

за умови, що напруга еквівалентного джерела змінюється лінійно

$$W_2 = \int_0^{3r} I_2^2(t) \cdot R_H(t) dt .$$

Розрахувавши площі, обмежені інтегральними кривими $I_1(t)$ та $I_2(t)$ отримаємо різницю між рівнями енергії

$$\int_0^{3r} I_2(t) dt - \int_0^{3r} I_1(t) dt \Big/ \int_0^{3r} I_2(t) dt = 6,97\% \approx 7\% .$$

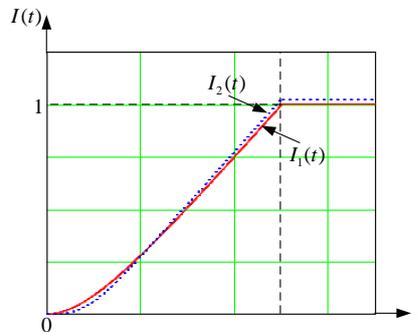


Рис. 3 - Графіки інтегральних кривих

У динамічному режимі роботи вітрогенератора при зміні кутів атаки лопатей та гондоли та врахуванні лінійної залежності еквівалентного внутрішнього опору вітрогенератора від часу врахування лінійної залежності напруги еквівалентного джерела в перехідному процесі дозволяє збільшити рівень енергії, яка може бути відібрана від вітрогенератора щонайменше на 7%.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Таким чином, врахування лінійної зміни рівня енергії вітрового потоку і, відповідно, напруги еквівалентного джерела вітрогенератора в процесі повороту лопатей та гондоли дозволяє підвищити рівень енергії, що може бути відібрана від вітрогенератора щонайменше на 7%.

Список літератури

1. Блинов И.В., Денисюк С.П., Жуйков В.Я., Кириленко А.В., Киселева А.Г., Лукьяненко Л.Н., Осипенко Е.С., Павловский В.В., Парус Е.В., Сопель М.Ф., Стелюк А.О., Танкевич С.Е. Интеллектуальные электроэнергетические системы: элементы и режимы: Под общ. ред. акад. НАН Украины А.В. Кириленко / Институт электродинамики НАН Украины. – К.: Ин-т электродинамики НАН Украины, 2014. – 408 с.
 2. D. Heman Investigation of the Technical and Economic Feasibility of Micro-Grid-Based Power Systems. Final Report, December 2001. – 107 p.
 3. Кривцов В.С., Олейников А.М., Яковлев А.И. Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветроэлектрогенераторы. – Харьков: Национальный аэрокосмический университет «Харьковский авиационный институт», 2003. – 400 с.
 4. L. J. Clancy Aerodynamics. Pitman Publishing Limited, London ISBN 0 273 01120 0. 1960.
 5. Zhuikov V. Compensator currents form determination considering wind generator aerodynamic resistance / V. Zhuikov, K. Osypenko // 2014 IEEE International conference on intelligent energy and power systems (IEPS) Conference Proceedings. 2014. – P. 168-170.
- Рукопис подано до редакції 30.03.16

УДК 621.311.086.5:621.3.001

И.О. СИНЧУК, Э.С. ГУЗОВ, кандидаты техн. наук, доц., М.А. ВИННИК, соискатель
Криворожский национальный университет

О ПЕРСПЕКТИВАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОМПЛЕКСА: «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ – ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ» ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье приведены результаты исследований по анализу графиков электрических нагрузок приемников горно-рудных предприятий с подземными способами добычи железорудного сырья. Показано различие и причины, порождающие разницу форм графиков для тех или иных конкретных предприятий анализируемой отрасли промышленно-

сти. Предложены конкретные направления и ожидаемые уровни эффективности от их реализации в практику работы анализируемых видов железорудных предприятий.

Ключевые слова: эффективность, технологические параметры, электротехнические комплексы, электроэнергия, мощность

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Несмотря на тенденцию к уменьшению, которая наблюдается в последние годы, доля потребления электрической энергии (ЭЭ) промышленностью Украины составляет 42 % от общегосударственного объема электропотребления. Особенностью отечественной промышленности является наличие в ней 51 энергоемкого предприятия (металлургического, горнодобывающего, нефтехимического), которые потребляют около половины ЭЭ всей промышленной отрасли. В свою очередь, только на Днепропетровскую область приходится 16, что составляет почти 32 % от всех отечественных энергоемких предприятий, которые находятся на контроле «Госэнергонадзора». Такая концентрация количества данных видов предприятий существенно влияет на показатели комплексной эффективности использования транспортируемой электроэнергии как самих энергосистем в целом, так и предприятий в частности [1-3].

Анализ исследований и публикаций. Сам формат направлений по повышению энергоэффективности электротехнических систем и комплексов, как факта оптимального использования ЭЭ, в т.ч. оптимизации уровня ее потребления и повышения эффективности использования, известен как многовекторный и многофункциональный процесс. Вместе с тем, стержневым моментом в этом процессе является привлечение к участию в нем всех, без исключения, отечественных предприятий, а энергоемких особенно [3,4].

