

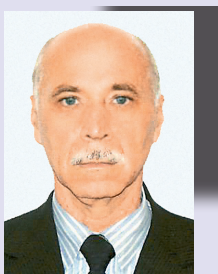
УДК 622:658.26



Б. А. ГРЯДУЩИЙ,
доктор техн. наук
(ПАО «НИИГМ
им. М. М. Федорова»)



В. В. ЛОБОДА,
канд. техн. наук
(ПАО «НИИГМ
им. М. М. Федорова»)



Н. А. ЧЕХЛАТЫЙ,
канд. техн. наук
(ПАО «НИИГМ
им. М. М. Федорова»)

Энергоаудит на угольных предприятиях

Приведены результаты анализа структуры общего потребления электроэнергии угледобывающими предприятиями Украины. Обобщены материалы многолетних энергетических обследований и вскрыты причины недостаточной активности предприятий в проведении энергоаудита. Предложена методика энергетических обследований. Рассмотрены результаты энергоаудита шахт.

Вопросы снижения расхода топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в угольной отрасли приобретают все более важное значение, в частности экономии электроэнергии. Экономия электроэнергии на угольных шахтах — это не только снижение ее удельного расхода на тонну полезного ископаемого, но и увеличение энерговооруженности за счет внедрения новых энергоэффективных технологических процессов.

Международный опыт свидетельствует, что действенные меры в области энергоэффективности могут сократить рост национального спроса на энергию, снизить импорт энергоносителей и решить энергетические проблемы угледобывающей страны. На данный момент в угледобывающих странах наметилась тенденция роста роли угля в производстве электроэнергии. В Украине уголь — единственный первичный энергоноситель, на базе которого может быть обеспечена энергобезопасность и независимость от поставщиков энергоносителей [1]. Большинство стран, имеющих угольные запасы, продолжают их использовать. Например, в Германии более 60 % всей электроэнергии получают на угольных электростанциях.

Использование электроэнергии характеризуется такими энергетическими показателями, позволяющими определить качество эксплуатации электроустановок как на действующих угольных предприятиях, так и на проектируемых: удельное потребление электроэнергии; коэффициент мощности; равномерность электропотребления. Они и определяют главные направления повышения энергетической эффективности.

Основные факторы, отрицательно влияющие на энергоэффективность предприятий: доминирование в структуре угольной отрасли энергоемких производств; изношенность основных фондов и, соответственно, большие сверхнормативные потери энергоносителей; недостаточная оснащенность приборами учета потребления энергоносителей.

В условиях непрерывного удорожания ТЭР энергосбережение должно стать важнейшим направлением хозяйственной деятельности каждого предприятия угольной отрасли и одним из возможных решений снижения техногенного воздействия на окружающую среду, т. е. предприятие должно определить для себя главные приоритеты в вопросе экономии энергоресурсов путем проведения полного энергоауди-

та. В угольной отрасли, несмотря на действующий с 1998 г. Закон Украины «Про енергозбереження», обязывающий осуществить энергоаудит каждого предприятия, этот процесс еще до сих пор не на должном уровне.

Анализ факторов, определяющих расход ТЭР и порядок энергетического обследования угольных предприятий [1, 2, 3], способствует более направленному проведению энергоаудита и позволяет уделить больше внимания основным причинам нерационального расходования ТЭР.

НИИГМ им. М. М. Федорова [4, 5] рассмотрены способы снижения затрат энергии в системах энергоснабжения шахт, предложена методика анализа и выдачи рекомендаций по эффективному использованию энергоресурсов, что существенно помогает при энергетическом обследовании предприятий.

Цель статьи — оценка состояния энергопотребления и методов эффективного использования ТЭР на угольных шахтах Украины на базе энергетического обследования и по результатам разработки технических решений повышения энергоэффектив-

ности технологических комплексов угольных предприятий.

