

В.В. Лобода, канд. техн. наук., Н.А. Чехлатый, канд. техн. наук., Н.В. Манец, инж.
(ПАО «НИИ горной механики им. М.М. Федорова», г. Донецк, Украина)

Исследование способов повышения энергетической эффективности электротехнического оборудования шахтных стационарных установок

Представлена автоматизированная система контроля энергопотребления шахты с помощью энергетического мониторинга и компьютерного программного обеспечения.

Ключевые слова: шахта, энергопотребление, установка, процесс, мониторинг, автоматизация, программа.

Представлена автоматизована система контролю енергospоживання шахти за допомогою енергетичного моніторингу і комп'ютерного програмного забезпечення.

Ключові слова: шахта, енергоспоживання, установка, процес, моніторинг, автоматизація, програма.

CAS of control of energy consumption of mine is presented by means of the power monitoring and computer software.

Keywords: mine, energy consumption, setting, process, monitoring, automation, program.

Насущной проблемой для угольной отрасли является организация эффективного управления энергопотребления энергоемкими машинами и технологическими процессами. Одной из основных причин большой себестоимости угля является высокая энергоемкость производства. Как показывает анализ, на величину электропотребления на шахтах влияют следующие основные факторы: объем добычи угля и способ выемки, объем и способ проведения подготовительных выработок, способы выработки пневмоэнергии (с помощью поверхностных или подземных компрессорных станций), протяженность транспортных выработок и структура подземного транспорта, глубина разработки пластов, водо- и газообильность шахт, протяженность поддерживаемых выработок. Специфика угледобычи состоит в том, что для поддержания жизнеспособности шахты, независимо от того, производится добыча угля или нет, требуются значительные, свыше 70% от общего расхода, энергозатраты – на вентиляцию, дегазацию, водоотлив и прочее. На рис. 1 приведено распределение расхода электроэнергии по объектам потребления на шахтах Минтопэнерго за 2012 г. при общем потреблении электроэнергии 3487,387 млн. кВт·ч·год.

Наиболее энергоемкие потребители электроэнергии на шахте оснащены электроприводами с электродвигателями различных типов. Повышение энергетической эффективности стационарных установок с электродвигателями возможно путем:

- увеличения загрузки рабочих машин до расчетных значений и сокращение времени холостой работы установок и машин;
- применение регулируемого электропривода;
- снижения потерь электроэнергии при реостатном пуске асинхронных двигателей;

– повышения к.п.д. установки и др.

Загрузку рабочих машин определяют коэффициентом β , который можно рассчитать, как $\beta = P_c / P_{nc}$, где P_c – фактическая мощность (кВт), потребляемая двигателем из сети при данной нагрузке; P_{nc} – мощность, потребляемая двигателем из сети (кВт) при номинальной загрузке $P_{nc} = P_c / \eta$

При работе электродвигателей на холостом ходу потери активной энергии составляют (кВт·ч) $\Delta W = P_x \cdot T_x$, где P_x – мощность, потребляемая двигателем из сети на