Одними из вышеотмеченных видов предприятий являются предприятия горнометаллургического комплекса страны и, в частности, - горнорудные, добывающие железорудное сырье (ЖРС) [4,5].

Исследования последних 5-10-ти лет и качественные изменения (хотя далеко не всегда положительные), происходящие в рудных шахтах за счет быстротекущих процессов концентрации горных работ, и их резкая интенсификация поставили ряд новых задач в области формирования электрических нагрузок, которые, к сожалению, пока не находят своего решения в практике работы этих предприятий.

Изложение материала и результаты. Для анализа, как образец, возьмем один из крупнейших, отечественных железорудных комбинатов с подземным способом добычи ЖРС – ПАО «Криворожский железорудный комбинат» (КЖРК), объединяющий в технологии своего производства ряд шахт, карьеров и обогатительных фабрик. Являясь типовым в данной отрасли, комбинат полностью отражает процессы электроснабжение - электропотребление, происходящие в остальных отечественных предприятий горнорудной отрасли. В силу этого анализ и выводы в анализируемой проблеме по одной из шахт ПАО «КЖРК» следует считать без видимых погрешностей обобщающими для остальных предприятий-аналогов.

На рис. 1 представлена упрощенная типовая структурная схема электроснабжения железорудного предприятия (ГОК, шахта).

Проанализируем «рамочно» эффективность данной структуры, исходя из эффективности функционирования отдельных ее слагаемых, а точнее соответствия их фактических и номинальных технологических параметров.

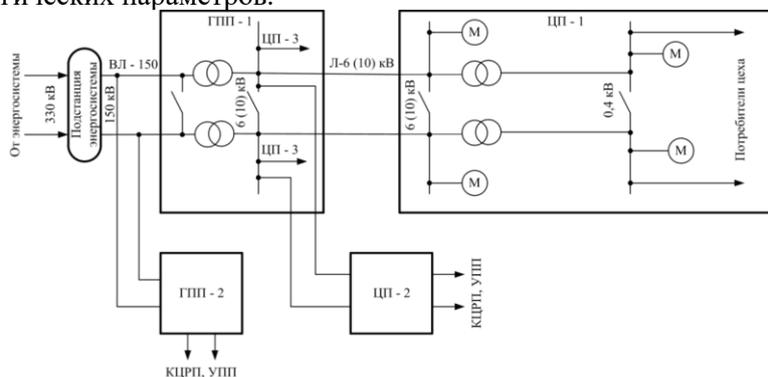


Рис. 1. Типовая упрощенная структура электроснабжения железорудного комбината с подземным способом добычи железорудного сырья

Прежде всего, исходя из реальных режимов функционирования, настораживает факт недогрузки по мощности силовых трансформаторов напряжения ГПП. Как правило, все ГПП железорудных шахт и комбинатов оборудованы силовыми трансформаторами мощностью 32000-63000 кВА. Сроки эксплуатации практически всех этих трансформаторов превысили границы 40 лет. Проектный выбор электрических мощностей данных трансформаторов производился с учетом перспектив проектных глубин добычи ЖРС с максимумом до 1500 м. Вместе с тем, этих установленных мощностей и в настоящее время достаточно при существующих запроектных глубинах добычи превышающих вышеприведенные - 1500 м [4]. Более того, наблюдается обратная картина. Если на время начала эксплуатации ныне эксплуатируемых трансформаторов коэффициент их загрузки составлял 70-80%, то сейчас он гораздо ниже. На рис. 2 представлены гистограммы реальных коэффициентов загрузки силовых трансформаторов ряда ГПП отечественных железорудных шахт за последние пять лет.

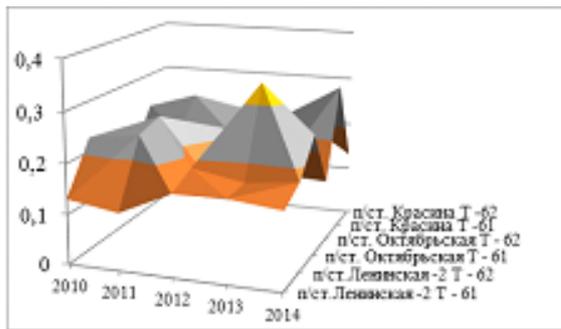


Рис. 2. Реальные коэффициенты загрузки силовых трансформаторов ГПП ряда отечественных железорудных шахт

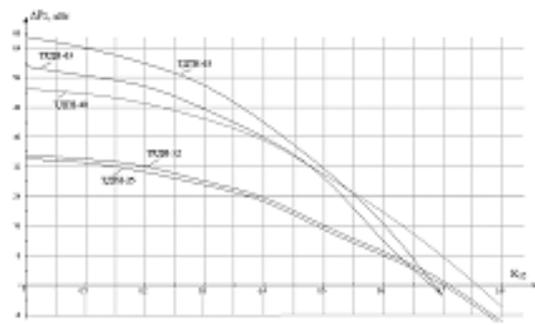


Рис. 3. Диаграммы уровней потерь электрической мощности трансформаторов ГПП в функции коэффициента их загрузки

