

УДК 621.315.052.7

О. Н. Синчук, д. т. н., проф.; Э. С. Гузов, к. т. н., доц.; А. Н. Яловая

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЕКТРОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Изложен анализ структуры объёмов энергозатрат на железорудных предприятиях с подземным способом добычи. Показано, что на долю электрической энергии приходится около 90% всех энергозатрат. Рассмотрены пути повышения электроэнергоэффективности на описанных видах горных предприятий. Приведена структура потенциала электроэнергосбережения для железорудного комбината. Даны конкретные рекомендации по повышению электроэнергоэффективности отечественных подземных железорудных производств.

Ключевые слова: электроснабжение, железорудное производство, электроэнергоэффективность.

Введение. Особенностью горного железорудного производства, отличающей его от других аналогов по способу добычи полезных ископаемых, является постоянное понижение уровня ведения работ, в связи с чем себестоимость добычи руды с каждым годом возрастает. Так, на предприятиях Криворожского железорудного бассейна за последние 5 лет себестоимость 1 т руды увеличилась почти вдвое [1]. Как показывает анализ слагаемых общей себестоимости, существенную роль в этом играют энергозатраты.

Материалы и результаты исследований. Основным видом энергии, потребляемой железорудными шахтами, является электрическая, на долю которой приходится около 90% общих энергозатрат (рис. 1).

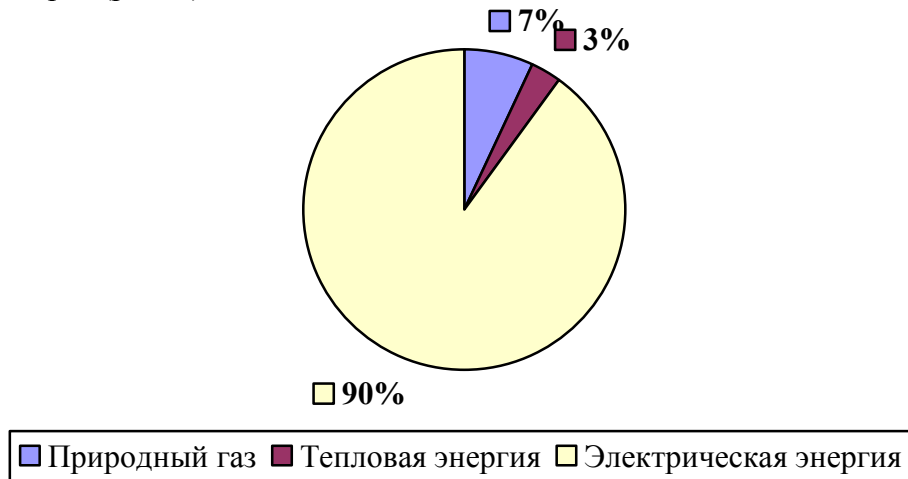


Рис. 1. Диаграмма слагаемых энергозатрат по железорудным предприятиям с подземным способом добычи руды

Наиболее энергоёмкими потребителями электрической энергии (ЭЭ) железорудных шахт (ЖРШ) являются стационарные установки – водоотлив, вентиляция, подъём, компрессорные, – вместе потребляющие свыше 80% всей потребляемой ЭЭ шахты. Особенно велики затраты на выработку сжатого воздуха центральными компрессорными станциями (ЦКС), составляющие более 30% от всей потребляемой комбинатом электроэнергии [1].

Наиболее перспективным путём снижения энергозатрат на ЖРШ является снижение электропотребления и энергозатрат в стационарных установках и особенно в центральных компрессорных установках (ЦКУ).

Сжатый воздух от центральных компрессорных станций, находящихся на поверхности шахт, транспортируется по трубопроводам к местам использования (к забоям шахт) на расстояние нескольких километров. При этом естественно, что и значительная часть энергии в ходе транспортировки теряется. В результате (с учётом всех потерь) КПД пневматического привода в железорудных шахтах составляет всего 8 – 10% [2].

Исходя из этого, большие возможности снижения энергозатрат открывает замена пневматического привода электрическим, имеющим КПД на порядок выше, для погрузочных и буровых машин, ударного инструмента. Это позволит сократить или вообще отказаться от применения сжатого воздуха, от центральных компрессорных станций и длинных пневматических трубопроводов. Вместе с тем при необходимости можно использовать передвижные компрессорные установки небольшой производительности непосредственно в местах потребления сжатого воздуха: в подземных выработках шахт и на поверхности.

