

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-5-97-100  
УДК 622:621.31

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ НОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

## CURRENT ASPECTS OF IMPROVING THE LEVEL OF RATIONING OF ELECTRICITY CONSUMPTION IN COAL MINES

Кубрин Сергей Сергеевич <sup>1</sup>,  
доктор техн. наук, профессор  
Kubrin Sergey S. <sup>1</sup>, Dr. Sc., Professor  
Решетняк Сергей Николаевич <sup>1,2</sup>,  
кандидат техн. наук, старший научный сотрудник  
Reshetnyak Sergey N. <sup>1,2</sup>, C.Sc. (Engineering), senior researcher  
Бондаренко Александр Михайлович <sup>1</sup>,  
заместитель главного энергетика  
Bondarenko Alexander M. <sup>2</sup>, Deputy Chief Power engineer

<sup>1</sup> Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук, 111020 г. Москва  
Крюковский тупик д.4.

<sup>1</sup> Institute of problems of comprehensive exploitation of mineral resources Russian Academy of Sciences, Kryukovsky tupik 4, Moscow, 111020, Russian Federation

<sup>2</sup> Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119991 г. Москва  
Ленинский проспект д.4

<sup>2</sup> National research technological University "MISIS", Leninsky Prospekt 4, Moscow, 119991, Russian Federation

<sup>3</sup> АО «СУЭК-Кузбасс» 652507, РФ, Кемеровская обл., г. Ленинск-Кузнецкий, ул.Васильева д.1.

<sup>3</sup> JSC "SUEK-Kuzbass", Vasilyeva St., 1., Leninsk-Kuznetsky, Kemerovo region, 652507, Russian Federation

**Аннотация.** Современная угледобывающая промышленность Российской Федерации переживает достаточно непростые времена. Это связано с резким снижением стоимости угля на мировом рынке углеводородов и значительными предложениями по поставкам конкурирующими странами. Все эти аспекты вынуждают угледобывающие компании снижать издержки (себестоимость производства) на выдачу готовой продукции, путем использования современных эффективных технологий добычи угля, современного энергоэффективного оборудования обладающего повышенной производительностью, жесткого нормирования потребления энергетических ресурсов. Однако в настоящее время нормирование электропотребления основными потребителями угольной шахты весьма затруднительно ввиду влияния большого числа факторов как горно-геологических, технологических так и технико-экономических, которые связаны между собой. В публикации рассмотрены ряд методов нормирования электропотребления и даны предпосылки для разработки нового метода с учетом положительных свойств предыдущих разработок и специфики горнодобывающего производства, в частности угольной шахты

**Abstract.** Modern coal mining industry of the Russian Federation is going through rather complicated times. This is due to the sharp decline in the value of coal on the world market of hydrocarbons and significant amount of proposals for the supply by the competing countries. All these aspects are forcing coal companies to reduce production costs of the finished products by using modern, efficient technologies of coal mining, modern energy efficient equipment with high performance, tight rationing of energy resources consumption. Currently, however, rationing of power consumption by the main consumers of coal mine is very difficult because of the influence of a large number of factors such as geological, technological and technical-economical, which are interrelated. The publication examines a number of methods for rationing of electricity consumption and provides the prerequisites for the development of a new method taking into account the positive features of previous developments and the specifics of mining operations, coal mines in particular.

**Ключевые слова:** нормирование электропотребления, методика, угольная шахта, анализ режимов работы электрооборудования, снижение удельных расходов, энергоэффективность, расчетно-аналитический метод, опытный метод, расчетно-статистический метод.

**Keywords:** *energy consumption rationing, technique, coal mine, analysis of electric equipment operating modes, decreasing unit costs, energy efficiency, analytical method, experimental method, computational and statistical method*