Обобщая вышеприведенные на рис. 2 данные, отметим, что только в двух анализируемых случаях коэффициент загрузки трансформаторов незначительно превышал уровень 0,3, и в 17-ти случаях не превысил значение 0,2, т.е. загрузка всех эксплуатируемых трансформаторов ГПП в среднем составляет около 20-25 % номинальной. Опережая возможные упрежденные предложения читателей по выходу из такого состояния, отметим, что замена эксплуатируемых трансформаторов на другие, с более низкой установленной мощностью, для действующих железорудных предприятий в нынешних экономических условиях, как и в ближайшие 5-10 лет, процесс не из реальных [6,7].

Меж тем, для практических выводов, в разрезе данных предложений, как исходный материал, приведем полученные авторами диаграммы уровней эффективности функционирования конкретных типов трансформаторов ГПП в функции загрузки их по электрической мощности (рис. 3). Продолжая анализ в направлении оценки «загрузки» по мощности трансформаторов ГПП, отметим, что такая важная слагаемая, определяющая уровень потребления ЭЭ того или иного предприятия, как электроэнергобаланс, за последние 5-10 лет практически не изменился на всех действующих железорудных предприятиях Украины (рис. 4).



Рис. 4. Структура электробаланса на подземных железорудных предприятиях Украины

В свою очередь, среди потребителей электрической энергии данных видов предприятий по-прежнему доминируют электрические двигатели горно-технологического оборудования, потребляющие в среднем до 94 % всей ЭЭ (рис. 5).



Рис. 5. Диаграмма соотношений установленных мощностей по видам электрических двигателей (ПАО «Криворожский железорудный комбинат», 2010-2014 г.): АД - асинхронные двигатели; ДПТ - двигатели постоянного тока; СД - синхронные двигатели

В силу изложенного, логично проанализировать реальные, т.е. фактические графики электрических нагрузок данных видов предприятий, тем более что, как показывают исследования профессоров В.П. Розена, А.В. Праховника и О.Н. Синчука [2,5], отечественная горно-металлургическая отрасль промышленности вообще, а ее железорудная подотрасль, в частности, по уровню неравномерности графиков электрических нагрузок занимает последнее место среди других производственных отраслей, при этом значительно отставая даже от такой родственной отрасли, как угольная [4].

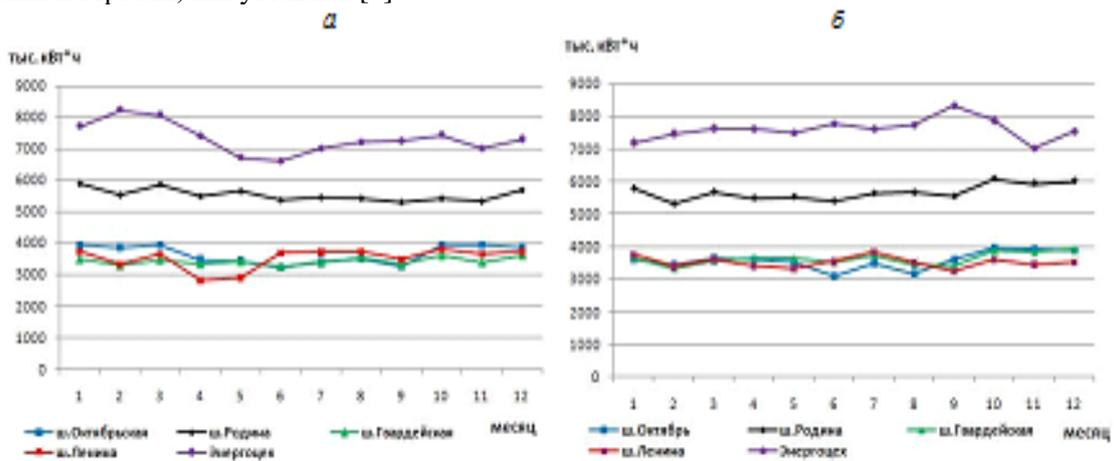
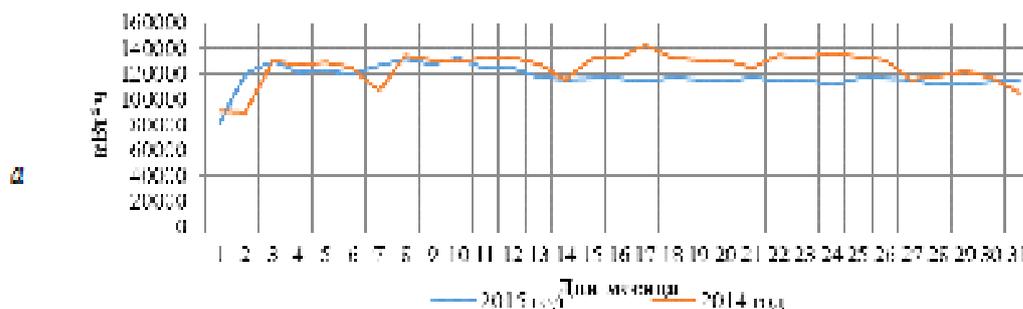


Рис.6. Годовые графики нагрузки шахт и энергоцеха ПАО «Криворожжелезрудком»: а - 2014 г.; б - 2015 г.