Одной из основных причин большой себестоимости угля является высокая энергоемкость производства. Как показывает анализ, электропотребление на шахтах зависит от следующих факторов: объема добычи угля и способа выемки; объема и способа проведения подготовительных выработок; протяженности транспортных выработок и структуры подземного транспорта; глубины разработки пластов; водо- и газообильности шахт; протяженности поддерживаемых выработок. Специфика угледобычи состоит в том, что для поддержания жизнеспособности шахты независимо от того производится добыча угля или нет требуются значительные, свыше 70 % общего расхода, энергозатраты — на вентиляцию, дегазацию, водоотлив и др. Распределение расхода электроэнергии по объектам потребления на шахтах Минэнергоугля Украины за 2012 г. при общем потреблении электроэнергии 3487,387 млн кВт·ч в год показано на рис. 1,

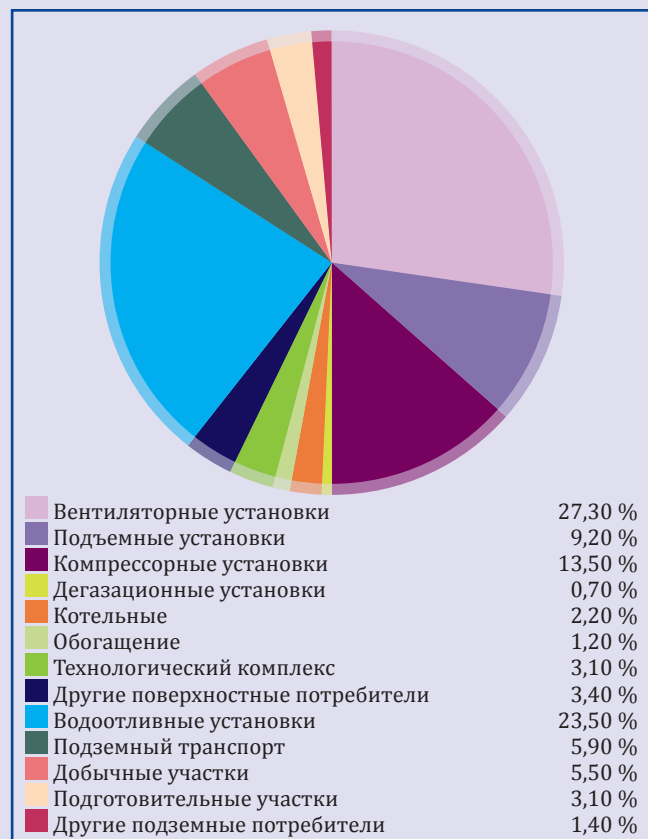


Рис. 1. Распределение расхода электроэнергии по объектам потребления на шахтах Минэнергоугля Украины в 2012 г.



Рис. 2. Распределение расхода электроэнергии по объектам потребления на шахтах ЦРД в 2012 г.

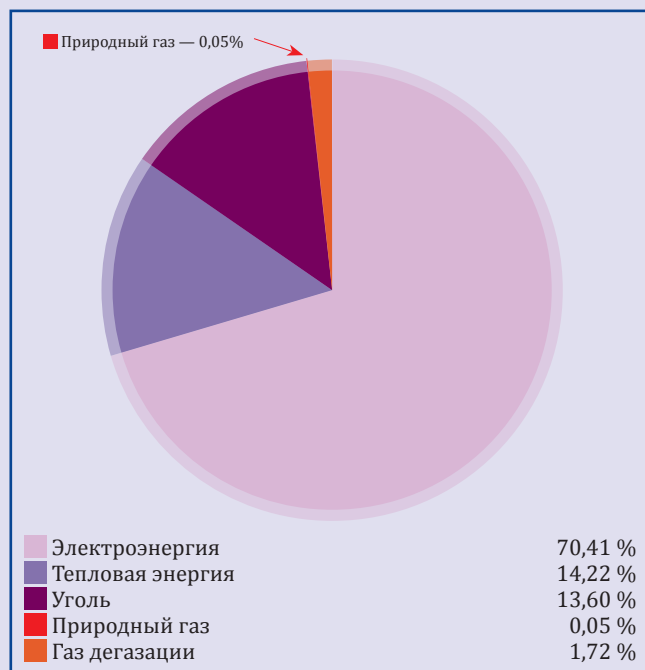


Рис. 3. Структура потребления ТЭР в 2012 г.