Энергоэффективность может быть также существенно повышена путём применения регулируемого электропривода для таких потребителей, как конвейеры, вентиляторные установки и др. Так, вентиляторы главного проветривания потребляют до 20% электроэнергии, что свидетельствует о низкой энергоэффективности вентиляционных систем. Применение регулируемого электропривода позволит регулировать подачу воздуха в соответствии с потребностями проветривания. Дополнительно за счёт снижения подачи воздуха снижается также общешахтная депрессия, и соответственно, уменьшаются внешние и внутренние утечки воздуха.

Затраты за потребляемую электрическую энергию могут быть существенно снижены путём регулирования электропотребления по тарифным зонам суток. Учитывая, что в ночные часы цена электроэнергии в 4,8 раза ниже, чем в часы максимума энергосистемы, разрабатывают планы-графики регулировочных мероприятий, внедрение которых позволит снизить нагрузку в часы утреннего и вечернего максимумов нагрузки энергосистемы. В условиях шахт в качестве потребителей-регуляторов наиболее эффективно использовать водоотливные установки, которые должны работать главным образом в часы минимальной цены электроэнергии – в ночные часы. Ёмкости водосборников обычно имеют достаточный запас, при необходимости ёмкости могут быть увеличены.

Остаётся актуальным вопрос компенсации реактивной мощности для повышения эффективности систем электроснабжения. Рассмотрены особенности компенсации реактивной мощности в условиях железорудных комбинатов с использованием синхронных машин с учётом их режимов работы и дополнительных потерь энергии, обусловленных генерацией реактивной мощности.

Силовые трансформаторы на главных подстанциях железорудных комбинатов имеют низкий коэффициент загрузки (30 – 40 %) в силу чего и работают в неэкономных режимах. Произведена оценка снижения потерь при выводе в «холодный» резерв одного из трансформаторов в зависимости от результирующего коэффициента загрузки оставшегося в работе трансформатора. Определено, что вывод в «холодный» резерв одного из трансформаторов экономически целесообразен при результирующем коэффициенте загрузки меньше 0,6.

Среди подземных потребителей наиболее сложным и энергоёмким электротехническим комплексом является электровозный транспорт, имеющий низкую эффективность энергоиспользования. Применение реостатных систем управления приводит к тому, что 30 – 40% электроэнергии бесполезно теряется в регулировочных реостатах тяговых электротехнических комплексов электровозов. Современное развитие промышленной электроники позволяет значительно улучшить технические характеристики электровозов и в 1,5 раза сократить расход электроэнергии [3].

Эксплуатируемые в настоящее время системы электроснабжения железорудных

предприятий характеризуются значительным завышением мощностей силовых трансформаторов, установленных как на поверхности, так и на подземных подстанциях. Соответственно завышаются параметры аппаратуры и сечения кабелей, увеличиваются капитальные затраты. Это происходит на стадии проектирования из-за завышения расчётных электрических нагрузок. Причиной такого положения является несовершенство как самих методов расчёта, так и некорректность используемых расчётных коэффициентов. При выполнении расчётов электрических нагрузок потребителей искусственно разделяют на группы с однотипным режимом работы, хотя реально существуют технологические группы потребителей с различными режимами работы: потребители технологических участков, цехов, предприятий в целом. Другими словами, логика построения применяемых методик расчёта не соответствует структуре строения систем электроснабжения [4].

На рис. 2 представлена обоснованная авторами картограмма потенциалов повышения электроэнергоэффективности слагаемых систем электроснабжения и электропотребления железорудных шахт. При этом под электроэнергоэффективностью понимают потенциал (в процентах) возможного сокращения потребления или потерь ЭЭ конкретными потребителями или слагаемым систем электроснабжения.