На рис. 6-12 для наглядности, как пример, представлены суточные, недельные, месячные и годовые графики потребления ЭЭ рядом отечественных железорудных предприятий с подземными способами ведения горных работ (шахт).



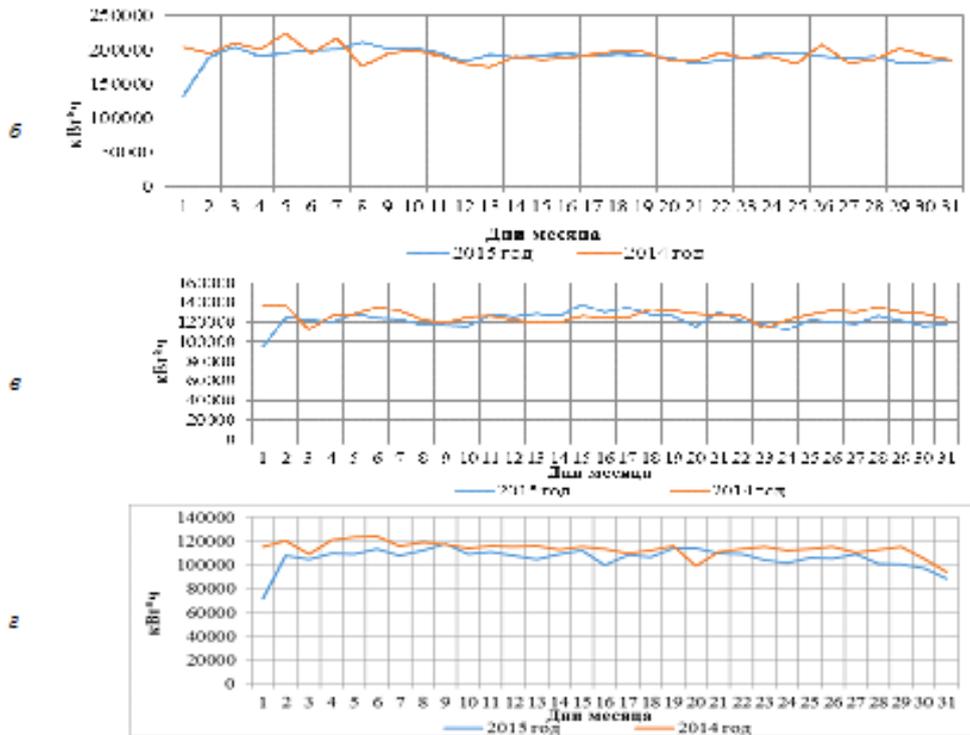


Рис. 7. Энергопотребление за месячный период декабря 2014 и января 2015 годов на шахтах ПАО «КЖРК»: а - Октябрьская; б - Родина; в - Гвардейская; г - Ленина