а на шахтах ЦРД при общем потреблении электроэнергии 776,468 млн кВт·ч в год — на рис. 2.

Следует обратить внимание (см. рис. 2) на то, что компрессорными установками на шахтах ЦРД потребляется почти в 3 раза больше электроэнергии, чем компрессорными установками всех шахт Минэнергоугля Украины (см. рис. 1).

В 2012 г. общий объем потребления ТЭР (электрической и тепловой энергии) на добычу угля предприятиями составил 1325,95 тыс. т у.т. Структура потребления ТЭР (в процентах) показана на рис. 3.

Для повышения эффективности использования ТЭР на шахтах Минэнергоугля при участии института разработана «Програма підвищення енергоефективності вугільних підприємств на 2010–2014 роки» (распоряжение Кабинета Министров Украины от 17 декабря 2008 г. № 1567-Р «Про програми підвищення енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів»), реализация которой позволит уменьшить энергоемкость производства, сократить уровень непроизводственных потерь электроэнергии и повысит энергетическую эффективность технологических процессов [4, 5].

Проблема повышения энергоэффективности и уменьшения потребления энергоресурсов в Программе решается путем реализации следующих мероприятий:

- использования технических средств управления электрическими и тепловыми режимами потребителей;
- установки приборов учета расхода тепловой и электрической энергии, а также внедрения автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии;
- уменьшения внешних и внутренних потерь воздуха в горных выработках и надшахтных сооружениях;
- снижения потерь сжатого воздуха в шахтной пневмосети;
- очистки водосборников и внутренних поверхностей трубопроводов;
- оптимизации режима работы, пусков и остановок насосного оборудования главного водоотлива;
- автоматизации процесса загрузки скипового подъема, поддержания оптимального режима работы подъемных установок и соблюдения графика спуска-подъема людей;
- снижения времени работы конвейеров путем использования бункеров-накопителей, а также плавного пуска конвейеров в зависимости от загрузки.

Сдерживающие факторы выполнения отраслевой Программы: дефицит собственных оборотных средств; значительная стоимость эффективных энергосберегающих технологий и оборудования; непроизводительные затраты электроэнергии шахтным стационарным оборудованием, которое отработало нормативные сроки эксплуатации и морально устарело.

Расход ТЭР на тонну угля — комплексный показатель развития технического прогресса, включающий в себя как совершенствование технологических, энергетических и организационных факторов, так и рациональное использование электроэнергии.

Многообразие горно-геологических условий и технологий добычи угля обуславливают значительные отклонения удельного расхода электроэнергии по отдельным предприятиям от средних отраслевых показателей. Так, удельное потребление электроэнергии составляет:

- на шахтах с пологим залеганием пластов 39–150 кВт·ч/т;
- на шахтах центрального района Донбасса, где для выемки угля на крутых пластах используется энергия сжатого воздуха, 422,61 кВт·ч/т;
- на отдельных шахтах свыше 700 кВт·ч/т.

Высокая энергозатратность угольных предприятий обусловлена:

- эксплуатацией большей части основных технологических комплексов с низким коэффициентом полезного действия η (причина такого положения — изношенность компрессоров и неудовлетворительное состояние трубопроводов систем пневмоснабжения): системы проветривания — $\eta = 0,3...0,6$; водоотливного комплекса — $\eta = 0,45...0,47$; системы выработки и подачи потребителям сжатого воздуха — $\eta = 0,06$; подъемных установок — $\eta = 0,5...0,6$;

- эксплуатацией на многих шахтах наиболее энергоемкого оборудования с высокой степенью изношенности в режимах, далеких от оптимальных (вентиляторные, подъемные, водоотливные и компрессорные установки);

- сложностью горнотехнического хозяйства большинства шахт (связано с подземным конвейерным транспортом);

- недостатками в организации и реализации технологических процессов.