Уголь является одним из основных экспортных товаров Российской Федерации. В настоящее время, Российская Федерация, как производитель угля в мировом масштабе, по данным Министерства энергетики РФ, занимает 6 место. Первое место по производству угля занимает Китай, второе место - Соединенные штаты Америки, третье место - Индия, четвертое место - Австралия, пятое место - Индонезия. Несмотря на то, что по последние годы достаточно активно развиваются технологии по производству энергии из альтернативных источников, по прогнозам Министерства энергетики РФ к 2035 году производство традиционных энергоносителей, в частности угля, будет только возрастать [1]. Следует отметить, что в связи со значительным падением цен на энергоресурсы, в частности на уголь, с 140 \$ (в 2014 году) до 51 \$ (в 2017 году) за тонну, угольные предприятия находятся в поиске современных технологий позволяющих снизить себестоимость продукции, с целью повышения конкурентоспособности продукции. В минерально-сырьевом кластере Российской Федерации значительную роль играет процесс добычи угля подземным способом [2]. Этот способ добычи достаточно энергозатратен. На угольных шахтах потребляется ряд энергетических ресурсов, таких как электрическая и тепловая энергия, природный газ, уголь (основные энергоресурсы), а также моторное топливо и т.д. (неосновные энергоресурсы). Однако, до 70 – 80 % в энергетическом балансе угольной шахты, достигает потребление электрической энергии, поэтому необходимо данному энергетическому ресурсу уделить достаточно большое внимание.

Для дальнейшего исследования влияния потребления энергетических ресурсов на выдачу продукции следует ввести понятие энергоёмкость производства. Под этим понятием следует понимать отношение потребленного энергетического ресурса на основные и вспомогательные технологические процессы по добыче полезного ископаемого, на единицу произведенной (добытой) продукции [3]. Основными мероприятиями по снижению энергоёмкости добычи угля является модернизация основного технологического оборудования, внедрения новых технологий по добыче угля, минимизация потерь энергоресурсов при их транспортировке, разработка современных средств и систем учета энергоресурсов, повышение уровня нормирования энергопотребления за счет внедрения современных методик в производство. Поэтому повышение уровня нормирования электропотребления, как основного энергетического ресурса угольной шахты, является актуальной и требующей решения задачей.

В большинстве случаев на угольных шахтах учет потребленной электрической энергии, подземными потребителями осуществляется, на фидерных ячейках Центральной понизительной подстанции. Анализ режимов работы электрооборудования, расположенного в подземных горных выработках угольных шахт, производится на основе оценки электрического баланса потребителей участковой понизительной подстанции при условии, что в ее состав входит «умная» ячейка, способная накапливать и передавать сведения об основных электрических параметрах работы понизительной подстанции [4]. Этого явно не достаточно для определения нормируемых показателей работы оборудования расположенного в различных технологических цепочках производства, и запитанных от одной «высоковольтной» ячейки. В качестве счетчиков электрической энергии обычно выступают аналоговые индукционные счетчики энергии, у которых отсутствует возможность по архивированию показаний, поэтому для приведения режимов работы к определенным, нормируемым показателям электропотребления необходимо создание Автоматизированной информационно – измерительной системы технического учета электроэнергии. Данная система будет в автоматическом режиме отслеживать режимы потребления электроэнергии, что позволит в оперативно производить корректировку режимы работы оборудования с целью обеспечения высокой производительности угледобывающих предприятий, в частности угольных шахт [5, 6, 7]. Кроме того, известно, что повышение производительности ряда горных машин практически всегда приводит к снижению удельных расходов электроэнергии [8, 9].

Существует несколько подходов к решению задачи по снижению удельных расходов при добыче полезных ископаемых подземным способом. Первый подход – рыночный. Этот подход предполагает что, рынок сам заставит вынудить производителя продукции, в данном случае угольной шахты, заниматься снижением удельных расходов электроэнергии при производстве для повышения конкурентоспособности продукции. Вторым подход – государственный. Этот подход подразумевает жесткое государственное нормирование удельных расходов энергоресурсов, в частности электроэнергии, на выдачу продукции и постепенное снижение удельных норм. В Российской Федерации в качестве приоритетного подхода принят второй подход, а именно государственное нормирование удельных расходов энергоресурсов. В соответствии с этим, Президентом Российской Федерации был подписан Федеральный закон №261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективно-

сти и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» в котором основная цель является создание правовых, экономических и организационных основ повышения энергетической эффективности [10].

Основоположником работ по анализу, расчету и нормированию электропотребления следует считать В.И. Вейца. Дальнейшие теоретические и практические исследования нормирования электропотребления были проведены И.В. Гофманом, которым была предложена методика нормирования энергопотребления на основе построения энергетических характеристик, связывающих расходы энергии с производительностью и некоторыми другими факторами энергоиспользования [11, 12].