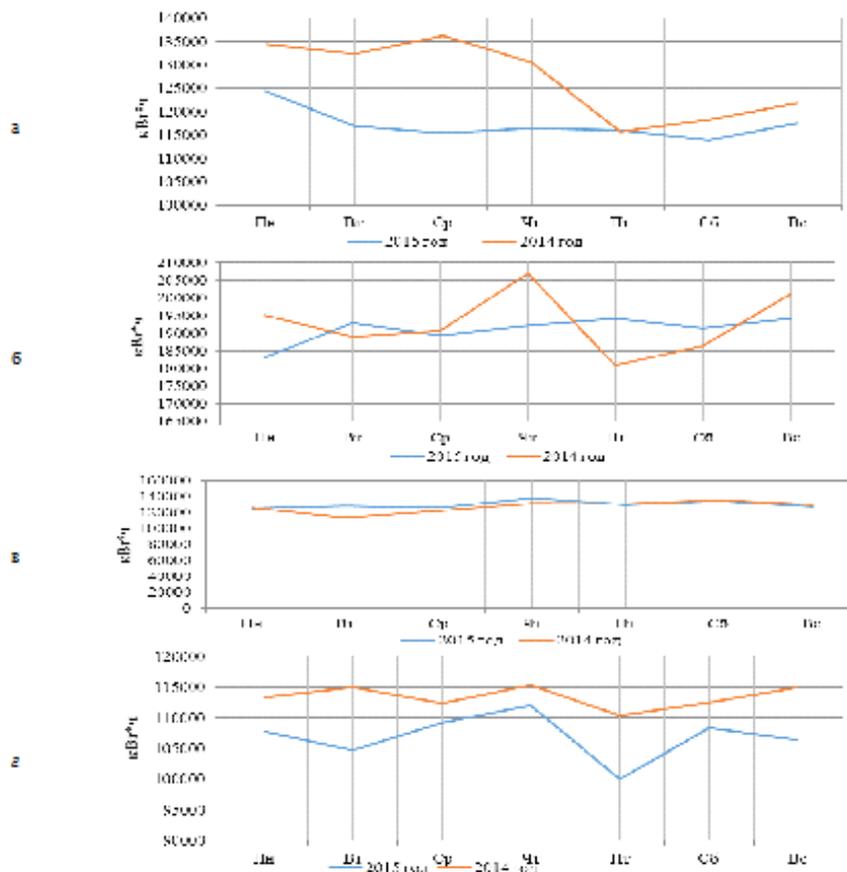
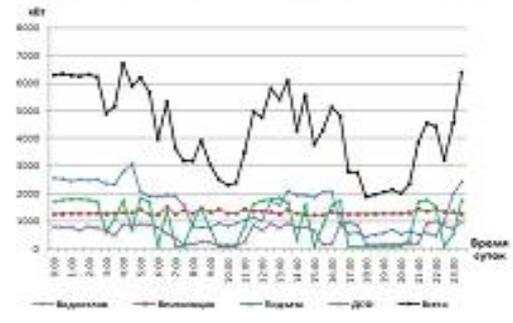
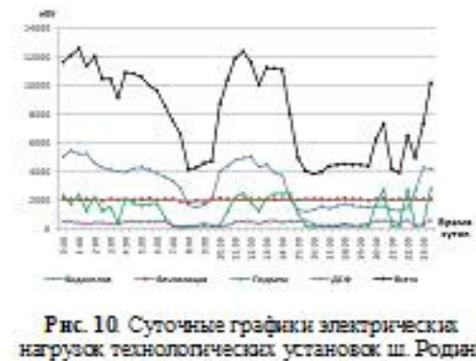
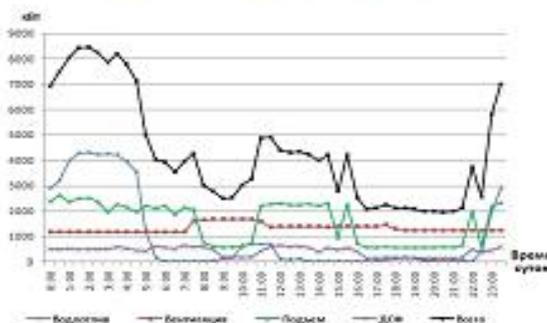


Рис. 8. Энергопотребление в 7-ми дневный период в декабре 2014 и январе 2015 годов на шахтах ПАО «КЖРК»: а - Октябрьская; б - Родина; в - Гвардейская; г - Ленина



Анализ многочисленных графиков электрических нагрузок (в т.ч. тех, что приведены выше) ряда железорудных шахт, в частности, показал следующее. За 2010-2015 годы по дням месяцев колебания уровней потребления ЭЭ лежали в пределах 15,25-23,4%. Относительно дней с максимумом потребления, то сюда относятся и начало, и середина месяца, т.е. очевидной зависимости нет. По дням недели диапазон составляет 4,34-16,29%. Здесь тоже связь сложно оценить, разве что минимумом потребления характеризуется, как правило, пятница, а максимум - «плавает» по дням. Аналогична или близка к этому ситуация колебаний характеризующая годовые (по месяцам) графики. Здесь диапазон 22,5-8,43%. Но все же, не отрицая важности для исследований этих графиков, отметим, что больший интерес, а для подземных предприятий особенно, представляют суточные графики, поскольку именно они характеризуют режим функционирования предприятия в целом, а, следовательно, режимы функционирования электротехнических систем горных машин и механизмов. Важно еще и то, что суточные графики позволяют определить энергоемкие потребители, так называемые, приемники-регуляторы электрической энергии и оценить возможность «выравнивания» с их помощью электрических нагрузок в определенных временных диапазонах.

Меж тем, как известно [3,5-7], главной слагаемой формирования графиков является все же технология ведения горных работ на том, или ином горном предприятии. Но все те же исследования показывают факт идентичности технологий и большом соответствии объемов добычи ЖРС на отечественных подземных железорудных предприятиях. Поэтому важно определить остальные факторы, влияющие на процесс формирования графиков электрических нагрузок.

Как следует из рис. 9-13, особо влияющими на формы графиков электрических нагрузок следует считать электротехнические комплексы таких потребителей ЭЭ, как скиповые подъемные установки (СкПУ), водоотлив, компрессорные станции (РКСЦВ) и электроцех, потребляющие в сумме до 90% всей ЭЭ предприятия. Следовательно, определен главный компонент, влияющий на графики электрических нагрузок – основные потребители или точнее потребите-

ли-регуляторы ЭЭ, т.е. именно путем «выравнивания» нагрузок этих приемников можно достичь соответствующего выравнивания общего графика потребления ЭЭ предприятием.

Рассмотрим характеристики графиков нагрузки именно этих основных наиболее энергоемких потребителей.