На основании Закона Украины «Про енергозбереження» и Указа Президента Украины от 16 июня 1999 г. № 662199 «Про заходи щодо скорочення енергоспоживання бюджетними установами, організаціями та казенними підприємствами» обязательному энергетическому обследованию подлежат предприятия и учреждения, потребляющие более 1000 т у.т. в год, независимо от формы собственности предприятия.

Работы по энергетическому обследованию шахт ограничены отсутствием искробезопасных измерительных приборов и привлечением для их изготовления разноплановых специалистов, в том числе горных специальностей. Другая проблема при проведении энергоаудита, как правило, — отсутствие на предприятии приборов внутреннего учета. Поэтому аудиторская организация должна иметь необходимый комплект измерительного оборудования, позволяющий установить фактическое энергопотребление, в том числе и подземными потребителями. Специфика энергоаудита шахт, с точки зрения особенностей энергообследования, определяется следующими составляющими: необходимостью обследования поверхностных и подземных технологических комплексов, многообразием источников ТЭР и их потреблением (электроэнергия, пневмоэнергия, природный газ и другие виды топлива, водопользование, канализация сливов, очистка сточных вод и др.). В соответствии с этим в состав команды, выполняющей энергетическое обследование, должны входить специалисты различных направлений, обрабатывающие полученную в результате энергообследования информацию

и ее анализирующие, а также специалисты-аудиторы, прошедшие специальное обучение, которых подбирают в зависимости от состава энергохозяйства обследуемого предприятия (вентиляторных, подъемных, компрессорных, водоотливных и котельных установок, очистных сооружений и др.).

В 1999 г. НИИГМ им. М. М. Федорова [6] были определены такие этапы проведения энергоаудита шахт:

- получение и анализ общих данных о предприятии;

- изучение топливно-энергетических потоков по предприятию и по отдельным технологическим процессам;

- углубленный энергетический аудит энергоемких потребителей и отдельных технологических процессов;

- анализ: эффективности использования ТЭР предприятием; полученных результатов энергоаудита и разработка организационных и технических мероприятий по экономии ТЭР; технико-экономической эффективности внедрения энергосберегающих мероприятий; сравнительный полученных результатов;

- выбор новых приоритетов и постановка задач на дальнейшее снижение энергоемкости продукции и потребления ТЭР.

Возможности энергосбережения на угольных шахтах определяются данными о потерях электроэнергии и энергоносителей в отдельных технологических процессах, установках и в административных подразделениях. Эти данные о потерях энергии (энергоносителей) используются для оценки:

- целесообразности замены или модернизации существующих технологических процессов и применяемого в них оборудования принципиально новыми менее энергоемкими процессами и оборудованием;

- ожидаемой энергетической эффективности совершенствования существующих технологических процессов и оборудования и выборе первоочередных мероприятий по энергосбережению на предприятии.

В результате энергетического обследования дается оценка эффективности использования ТЭР на предприятии, раскрываются причины выявленных потерь и указываются имеющиеся резервы экономии, предлагаются технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в физическом и денежном выражении с учетом стоимости их реализации. Для реализации разработанных мероприя-

тий и технических решений совместно с энергомеханическими службами предприятий вырабатывается стратегия внедрения обоснованных технических решений по результатам энергоаудита.

В НИИГМ накоплен значительный опыт энергетических обследований шахт, обогатительных фабрик и заводов угольного машиностроения, которые выполнялись на основе права, предоставленного институту Центральной группой по энергетическому аудиту Государственного агентства по энергоэффективности и энергосбережению Украины, в соответствии с разработанным отраслевым стандартом [6], устанавливающим порядок и методы энергетических обследований предприятий. Этот документ, который должен обеспечить реализацию отраслевой программы энергосбережения, предусматривает участие работников предприятий в изыскании возможностей по разработке и реализации мероприятий, направленных на ее решение.

Консерватизм руководства предприятий, недоверие к энергоаудиторам, низкий уровень технической подготовки собственного технического персонала, ограниченные финансовые возможности — все это препятствует реализации разрабатываемых программ энергосбережения.

