризується відносно стабільністю на відміну для ш. «Леніна».

На рис.2 відображено споживання електроенергії пристроями відливу. На відміну від споживання електроенергії складовими ДФС, рівні споживання електроенергії пристроями водовідливу мають значно більше значення. Для ш. «Родіна» відповідають періоду 01.07.2014 – 01.09.2014, та з 01.07.2017 по 01.09.2017. Взагалі, споживання електроенергії пристроями відливу для ш. «Родіна» характеризується значною нерівномірністю, що може свідчити про технічні проблеми роботи пристроїв. Для ш. «Жовтнева», «Гвардійська», «Леніна» споживання електроенергії можна охарактеризувати як відносно стабільне. Найменше споживання електроенергії зафіксовано для ш. «Гвардійська».

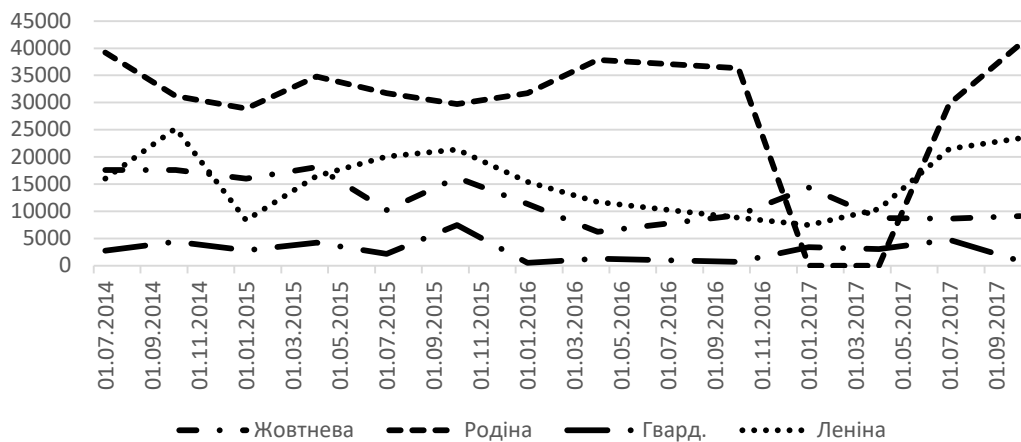


Рис. 2. Споживання електроенергії на водовідливних установках залізорудних шахт Кривбасу

Рис.3 відповідає опису споживання електроенергії вентиляційними пристроями для залізорудних підприємств Криворізького регіону. Проблематичним можемо вважати споживання електроенергії вентиляційними пристроями для ш. «Родіна», що характеризується значним коливанням. Найвищі значення зафіксовано в період з 01.09.2014 по 01.03.2015. Відносно стабільним вважається споживання електроенергії вентиляційними пристроями ш. «Леніна». Найнижчі значення споживання електроенергії вентиляційними пристроями зафіксовано для ш. «Жовтнева» в період з 01.09.2014 по 01.11.2014.