В настоящее время имеется достаточно большое количество методик нормирования электропотребления, в том числе и угледобывающих предприятий [12], однако в практическом плане их использование достаточно проблематично ввиду наличия ряда специфических факторов, того или иного угольного предприятия. Не учет этих факторов приводит к неприемлемо большим погрешностям при нормировании электропотребления конкретными потребителями. Наибольшее распространение на угледобывающих предприятиях получили несколько методов нормирования электропотребления:

- Расчетно-аналитический (основной) метод;
- Расчетно-экспериментальный (опытный) метод;
- Расчетно-статистический метод.

Расчетно-аналитический метод определения норм расхода электроэнергии базируется на теоретических расчетах, связывающих установленную (номинальную) мощность электроприемника с показателями его загрузки и режима работы. Этот метод положен в основу «Инструкции, по расчету норм расхода электроэнергии в угольной промышленности» [13].

Расчетно-экспериментальный (опытный) метод [14] основывается на опытном (экспериментальном) определении удельных расходов электроэнергии для операций, машин, механизмов и установок, соответствующих конкретным условиям и оптимальным режимам работы. Результаты экспериментальных исследований, как правило, представляются в виде энергетических характеристик, графиков, номограмм или эмпирических формул.

Расчетно-статистический метод [15] основан на использовании средних эксплуатационных отношений количества расходуемой электроэнергии к количеству добытого полезного ископаемого. Данный метод применяется в порядке исключения, при отсутствии необходимых условий для определения нормирования электропотребления по одному из двух первых методов.

В заключении следует отметить, что детальное рассмотрение всех трех методов определения удельных расходов электроэнергии применительно к современным условиям угольных шахт показало, что не один из вышепредставленных методов не в состоянии достоверно, с высокой степенью точности, определить удельные нормы электропотребления на конкретные виды оборудования или работ. Ввиду того, что современное угледобывающее предприятие – это многофакторная динамическая система, развивающаяся во времени и пространстве состояние которой от ряда горно-геологических, технологических и технико-экономических факторов, которые связаны между собой. Поэтому необходимо разработать новый метод по определению удельных норм электропотребления угольных шахт, с учетом положительных аспектов трех вышеперечисленных методов, и на основе разработанной методики повысить уровень нормирования электропотребления угольных шахт, тем самым повысить энергоэффективность и конкурентоспособность предприятия.).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://minenergo.gov.ru/node/4912>
2. Fashilenko V.N., Reshetnyak S.N. Improving the energy performance of industrial enterprises. Miner's week-2015 // Reports of the XXIII International scientific symposium. 2015. pp. 570–573.
3. Пичуев А.В., Овсянников Н.Б. Методы прогнозирования электрической нагрузки на горнодобывающих предприятиях. ГИАБ (научно-технический журнал), 2015. – №1. – с.292 – 296.
4. Ляхомский А.В., Фащенко В.Н. Теория и практика проведения энергетических обследований предприятий минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 1. С. 525–529.
5. Кубрин С.С., Решетняк С.Н. Автоматизированная информационно-измерительная система технического учета электроэнергии для подземных горных работ. Горный журнал №1 2016 г. с. 87-90.
6. Захаров В.Н., Кубрин С.С., Забурдяев В.С. Комплексирование технологических стадий и операций в единый технологический процесс на основе информационных технологий. ГИАБ №6 2015 г.
7. Рубан А.Д., Артемьев В.Б., Забурдяев В.С., Забурдяев Г.С., Руденко Ю.Ф. Проблемы обеспечения высокой производительности очистных забоев в метанообильных шахтах. – М.: Издательство ООО «Московский издательский дом», 2009г. – 396 с.

8. Басистый Е. Я. Возможности сокращения потребления электроэнергии на шахте // Энергосбережение (Украина). - 2002. - № 2. - С. 2-8.
9. Захарова А.Г. Энергосберегающие нагрузки устойчивой работы горных машин // Динамика и прочность горных машин: тез. докл. Междунар. конф., 21-24 мая. - Новосибирск, 2001. - С. 123-124.
10. Федеральный закон №261 от 23 ноября 2009 года «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
11. Гофман И.В. Нормирование потребления электроэнергии и энергетические балансы промышленных предприятий / И.В. Гофман. - М.: Энергия, 1966. - 319 с.
12. Захарова А.Г. Закономерности электропотребления на угольных шахтах Кузбасса: монография; Гос. учреждение Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово, 2002. - 198 с.
13. Инструкция по расчету норм расхода электроэнергии в угольной промышленности ВН 12.25.007-81. - М.: Минуглепром СССР, 1981. - 75с.
14. Волощенко Н.И. Эффективное использование электроэнергии и топлива в угольной промышленности / Н.И. Волощенко и др. Под ред. Э.П. Островского, Ю.П. Миновского. - М.: Недра, 1990. - 407 с.
15. Олейников В.К. Анализ и планирование электропотребления на горных предприятиях. - М.: Недра, 1983. - 192с