Практика проведения энергоаудита на шахтах показала, что разработка эффективных программ энергосбережения для предприятий невозможна без достоверной информации с их стороны по достаточно широкому кругу вопросов, касающихся энергоресурсопотребления (источники тепла, воды, газа и электроэнергии, структура энергопотребления и общая характеристика предприятия, динамика изменения основных показателей энергопотребления, установленные тарифы, перспективы развития и др.). Как правило, подобная информация на угольных предприятиях не систематизируется. Специалистов, способных оценить эффективность работы систем энергоснабжения и энергопотребления, на большинстве предприятий нет.

На основании анализа результатов энергетического обследования более 20 угольных предприятий специалисты НИИГМ доказали, что практически на каждой шахте имеется потенциал энергосбережения, выявить который можно в случае тщательного энергоаудита с использованием измерительных средств.

Показательные в этом отношении энергетические обследования таких передовых шахт Украины: ОП «Шахта «Южнодонбасская № 3 им. Н. С. Сургая» ГП «Донецкая угольная энергетическая компания» в 2001 г.; ОП «Шахта им. В. В. Вахрушева»

ООО «ДТЭК «Ровенькиантрацит» в 2005 г.; ПАО «Шахтоуправление «Покровское» в 2006 и 2011 гг. и др. Экономический эффект от разработанных институтом совместно со специалистами шахт энергосберегающих мероприятий составил от 5 до 15 млн грн.

Особо активна позиция в отношении энергоаудита руководства и энергомеханических служб ПАО «Шахтоуправление «Покровское» и ОП «Шахта «Южнодонбасская № 3 им. Н. С. Сургая», которые, начиная с 2000 г., уже дважды с помощью НИИГМ провели энергоаудит своих предприятий. В то же время большая часть шахт до сих пор не осуществляли этот процесс, поэтому невозможно обеспечить оптимальное использование энергоресурсов и оценить потенциал энергосбережения.

Опыт работы института в области энергообследования шахт показал, что практические шаги по реализации рекомендаций энергоаудиторов можно сделать только в тех случаях, когда предлагаются достаточно простые и понятные мероприятия, практически не требующие капитальных затрат. На начальном этапе работ по повышению энергоэффективности основные усилия энергоаудиторов должны быть направлены на определение наиболее весомых источников потерь и разработку программ первоочередных организационно-технических мероприятий с минимальными затратами и максимальной эффективностью инвестиций.

В последние годы Минэнергоуголь Украины значительное внимание уделяет вопросам повышения энергоэффективности основных комплексов шахт. Так, по инициативе министерства в 2012 г. специалисты НИИГМ обследовали энергетически наиболее энергоемкие комплексы (подъемный, водоотливной и система проветривания) — ОП «Шахта «Комсомольская» и ОП «Шахта «Партизанская» ГП «Антрацит» — и выявили основные причины недостаточной эффективности использования электроэнергии. На основании инструментальных измерений и оценки эффективности работы установок разработаны технические рекомендации, которые позволят снизить электропотребление на шахтах: ОП «Шахта «Комсомольская» — на 27,4 млн кВт·ч, в том числе вентиляторные — 14,91 млн кВт·ч, водоотливные — 11,4 млн кВт·ч и подъемные — 1,09 млн кВт·ч (26,3 % общего электропотребления шахтой), или в денежном выражении 29,7 млн грн в год; ОП «Шахта «Партизанская» — на 4,67 млн кВт·ч, в том числе вентиляторные — 1,27 млн кВт·ч, водоотливные — 2,86 млн кВт·ч и подъемные — 0,54 млн кВт·ч

(17,5 % общего электропотребления шахты), или в денежном выражении 6,13 млн грн в год.