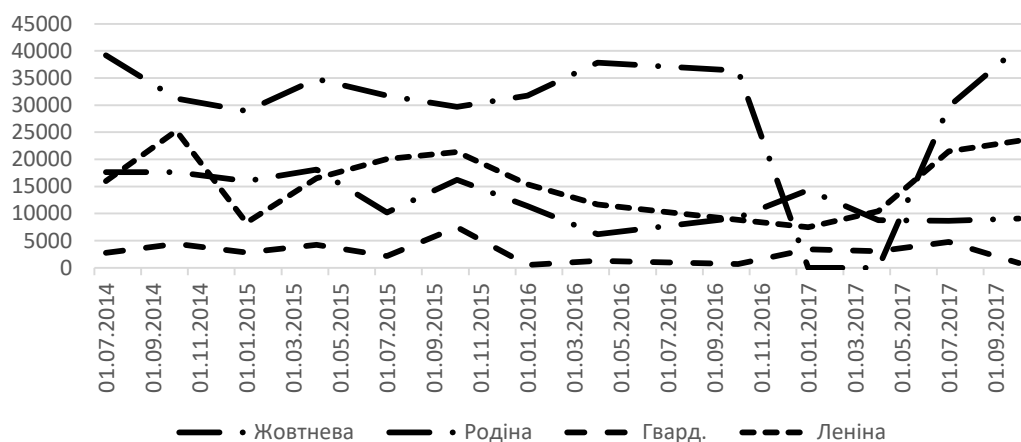


Рис. 3. Споживання електроенергії на вентиляційних установках залізорудних шахт Кривбасу

Візуальний аналіз споживання електроенергії пристроями Ск. Пу проводимо відповідно до рис. 4. Вирізняються ш. «Леніна» і «Родіна», що мають найнижчі значення споживання елект-

роенергії пристроями Ск. Пу в період з 01.01.2017 по 01.03.2017. Загальна характеристика споживання електроенергії пристроями Ск. Пу для підприємств Криворізького регіону – відносно нестабільна.

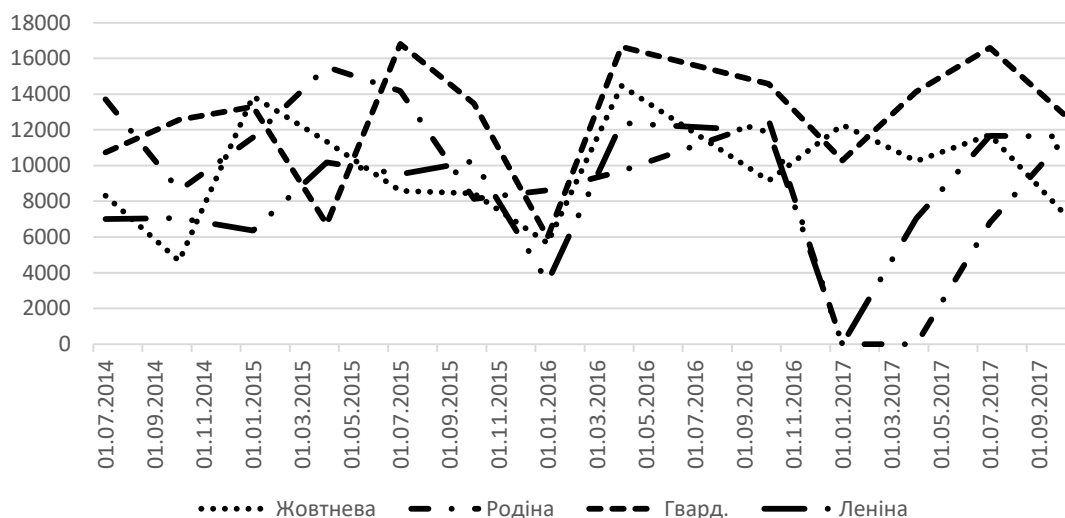


Рис.4. Споживання електроенергії на СкПУ залізорудних шахт Кривбасу

Таким чином, можна стверджувати, що період з 01.01.2017 по 01.03.2017 вважається проблематичним для ш. «Родіна» – відсутнє електроспоживання для всіх пристроїв, що аналізуються. Найбільше споживають електроенергії пристрої водовідливу. Найменші значення споживання електроенергії відповідають пристроям ДФС. Для практичного застосування інформаційно-аналітичної інформації застосовуємо відповідні кількісні методи. Побудова регресійних моделей дозволить провести більш детально дослідити енергоємні складові щодо залізорудних підприємств. Використовуючи методологію багатofакторного регресійного аналізу будуюмо багатofакторні регресійні моделі (табл. 1).