Подъемные установки имеют наибольшую установленную мощность приводных двигателей (до 6000 кВт) и имеют наиболее неравномерный график работы. Это обусловлено технологией работы подъемной установки. Графики нагрузки ДСФ в основном повторяют изменения нагрузки подъемных установок. Общей тенденцией является полное отключение или снижение нагрузки скипового подъема и ДСФ в часы «пик» энергосистемы, когда цена электроэнергии максимальна. Как показывают расчеты, коэффициент заполнения графиков нагрузки подъемных установок составляет 0,41-0,53, а коэффициент максимума - 1,9-2,44.

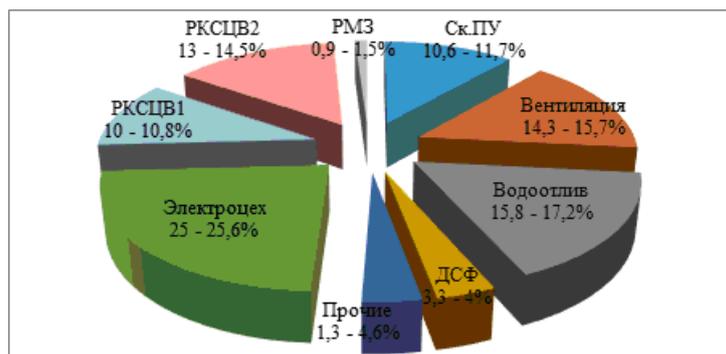


Рис.13. Диаграмма диапазонов колебаний уровней потребления электрической энергии по видам потребителей подземных железорудных комбинатов Украины в период 2010-2014 год

Следует отметить, что возможности повышения энергоэффективности подъемных установок и ДСФ шахт в основном исчерпаны.

Водоотливные установки в настоящее время работают преимущественно в ночное время для снижения платы за электроэнергию. Днем водоотливные установки включаются в тех случаях, когда за ночное время не успевают откачать всю воду - это характерно практически для половины из всех отечественных шахт. Анализ графиков нагрузки водоотливных установок показал, что $K_{зап}=0,49-0,57$, $K_m=1,75-2,04$, что обусловлено режимом работы преимущественно в ночные часы. Для эффективной реализации возможностей такого режима требуется примерно 2-кратный запас мощности и производительности насосных установок, а также увеличения емкости водосборников.

Вследствие работы насосных установок в ночной зоне, хотя ее продолжительность составляет 7 часов, потребление электроэнергии составляет не более 40%.

Вентиляторные установки всех железорудных шахт работают практически с постоянной нагрузкой, это обусловлено применением нерегулируемых электроприводов. Характеристики графиков нагрузки вентиляторных установок $K_{зап}=0,87-0,97$, $K_m=1,03-1,15$ - т. е. близки к 1. Затраты на вентиляцию на различных шахтах составляют от 15 до 30% потребляемой электроэнергии и здесь имеется значительный потенциал повышения энергоэффективности.

Центральные компрессорные станции (ЦКС) снабжают сжатым воздухом одну или несколько шахт.

Мощность электрических двигателей турбокомпрессоров ЦКС составляет 2500-3500 кВт и потребляют до 30 % электроэнергии, того или иного подземного железорудного предприятия.

Режим работы ЦКС - непрерывный практически с постоянной нагрузкой, которая снижается в интервалах между сменами в связи с уменьшением потребления сжатого воздуха. В часы «пик» энергосистемы, когда цена на электроэнергию максимальна, компрессорные тем не менее работают с полной мощностью.

Именно в этом и имеется большой потенциал снижения энергозатрат, связанных с выработкой сжатого воздуха. Это сложная комплексная задача, требующая специального рассмотрения.

Однако «лежащим на поверхности» является способ перевода работы части приведенных приемников в ночное время суток.

В таком случае эти приемники становятся приемниками –регуляторами уровней потребления ЭЭ конкретно той или иной шахтой.

На рис. 14-15 приведена оптимизированная диаграмма потребляемой мощности и ЭЭ для шахт ПАО «Криворожжелезрудком» на ближайшие пять лет с учетом постоянства их технологических параметров.

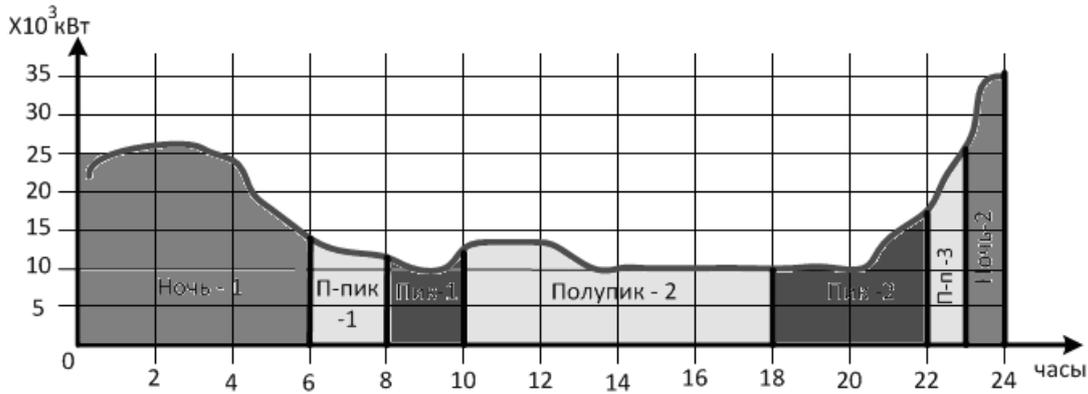


Рис. 14. Суточный график потребляемой мощности по ПАО «Криворожжелезрудком»