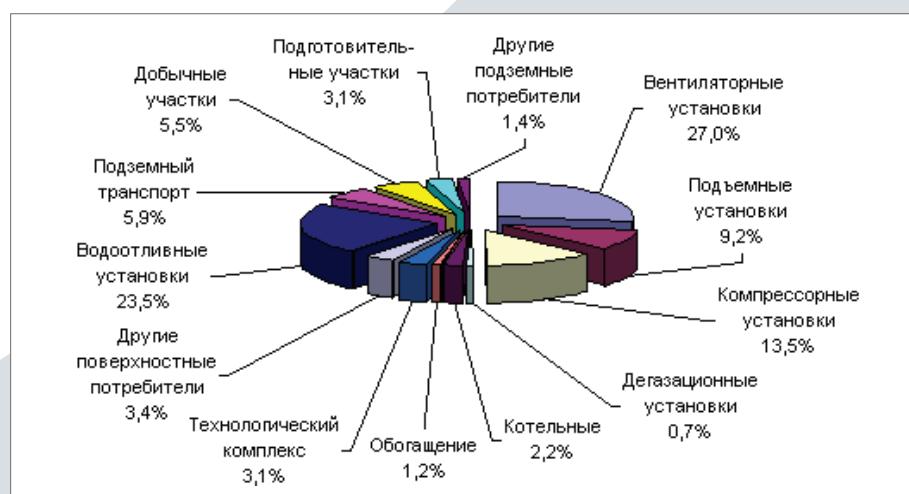


Рис. 1. Распределение расхода электроэнергии по объектам потребления на шахтах

холостом ходу, кВт; T_x – время работы вхолостую, ч;

Повышение энергетической эффективности шахтных установок за счет увеличения загрузки и сокращения времени их холостой работы возможно реализовать путем оборудования установок и машин устройствами контроля загрузки и времени работы вхолостую. Значительное влияние на энергетическую эффективность установок с электродвигателями оказывает к.п.д. электродвигателя и в целом установки.

Основная цель исследования – повышение энергетической эффективности электротехнических установок и технологических процессов угольных шахт путем совершенствования методов и средств контроля, учета и управления электропотреблением.

Проведенные исследования способов повышения энергетической эффективности и производительности угольных шахт [1] показывают, что для контроля основных параметров и режимов работы объектов сети электроснабжения, электротехнического оборудования шахтных стационарных установок и машин очистных забоев, оказывающих влияние на энергетическую эффективность, необходимо разработать и внедрить на угольных шахтах (рис. 2) автоматизированную систему энергетического мониторинга (АСЭМ).

Предлагаемая система АСЭМ предназначена для контроля и учета расходования энергоресурсов угольных шахт, контроля основных показателей работы технологических установок и участков, расчета затрат электроэнергии на единицу продукции, обработки и анализа информации о расходе энергии предприятием и его подразделениями, а также управления расходованием энергоресурсов. Система представляет собой комплекс организационных мероприятий, технических средств и программного методического обеспечения, которые позволяют управлять производственным процессом таким образом, чтобы потреблялось только минимально необходимое количество топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) для производства требуемого количества продукции или услуг.

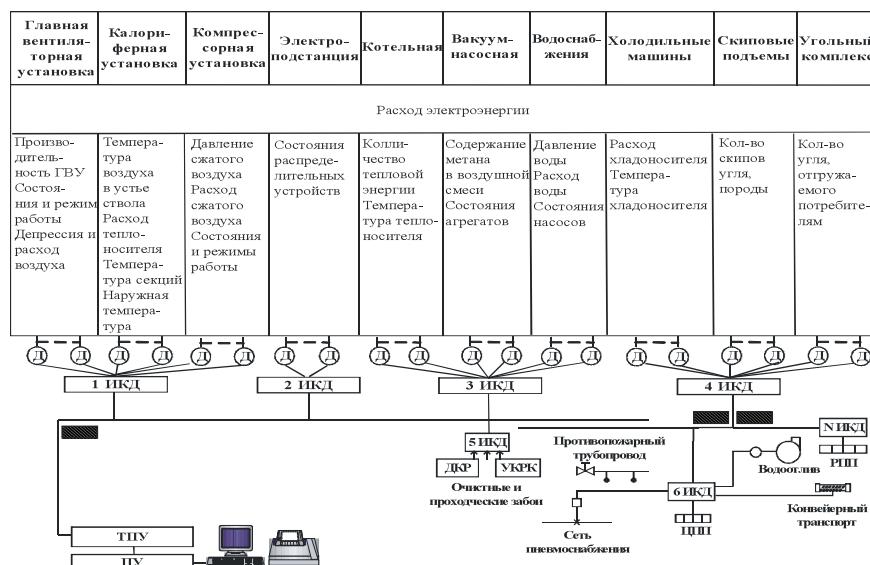


Рис. 2. Автоматизированная система энергетического мониторинга угольных шахт

Система выполняет следующие функции:

- сбор и первичную обработку информации в реальном масштабе времени:
 - расхода электроэнергии шахтой и основными технологическими установками, в том числе: поверхностными потребителями – главной вентиляторной установкой, калориферной, компрессорной; котельной, вакуумнасосной, насосами хозяйственного и противопожарного водоснабжения, станцией холодильных машин, основными электроустановками на поверхности; подземными потребителями – водотливными установками, очистными и подготовительными забоями, конвейерным транспортом и др.
 - основных показателей работы технологических установок и участков, в том числе:
 - депрессии и производительности ГВУ, температуры и расхода теплоносителя калориферной, давления и расхода сжатого воздуха в магистральном трубопроводе, температуры и расхода теплоносителя котельной, расхода хладоносителя станции холодильных машин, давления и расхода воды в насосных станциях и др.
 - добычи угля и породы шахтой.
 - определение удельного потребления электроэнергии за контролируемый период времени (сутки, месяц, квартал, год) на единицу продукции;
- формирование данных о потреблении ТЭР по предприятию в целом и отдельным его подразделениям на различных интервалах времени;
- построение энергетических балансов по заданным признакам (по подразделениям, видам ТЭР, и т.д.);
- вычисление показателей эффективности использования ТЭР;
- прогнозирование энергопотребления на основе обработки статистических данных;
- отображение и документирование информации в удобной для пользователя форме (мнемосхем, таблиц, графиков, диаграмм, и т.д.);
- оперативный расчет нормативного энергопотребления по отдельным видам агрегатов и систем (котельная, система теплоснабжения, система горячего водоснабжения, сжатого воздуха, освещение, и т.д.).

Сопоставление фактического и нормативного энергопотребления:

- определение резервов снижения энергопотребления и потенциала возможного его снижения;
- архивация данных.

В состав АСЭМ входят: устройство сбора информации; комплекс устройств передачи информации, в состав которого входит пульт управления ПУ, искробезопасные контроллеры данных 1 ИКД ... N ИКД, персональная ЭВМ. Для контроля режима работы и местоположения комбайна применяется система СКРК и датчик контроля ДКР.

Одной из важных функций АСЭМ является определение резервов снижения энергозатрат и потенциала возможного их снижения. Под резервом снижения энергозатрат R принята разность, выраженная в процентах, между фактическими затратами $R_{факт}$ и выраженными в отраслевых нормах расхода $R_{норм}$ или проектных нормах, относительно фактических затрат.

$$R=100(R_{факт}-R_{норм})/R_{факт},$$

где $R_{факт}$ и $R_{норм}$ могут быть выражены в абсолютных (кВт·ч, Дж) или в удельных (кВт·ч/т.) величинах. Под потенциалом снижения энергозатрат будем понимать разность в процентах между фактическими затратами и затратами $R_{эталон}$ на эталонном (лучшем для данного класса) объекте $R_{потен}=100(R_{факт}-R_{эталон})/R_{факт}$.

От правильности выбора величин $R_{эталон}$, $R_{факт}$ и $R_{норм}$ во многом зависит получаемый результат – значение величин $R_{рез.}$ и $R_{потен.}$ и дальнейшие выводы и рекомендации по технологическому процессу и объекту.

Величину $R_{эталон}$ выбирают по экспериментальным, расчетным или паспортным показателям энергопотребления конкретных действующих процессов и объектов. Этalonным должен быть объект, у которого удельные показатели расхода энергоносителя существенно ниже нормативных.

Резерв экономии энергоресурсов рассчитывается для конкретного процесса и объекта, который проходит энергетический мониторинг. Обязательным условием для проведения энергетического мониторинга является обследование объекта и сбор исходных данных. В расчет должен быть введен поправочный коэффициент K_c , характеризующий эксплуатационное состояние оборудования. Значение этого коэффициента для каждого вида оборудования различно и должно быть установлено при обследовании процесса (объекта). На основании собранных исходных данных о техническом состоянии машин и оборудования, сроков его службы и надежности в работе для каждого вида оборудования находят коэффициент K_c , отражающий отношение потребления W_n энергии

новой машиной / установкой, агрегатом, процессом / на единицу площади, продукции и др., к потреблению W_c энергии старой машиной / оборудованием /, в эксплуатации на период проведения энергетического мониторинга $K_c=W_n/W_c$.