Таблиця 1

Багатofакторні моделі залізорудних підприємств Криворізького регіону

Підприємство	Багатofакторне регресійне рівняння	R ²
ш. «Жовтнева»	$Y = 60421 + 0.37x_1 - 0.9x_2 - 0.35x_3 - 0.66x_4$	0.59
ш. «Гвардійська»	$Y = 134472.1 - 0.14x_1 - 0.21x_2 - 2.01x_4$	0.29
ш. «Родіна»	$Y = 61237.34 + 0.45x_1 + 0.01x_2 + 0.17x_3 - 0.49x_4$	0.87
ш. «Терновська»	$Y = 10719 - 0.21x_1 + 2.35x_2 + 0.18x_3 - 2.32x_4$	0.84

де x_1 – значення рівнів споживання ЕЕ для Ск. ПУ; x_2 - значення рівнів споживання ЕЕ для вентиляції; x_3 - значення рівнів споживання ЕЕ для водовідведення; x_4 - значення рівнів споживання ЕЕ для ДСФ.

Аналітичні позитивні властивості регресійних моделей полягають в тому, що, по-перше, точно визначається фактор, за яким виявляються резерви підвищення результативності управління електроспоживанням; по-друге, виявляються об'єкти з більш високим рівнем ефективності; по-третє, виникає можливість кількісно виміряти економічний ефект від впровадження передового досвіду, проведення організаційно-технічних заходів [16].

Інтерпретація моделей регресії здійснюється методами тієї галузі знань, до якої відносяться досліджувані явища. Але будь-яка інтерпретація починається зі статистичної оцінки рівняння регресії в цілому і оцінки значущості входять в модель факторних ознак, тобто зі з'ясування, як вони впливають на величину результативної ознаки. Чим більше величина коефіцієнта регресії, тим значніше вплив даної ознаки на модельований. Особливе значення при цьому має знак перед коефіцієнтом регресії, який говорить про характер впливу на результативну ознаку. Якщо факторний ознака має знак плюс, то зі збільшенням даного чинника результативний ознака зростає якщо факторний ознака має знак мінус, то з його збільшенням результативний ознака зменшується. Коефіцієнти регресії показують інтенсивність впливу факторів на результативний показник. Таким чином, коефіцієнти регресії характеризують ступінь значущості

окремих факторів для підвищення рівня результативного показника. Конкретні значення коефіцієнтів регресії визначають за емпіричними даними згідно з методом найменших квадратів

Висновки та напрямок подальших досліджень. Проведені дослідження дозволяють дійти наступних висновків. Для ш. «Жовтнева», найбільший позитивний вплив на загальне споживання ЕЕ мають значення рівнів споживання ЕЕ для Ск. ПУ, тобто збільшення споживання ЕЕ відповідає збільшенню загального електроенергії. Негативний вплив відзначається факторами впливу для вентиляції, водовідведення, ДСФ. Слід зауважити, що коефіцієнт детермінації становить 0,59 – свідчить про можливість практичного застосування при вирішенні управлінських задач щодо ефективності споживання ЕЕ. Для ш. «Родіна» позитивний вплив мають значення рівнів споживання ЕЕ для Ск. ПУ, значення рівнів споживання ЕЕ для вентиляції, значення рівнів споживання ЕЕ для водовідведення. Негативний вплив відзначається для рівнів споживання ДСФ. Коефіцієнт детермінації становить 0,87, що свідчить про вірно відібрані фактори для оцінювання впливу на загальне споживання ЕЕ по шахті і безумовно може бути рекомендовано для практичного застосування. Для ш. «Терновська», відмічається позитивний вплив рівнів електроспоживання на загальне споживання ЕЕ факторів вентиляції, Водовідведення. Негативний вплив відповідно стосується факторів рівнів споживання ЕЕ для Ск. ПУ, для ДСФ. Коефіцієнт детермінації становить 0,84 – рекомендовано для практики управлінських рішень щодо ефективності споживання ЕЕ. Аналіз регресійної моделі для ш. «Гвардійська», свідчить про неможливість практичного застосування результатів моделювання (Коефіцієнт детермінації становить 0,29). Слід зауважити, що в моделі не відображений фактор впливу рівнів споживання для водовідведення. Становиться очевидним, по – перше, статистична інформація щодо рівнів споживання складових для ш «Гвардійська» є недостатньою; по-друге, специфічні технологічні процеси, що відбуваються на ш. «Гвардійська» потребують перевірки складових факторів впливу. В цілому для всіх підприємств, що аналізувались, характерним є негативний вплив на загальне споживання ЕЕ, факторів, які характеризують складову ДСФ.