## REFERENCES

1. <http://minenergo.gov.ru/node/4912>
2. Fashilenko V.N., Reshetnyak S.N. Improving the energy performance of industrial enterprises. Miner's week-2015 // Reports of the XXIII International scientific symposium. 2015. pp. 570–573.
3. Pichuev A.V., Ovsjannikov N.B. Metody prognozirovaniya jelektricheskoy nagruzki na gornodobyvayushhih predpriyatiyah. GIAB (nauchno-tehnicheskij zhurnal), 2015. – №1. – s.292 – 296.
4. Ljahomskij A.V., Fashilenko V.N. Teoriya i praktika provedeniya jenergeticheskikh obsledovanij predpriyatij mineral'no-syr'evogo kompleksa // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'. 2011. № 1. S. 525–529.
5. Kubrin S.S., Reshetnyak S.N. Avtomatizirovannaja informacionno-izmeritel'naja sistema teh-nicheskogo ucheta jelektrojenergii dlja podzemnyh gornyh rabot. Gornyj zhurnal №1 2016 g. s. 87-90.
6. Zaharov V.N., Kubrin S.S., Zaburdjaev V.S. Kompleksirovanie tehnologicheskikh stadij i opera-cij v edinyj tehnologicheskij process na osnove informacionnyh tehnologij. GIAB №6 2015 g.
7. Ruban A.D., Artem'ev V.B., Zaburdjaev V.S., Zaburdjaev G.S., Rudenko Ju.F. Problemy obespechenija vysokoj proizvoditel'nosti ochistnyh zaboev v metanoobil'nyh shahtah. – М.: Izdatel'stvo ООО «Moskovskij izdatel'skij dom», 2009g. – 396 s.
8. Basistyj E. Ja. Vozmozhnosti sokrashhenija potrebleniya jelektrojenergii na shahte // Jenergosbere-zhenie (Ukraina). - 2002. - № 2. - S. 2-8.
9. Zaharova A.G. Jenergosberegajushhie nagruzki ustojchivoj raboty gornyh mashin // Dinamika i prochnost' gornymashin: tez.dokl. Mezhdunar. konf., 21-24 maja. - Novosibirsk, 2001. - S. 123-124.
10. Federal'nyj zakon №261 ot 23 nojabrja 2009 goda «Ob jenergosberezenii i o povyshenii jenergeticheskoy jeffektivnosti i o vnesenii izmenenij v ot-del'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Fede-racii»
11. Gofman I.V. Normirovanie potrebleniya jelektrojenergii i jenergeticheskie balansy promysh-lennyh predpriyatij / I.V. Gofman. - М.: Jenergija, 1966. - 319 s.
12. Zaharova A.G. Zakonomernosti jelektropotrebleniya na ugol'nyh shahtah Kuzbassa: monografija; Gos. uchrezhdenie Kuzbas. gos. tehn. un-t. - Kemerovo, 2002. - 198 s.
13. Instrukcija po raschetu norm rashoda jelektrojenergii v ugol'noj promyshlennosti VN 12.25.007-81. - М.: Minugleprom SSSR, 1981. - 75s.
14. Voloshhenko N.I. Jefferktivnoe ispol'zovanie jelektrojenergii i topliva v ugol'noj promyshlen-nosti / N.I. Voloshhenko i dr. Pod red. Je.P. Ostrovskogo, Ju.P. Minovskogo. - М.: Nedra, 1990. - 407 s.
15. Olejnikov V.K. Analiz i planirovanie jelektropotrebleniya na gornyh predpriyatiyah. - М.: Nedra, 1983. – 192s

Поступило в редакцию 12.10.2017

Received 12.10.2017