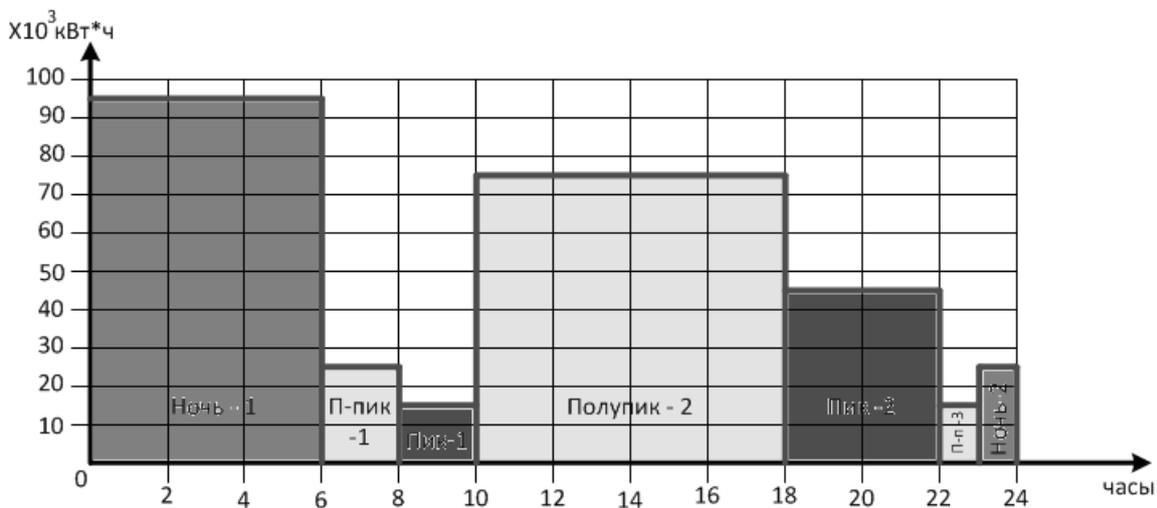


Рис. 15. Суточный график уровней потребления электрической энергии по тарифным зонам суток по ПАО «Криворожжелезрудком»

В данном случае наибольшее потребление электрической энергии в часы «пик» и «полупик» планируется на вентиляторы главного проветривания и подъемные установки, меньше всего - водоотлив. Ночью наоборот - максимум потребляет водоотлив, доля которого по отдельным шахтам достигает почти в ночные часы 90%, меньше всего - вентиляторы.

Анализируя процесс оценки и управления уровнем потребления ЭЭ на железорудных предприятиях отметим, что эти предприятия, войдя в новый экономический период, несколько изменили в положительную сторону свое отношение к электроэнергетической составляющей экономики своих производств.

Более того, как известно, форма расчетов предприятий за потребляемую ЭЭ за этот период изменилась, и существенно, перейдя от двухставочных тарифов к одноставочным с дифференцированной оплатой [7,8].

Но, к сожалению, как правило, предприятия пытаются в основном за счет организационных мероприятий строить графики электроэнергопотребления.

Однако это не решение проблемы, а лишь робкий подход к этому процессу, а решение должно носить комплексный характер, исходя из двуединой задачи: оценки реального уровня

порога достигаемости потенциала энергоэффективности и разработки многовекторных рекомендаций в направлении ее достижения.



Рис. 16. Сопоставление оптимистического и пессимистического потенциалов повышения электроэнергоэффективности слагаемых систем электроснабжения и электропотребления железорудных шахт

При этом должны учитываться такие влияющие факторы [5-9]: технология и условия процессов добычи железорудного сырья; режимы функционирования горных машин и механизмов.

На рис. 16 представлены диаграммы возможной досягаемости использования электроэнергетического потенциала отечественных железорудных предприятий с подземными способами добычи ЖРС.

Выводы и направления дальнейших исследований. Уровни потребления электрической энергии подземными железорудными предприятиями отличаются и значительно друг от друга. Особенно это очевидно по результатам анализа суточных графиков. При этом:

электробаланс их за последние 15-25 лет практически не изменился, как, впрочем, и соотношение установленных мощностей приводных электрических двигателей по их видам;

реальный диапазон колебаний коэффициентов загрузки силовых трансформаторов ГПП составляет 0,2-0,3, т.е. порядка 20%, что является неэффективным и требует своего повышения;

основными потребителями, а равно и регуляторами уровней потребления электрической энергии, которые формируют общий график электрических нагрузок, являются: ЦКС, скиповый подъем, водоотливные установки, вентиляторы главного проветривания.