Список літератури

1. Синчук И.О., Гузов Э.С., Яловая А.Н. Потенциал энергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография. Под ред. д.т.н., проф. О.М. Синчука. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2015. – 296 с.
2. Mike Rycroft. Small pumped water storage systems: a new partner for renewable energy. Technology&business for development 2017. Електронний ресурс : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.ee.co.za/article/small-pumped-water-storage-systems-new-partner-renewable-energy.html>
3. Estanislao Pujades, Philippe Orban, Sarah Bodeux, Pierre Archambeau, Sébastien Erpicum, Alain Dassargues, Underground pumped storage hydropower plants using open pit mines: How do groundwater exchanges influence the efficiency. Applied Energy, Volume 190, 2017, Pages 135-146. [https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.12.093.]
4. Шидловський А. К., Півняк Г. Г., Рогоза М. В., Випанасенко С. І. Геоелектроенергетика та геополітика України. Д.: Національний гірничий університет. 2002. – 282 с/
5. Vilkul, Yu., Azaryan, A., Kolosov, V., Karamanyts, F., Ba-tareev, A. (2015). Suchasnyy stan zalizorudnoyi haluzi, prohnaz rozvytku ta propozyziyi. Sb. Nauch. trudov «Kachestvo mineral'nogo syr'ya». Kryvyi Rih. pp. 9-24.
6. Ступнік М. І., Федько М. Б., Письменний С. В. Проблеми розкриття та підготовки рудних родовищ на глибоких горизонтах шахт Кривбасу. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. – Кривий Ріг, 2018. – Вип. 47. – С. 3-8. DOI: 10.31721/2306-5451-2018-1-47-3-8.
7. Дремін А. А. Стратегия энергосбережения при добыче и переработке железных руд. Горный журнал, № 12 2006. – С. 45-47.
8. Праховник А. В., Розен В. П, Дегтярев В. В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. М.: Недра, 1985. – 232 с.
9. Большов Л. А., Каневский М. Ф., Савельева Е. А. Прогнозирование электропотребления: современные методы и пример исследования. Известия академии наук. Энергетика. – 2004. – №6. – С. 74-93
10. Holt C.C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages // O.N.R. Memorandum, Carnegie Inst. of Technology. – 1957. – № 2.
11. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ, 1998. 1352 с.
12. Шевчук С. П. О влиянии внепикового управления электропотреблением водоотлива горных предприятий на допустимое время перерыва в его работе / С. П. Шевчук // Вестник КПИ «Серия горной электромеханики и автоматики» – 1992. – №23. – с. 34-38.
13. O. Sinchuk, I. Sinchuk, I. Kozakevych, V. Fedotov, V. Serebrenikov, N. Lokhman, T. Beridze, S. Boiko, A. Pyrozhenko, A. Yalova. Development of the functional model to control the levels of electricity consumption by underground iron-ore enterprises. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2018. – № 6(3). – С. 20-27.

14. Толмачов С. Т. Оптимізація режимів роботи насосних установок головного водовідливу шахт за критерієм мінімуму вартості електроенергії / С. Т. Толмачов, О. В. Ільченко // Вісник КНУ. Збірник наукових праць, вип. 44, Кривий Ріг – 2017. – с. 137-142.

15. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/energ/pve/arh_pve_u.htm

16. Разумный Ю. Т, Ильченко Е. С. Проблемы использования водоотливных установок угольных шахт в качестве протрестителей-регуляторов // РВК НГУ Наук. – техн. зб. Гірнична електромеханіка та автоматика. – 2004. – Вип. 73.