Резерв экономии энергозатрат определяют по формуле:

$$R_{рез.}=100(R_{факт}-R_{эталон})Kc/R_{факт},$$

с введением коэффициента K_c величина $R_{рез.}$ снижается.

Общий резерв экономии энергоресурсов для угольных предприятий может быть определен как сумма резервов экономии энергоресурсов отдельных технологических процессов, установок :

$$R_{рез.сум1-n}=R_{рез.сум 1}+R_{рез.сум 2}+\dots+R_{рез.сум n}$$

Потенциал экономии энергоресурсов определяется для конкретного процесса и объекта. Предварительно должно быть проведено их обследование и установлены значения двух величин $R_{факт}$ и $R_{эталон}$ для каждого процесса и объекта. Предлагаемая система может внедряться поэтапно, например, учет электроэнергии; добыча, транспортировка и отгрузка угля; контроль и управление пневмоснабжением.

На сегодняшний день вопрос управления пневмоэнергетическим комплексом шахт, в первую очередь крутого падения, весьма актуален, т.к. удельные затраты на добычу 1 т угля на этих шахтах в 10 раз превышают затраты на шахтах пологого падения. Так, на шахтах крутого падения затраты составляют 300÷700 кВт·ч, а на шахтах пологого – 35÷60 кВт·ч. КПД пневмосистем на шахтах крутого падения не превышает 4÷6%. Мощные турбокомпрессоры,рабатывающие сжатый воздух для подземных пневмопотребителей, работают на полную мощность, круглосуточно практически без учета необходимости выработки пневмоэнергии.

Данная система была одобрена Минуглепромом Украины в 2010 году и принято решение о ее внедрении на угольных предприятиях Украины. Система АСЭМ была опробована на ГП «Угольная компания «Краснолиманская». Дальнейшее применение предлагаемой системы повышения энергоэффективности электротехнического оборудования производилось

при проведении специалистами ПАО «НИИГМ им. М.М. Федорова» энергоаудита на ПАО «Шахтоуправление «Покровское» (бывшая шахта «Красноармейская-Западная №1»), ГП «Шахтоуправление «Южнодонбасское №1», ОП «Шахта «Заря» ГП «Снежноеантрацит», ОП «Шахта им. В.В. Вахрушева» ГП «Ровенькиантрацит» и др.

Экономический эффект от внедрения ряда разработанных технических решений с использованием положений данной системы составлял от 1,5 до 7,0 млн. грн. на одной угольной шахте.

Выводы

Разработан новый подход энергетического контроля характеристик электротехнических установок и технологических процессов, измерения времени беспрерывной работы установок и отображения с заданной точностью характеристик процесса электропотребления отдельными установками и технологическими процессами и шахтой в целом с помощью автоматизированной системы энергетического мониторинга угольных шахт на базе комплекса технических средств сбора, обработки и передачи информации, ПЭВМ и программного обеспечения.

Предложена структура, основные функциональные требования и состав автоматизированной системы энергетического мониторинга угольных предприятий.

Применение АСЭМ на шахтах крутого падения позволит сэкономить миллионы кВт·ч электроэнергии за счет своевременного регулирования мощных турбокомпрессорных установок при организации мониторинга процессов потребления пневмоэнергии на шахтах.

Применение данного способа повышения энергетической эффективности производилось специалистами ПАО «НИИГМ им. М.М. Федорова» при проведении энергоаудита на многих шахтах угольной отрасли.

Список литературы:

- 1 Энергосбережение в угольной промышленности: Монография/ В.И. Мялковский, Н.А. Чехлatty, Г.Н. Лисовой, В.В. Лобода, А.Н. Коваль, В.А. Корсун: Под редакцией Б.А.Грядущего. – Донецк: НИИГМ им. М.М.Федорова, 2006. –336 с.