Для решения задачи повышения электроэнергоэффективности добычи ЖРС необходим комплексный подход с оценкой всех влияющих факторов и конкретными предложениями по каждому из предложенных к реализации направлениям.

Список литературы

1. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року / **Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк, В.О. Негодуйко, П.П. Пертко, І.В. Блінов** // К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.
2. **Праховник А.В.** Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий / **А.В. Праховник, В.П. Розен, В.В. Дегтярев** // М.: Недра, 1985 - 232 с.
3. **Пархоменко Р.А.** К вопросу оценки процесса электропотребления горнорудных предприятий в условиях неопределенности и неполноты информации/ **Р.А. Пархоменко, А.Н. Яловая, М.А. Баулина** // Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації. Збірник матеріалів конференції Міжнародної III науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів, 09 – 11 квітня 2013 р. – Кременчук: КрНУ, 2013. – С.190-191.
4. Электрификация гірничого виробництва: Підручники для ВНЗ: у 2-х т. – Вид. 2-ге перероб. то допов./ За редакцією **Л.О. Пучкова, Г.Г. Півняка**. – Д.: Нац. гірн. університет, 2010, т. 1. – 503 с.

5. **Синчук О.Н.** Совершенствование методов расчета электрических нагрузок при проектировании и модернизации систем электроснабжения железорудных предприятий / О.Н. Синчук, Э.С. Гузов, Р.А. Пархоменко // Вісник КрНУ ім. М. Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2013. – Вип. №1/2013 (78). С. 28-32.

6. **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, профессора **О.Н. Синчука**. – Кременчук: Изд. ЧП Щербатых А.В. – 2015. – 296 с.

7. **Синчук О.Н.** Оценка состояния и определения тактики повышения эффективности работы участковых подстанций железорудных шахт / **О.Н. Синчук, С.Н. 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.

8. **Удовенко В.А.** Переход на одноставочные тарифы, дифференцированные по зонам времени/ **В.А. Удовенко** // Энергетика и электрификация. – 1998. – №4. – С.42-44.

9. **Синчук О.Н.** «Холодный» резерв недогруженных силовых трансформаторов – путь повышения эффективности электроснабжения железорудных комбинатов / **О.Н. Синчук, И.О. Синчук, Р.А. Лесной, А.Н. Яловая** // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград, 2012. – випуск 25, частина II. – С.74-79.

Рукопись поступила в редакцию 10.03.16

УДК 621.311:621.331

В.П. РОЗЕН, д-р техн.наук, проф., Я.М. ДЕМЧИК, аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

В даній статті досліджується використання методів експоненціального згладжування прогнозування споживання електричної енергії підприємства харчової галузі. Основною метою являється дослідження впливу експоненціального згладжувань на прогнозування електроспоживання та точність при різних показниках згладжування. Використання сучасних способів збору інформації дозволяє приймати точні рішення. В цій статті представлено різні методи прогнозування з використанням статистичних даних отриманих за допомогою пристроїв збору даних. Дане дослідження дозволить використовувати методи в простому прогнозуванні при використанні статистичних інструментів. Результати можуть використовуватися в електроенергетиці при попередньому прогнозуванні споживання електроенергії. Запропоновані методи показують як правильно використовувати моделі експоненціального згладжування та які з них являються найбільш точнішими.

Ключові слова: електроспоживання, підприємство харчової галузі, експоненціальне згладжування, прогнозування

Проблема та її зв'язок за науковими і практичними завданнями. У сучасних умовах одним з важливих завдань є формування відносин між суб'єктами енергоринку, зокрема між споживачем та енергопостачальною компанією. Прогнозування електроспоживання харчових підприємств є одним моментів планування діяльності всього підприємства, а також харчової промисловості в цілому. Для виробника електричної енергії прогноз потрібний для оптимізації поставки і резервування електроенергії, проведення профілактичних робіт і забезпечення безпеки функціонування електроенергетичної системи (ЕЕС). Споживачу прогноз необхідний для мінімізації похибок, пов'язаних з платою штрафів при перевищенні лімітів по потужності і з передплатою за заявлену, але не використану потужність, а також з простим технологічного обладнання в випадку дефіциту потужності в ЕЕС [1, 2].

Прогнозування режимних параметрів і техніко-економічних показників є одним із важливих завдань, як при прогнозуванні, так і при веденні діючих режимів енергообладнання підприємства. Складаючи плани за різними показникам на наступну добу, тиждень, місяць, квартал, рік, служба головного енергетика підприємства повинна вирішувати задачу прогнозування енергобалансу - співвідношення між потребою в електроенергії (потужності) і засобами її задоволення. Одним з показників при прогнозуванні є рівень очікуваного електро-споживання в ціло-