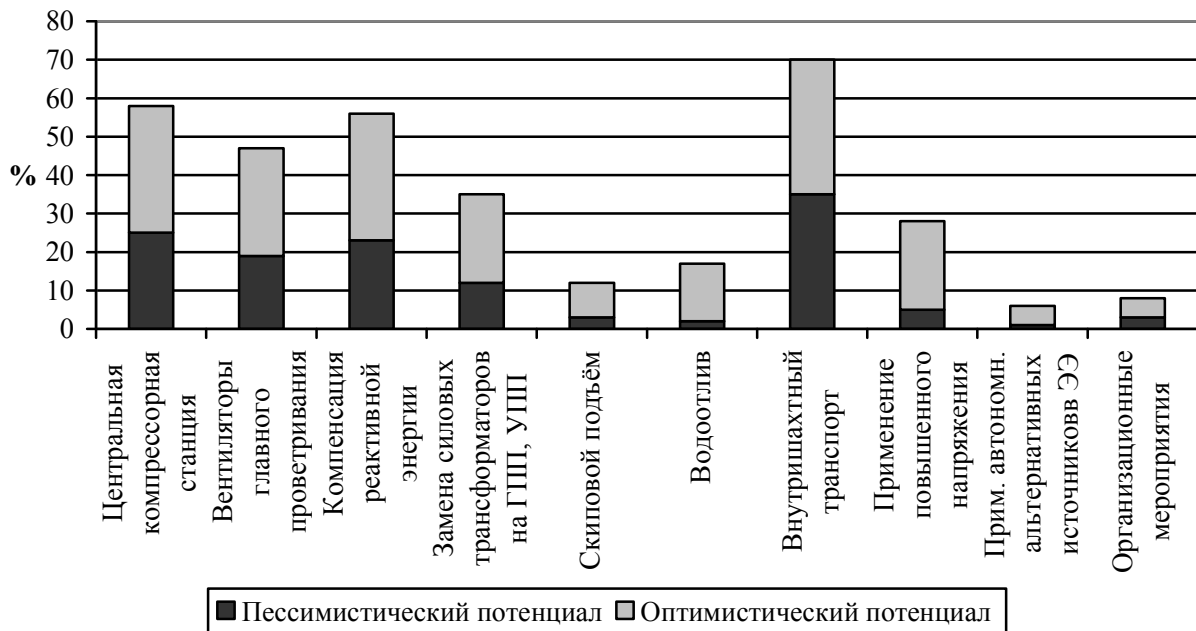


Рис. 2. Сопоставление оптимистического и пессимистического потенциалов повышения электроэнергоэффективности слагаемых систем электроснабжения и электрооборудования железорудных шахт

Реализация рекомендуемых способов позволит по железорудной шахте (комбинату) сократить расход ЭЭ в оптимистическом варианте на 35 – 40%, в пессимистическом – на 15 – 20%.

Как дополнение отметим, что повышение электроэнергоэффективности – это задача комплексная, для решения которой на железорудных предприятиях требуются не только технические, но и организационные мероприятия, и, прежде всего, разработка и внедрение действенной структуры энергоменеджмента.

Выводы. 1. Наиболее энергоёмкими потребителями на железорудных предприятиях являются стационарные установки – водоотливные, вентиляционные, подъёмные, компрессорные, – потребляющие свыше 80% всей потребляемой электроэнергии.

2. Целесообразна замена пневматического привода электрическим, имеющим КПД на порядок выше, для погрузочных и буровых машин, отбойных молотков.

3. Эффективно применение регулируемого электропривода для вентиляторов главного

проветривания для регулирования подачи воздуха в соответствии с потребностями проветривания.

4. Затраты на электроснабжение могут быть существенно снижены путём регулирования электропотребления по тарифным зонам суток. Наиболее эффективно в качестве потребителей-регуляторов использовать водоотливные установки.

5. Применение современных частотнорегулируемых асинхронных тяговых приводов для рудничных электровозов позволит значительно улучшить технические характеристики электровозов и в 1,5 раза сократить расход электроэнергии на электровозном транспорте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / [Сінчук О. М., Сінчук І. О., Федорченко Н. А., Мельник О. Є. та ін.] – Кременчук: Вид. ПП Щербатих О. В., 2010. – 340 с.

2. Гойхман В. М. Регулирование электропотребления и экономия электроэнергии на угольных шахтах / В. М. Гойхман, Ю. П. Миновский. – М.: Недра, 1988. – 320 с.

3. Комбинаторика преобразователей напряжения современных тяговых электроприводов рудничных электровозов / [Синчук О. Н., Синчук И. О., Юрченко Н. Н., Чернышов А. А., Удовенко О. А., Пасько О. В., Гузов Э. С.] – Київ: ІЕДНАНУ, 2006. – 252 с.

4. Синчук О. Н. Совершенствование методов расчёта электрических нагрузок при проектировании и модернизации систем электроснабжения железорудных предприятий / О. Н. Синчук, Э. С. Гузов, Р. А. Пархоменко // Вісник Кременчуцького національного університету. – 2013. – Вип. 1 (78). – С. 28 – 32.

Синчук Олег Николаевич – д. т. н., профессор, кафедра систем промышленного электропотребления и электрического транспорта, заведующий кафедрой, e-mail: speet@ukr.net, тел: (056)4091730.

Гузов Эдуард Семёнович – к. т. н., доцент, кафедра систем промышленного электропотребления и электрического транспорта, доцент кафедры, e-mail: speet@ukr.net, тел: (056)4091730.

Яловая Алёна Николаевна – соискатель, кафедра систем промышленного электропотребления и электрического транспорта, e-mail: speet@ukr.net, тел: (056)4091730.

ГВУЗ «Криворожский национальный университет».