Рукопис подано до редакції 05.11.2021

УДК 622.807

В.В. ЄЖОВ, В.М. РЯСНИЙ, кандидати техн. наук

Науково-дослідний інститут безпеки праці і екології в гірничорудній і металургійній промисловості Криворізького національного університету

І.А. ЄВСТРАТЕНКО, канд. техн. наук

Державний воєнізований гірничорятувальний (аварійно-рятувальний) загін ДСНС України, м.Кривий Ріг

З.Р. МАЛАНЧУК, д-р техн. наук, проф., С.М. ЧУХАРЄВ, канд. техн. наук, доц.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

СТАН АВАРІЙНОСТІ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ГІРНИЧОДОБУВНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Мета. Проаналізувати роботу воєнізованої гірничорятувальної (аварійно-рятувальної) служби, що обслуговувала гірничорудні підприємства регіону у 2020 році. Визначити причини аварій та аварійно-небезпечних ситуацій, що виникають на гірничорудних підприємствах з підземним та відкритим видобутком корисних копалин.

Методи дослідження. Обробка статистичних даних щодо причин виїздів служби за родом аварій та аварійно-небезпечних ситуацій, що виникають на гірничорудних підприємствах.

Наукова новизна. Розроблені заходи щодо підвищення протипожежного захисту гірничодобувних підприємств, заходи щодо попередження аварій та аварійно-небезпечних ситуацій, а також травматизму.

Практична значимість. Домінуючими видами аварій та аварійно-небезпечних ситуацій при використанні технологічного обладнання на відкритих гірничих роботах є пожежі. Проаналізовані резонансні пожежі у моторному відділенні екскаватора, на приводній станції головного конвеєрного штреку шахти, у кабіні машиніста екскаватора, у кабельному поверсі дільниці мокрого розмелювання на гірничорудних підприємствах. Крім пожеж основними факторами аварійності на гірничодобувних підприємствах були: внутрішньошахтний та внутрішньокар'єрний транспорт, рудниковий (шахтний) підйом, нещасні випадки під час виконання планових виробничих завдань (трудових обов'язків).

Результати. На основі проведеного аналізу аварій та аварійних ситуацій при підземному та відкритим видобутку у 2020 році, пов'язаних з обваленнями гірничих порід в експлуатаційних виробках визначені причини: порушення технології при перекріпленні гірничих виробок; неправильно вибрані параметри кріплення, які треба обирати, враховуючи фізико-механічні властивості вміщуючих гірничих порід, у яких розташовані ці виробки. Розроблені відповідні заходи щодо підвищення протипожежного захисту гірничодобувних підприємств, заходи щодо попередження аварій та аварійно-небезпечних ситуацій, а також травматизму від падаючих кусків гірничої породи, заходи щодо попередження аварій та аварійних ситуацій на внутрішньошахтному та внутрішньокар'єрному технологічному транспорті, заходи щодо попередження аварій у стволах шахт, обладнаних механізованими підйомами, а також безпекові заходи загального характеру.

Ключові слова: безпека на гірничих роботах, виробничий травматизм, заходи протиаварійного захисту.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-53-47-53

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Розглядаючи аварії та нещасні випадки, що сталися на гірничодобувних підприємствах України, можна зробити висновок, що основними причинами є незадовільна організація робіт та технічна підготовка робітників, низький рівень управління гірничими підприємствами.

Аналіз досліджень і публікацій. Зважаючи на важливість питання безпеки робіт на гірничодобувних підприємствах науковцями та виробничниками опубліковано достатню кількість робіт, що розглядають цю тему.

Так, ряд авторів аналізують загальні ризики безпеки при гірничих роботах [1-5]. Представляють практичний інтерес роботи, що висвітлюють питання пожежної безпеки при видобутку