По результатам энергетических обследований угольных предприятий Украины можно сделать выводы о том, что специалисты шахт нередко не в полной мере владеют информацией о существующих нормативных актах и разработанных программах энергосбережения. Поэтому для повышения эффективности работ по энергосбережению на угольных предприятиях необходимо организовать семинары по энергосбережению; определить очередность шахт для энергетического обследования и внедрения энергосберегающего оборудования и технологий. Следует повысить роль выполняемых отраслевыми институтами научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по энергосберегающим технологиям; осуществить изменения как в системе управления энергосбережением, так и в механизме его реализации; выполнить стандартизацию и сертификацию энергетических показателей оборудования и технологических процессов для достижения их соответствия государственным требованиям; стимулировать эффективное использование энергии.

Таким образом, главная идея энергосбережения в угольной отрасли заключается в том, что энергоресурсы следует использовать более эффективно, путем применения мер, осуществимых технически, обоснованных экономически и целесообразных с экологических и социальных позиций. Совершенствование энергосбережения на угольных предприятиях предполагает прежде всего изменение ряда организационных аспектов функционирования отраслевой системы производственного потребления ТЭР.

Дифференциация путей движения ТЭР, оптимизация режимов работы и потребления энергии основными энергозатратными комплексами, совершенствование системы контроля и учета энергопотребления — направления, позволяющие достичь существенного экономического эффекта на предприятиях отрасли.

Выводы. Эффективность политики энергосбережения в угольной отрасли зависит от научно обоснованного экономического анализа, прогнозирования и оптимизации энергетического баланса предприятий.

Проведение энергоаудита на всех без исключения предприятиях в целях определения максимально возможных резервов энергосбережения на каждой шахте и в целом в отрасли позволит получить достоверные данные и наметить приоритетные направления инвестирования.

В результате проведенного НИИГМ им. М. М. Федорова энергоаудита на более чем 20 предприятиях угольной отрасли установлено, что для повышения эффективности использования ТЭР на шахтах необходимо:

- сократить неконтролируемые потери энергии;
- диверсифицировать источники снабжения энергией, в том числе заменить, где это целесообразно, традиционные энергоносители энергоносителями из возобновляемых источников энергии;
- оптимизировать структуру энергопотребления в целях повышения эксплуатационной надежности, безопасности энергоснабжения и защиты окружающей среды.

Реализация этих направлений энергосбережения при проведении энергоаудита на угольных предприятиях позволит сформулировать стратегию энергоиспользования, выявить потенциал энергосбережения, разработать организационные и технические мероприятия, направленные на снижение расхода по оплате электрической и тепловой энергии, уменьшение доли затрат на ТЭР в общих эксплуатационных расходах предприятия на 10–15 %, а также на снижение удельного потребления электроэнергии на добычу угля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Энергосбережение* в угольной промышленности: монография / В.И. Мялковский, Н.А. Чехлатый, Г.Н. Лисовой и др.: под ред. Б.А. Грядущего. — Донецк: НИИГМ, 2006. — 336 с.
2. *Логвиненко В.И.* Некоторые результаты энергоаудита шахты «Красноармейская-Западная» № 1 / В.И. Логвиненко, Л.В. Байсаров, Б.А. Грядущий, В.В. Лобода // Уголь Украины. — № 3. — 2005. — С. 19–22.
3. *Мялковский В.И.* Анализ факторов, определяющих расход ТЭР на угольных шахтах // Проблеми експлуатації обладнання шахтних стаціонарних установок: зб. наук. праць / В.И. Мялковский, Н.А. Чехлатый. — Донецк: НДІГМ. — 2005. — Вип. 99. — С. 212–223.
4. *Энергосбереження.* Засоби зниження витрат електричної енергії у системах електропостачання вугільних шахт: СОУ 10.1.00185790.005–2006. — К.: Мінвуглепром України, 2006. — 84 с.
5. *Методика* розробки енергоефективності та енергосбереження на підприємствах вугільної промисловості: СОУ–П 10.1.00174094.010:2008. — К.: Мінвуглепром України, 2008. — 26 с.
6. *Енергетичний аудит* вугільних підприємств: інструкція: СОУ 101.00174094.001–2004. — К.: Мінвуглепром України, 2004. — 34 с.