

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОЁМКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Проблема рационального использования энергоресурсов в стране была и остается актуальной, особенно в промышленности, которая является крупнейшим потребителем всех видов энергоресурсов. Анализ, выполненный рядом фирм и организаций, показывает, что потенциал возможного энергосбережения в промышленности составляет до 25% годового их потребления.

Проблема энергосбережения особенно актуальна для энергоемких производств, к которым относятся черная и цветная металлургия, ферросплавное производство, сталеплавильное производство машиностроительных заводов и т.д. Эффективное использование энергоресурсов может быть обеспечено как на основе рационально построенной организационной и экономической политике предприятия, так и путем внедрения технических решений, в основе которых — энергосберегающие технологии. Если рассматривать технические решения, обеспечивающие энергосбережение, то, естественно, они должны закладываться на стадии проектирования реконструкции отдельных объектов промышленности или проектирования новых объектов.

В настоящей статье рассмотрен ряд технических решений, обеспечивающих снижение электропотребления для одного из энергоемких машиностроительных предприятий Украины.

А. Статический тиристорный компенсатор

На рис.1 приведена проектируемая схема электроснабжения напряжением 220/110/35/6 кВ для реконструируемого электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) предприятия.

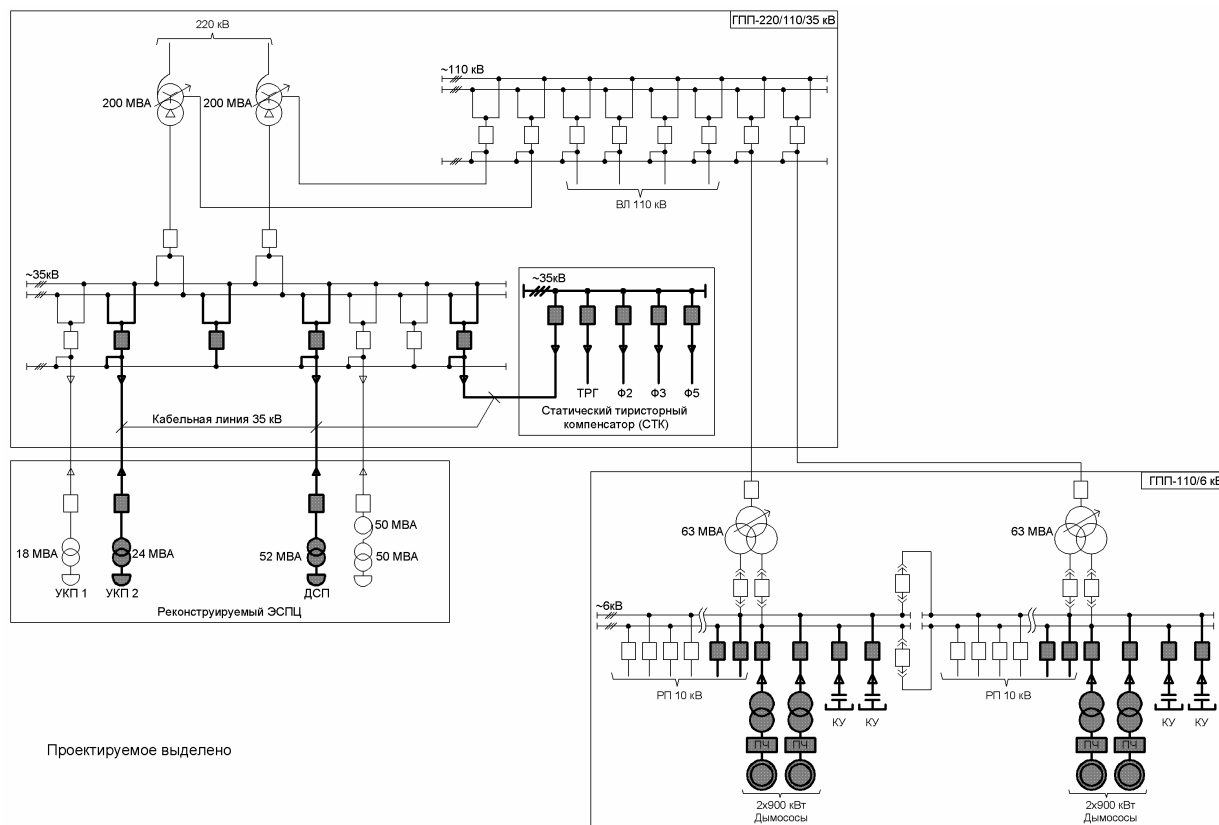


Рис. 1

Основными электроприемниками цеха являются электросталеплавильная печь (ДСП) с печным трансформатором (ПТ) 52 МВА и установка ковш-печь (УКП) с ПТ мощностью 24 МВА. ПТ выполнены на первичное напряжение 35 кВ.

Резкопеременный режим электропотребления реактивной мощности ДСП и УКП приводит к возникновению в сети колебаний и отклонений напряжения, а потребляемый печными агрегатами нелинейный несимметричный ток — к генерации гармоник, искажению синусоидальности и несимметрии кривой напряжения питающей сети. Для обеспечения показателей качества электроэнергии в соответствии с ГОСТ 13109-97 предусматривается статический тиристорный компенсатор (СТК) в составе фильтров 2, 3 и 5 гармоник и тиристорно-реакторной группы.

Установка СТК обеспечивает:

1 Оптимизацию технологического процесса плавки, в т.ч.:

- сокращение длительности цикла плавки;
- повышение величины вводимой в печь активной мощности;
- снижение удельных затрат активной электроэнергии на производство стали;
- снижение энергоемкости производства и уменьшение себестоимости продукции.

2 Оптимальный режим работы системы электроснабжения, в т.ч.:

- обеспечение нулевого перетока реактивной мощности на границе балансовой принадлежности электрической сети;
- компенсацию потребляемой реактивной мощности непосредственно в узлах ее потребления;
- сокращение потерь активной электроэнергии, вызванных перетоками реактивной.

3 Электромагнитную совместимость ДСП и УКП с другими нагрузками и питающей их электрической сетью, в т.ч.:

- стабилизацию и симметрирование напряжения электрической сети предприятия и стабильность работы технологического оборудования;
- повышение надежности работы электрооборудования.

При установке СТК отклонение напряжения на шинах 35 кВ ПТ ДСП и УКП практически отсутствуют (см. рис. 2). Стабилизация напряжения обеспечивает увеличение потребляемой активной мощности — мощности, поступающей в расплав на протяжении плавки, которое может быть вычислено по формуле:

$$\Delta P_{(\%) } = 100 \cdot [100 / (100 - \Delta U_{(\%) })]^2 - 100,$$

где $\Delta P_{(\%)}$ — увеличение мгновенной потребляемой активной мощности (%);

$\Delta U_{(\%)}$ — отклонение напряжения, обусловленное колебаниями реактивной мощности, потребляемой ДСП в процессе плавки при отсутствии СТК.

Среднестатистические данные о предельных отклонениях напряжения в процессе плавки без СТК, полученные по результатам многочисленных обследований режимов работы систем электроснабжения печной нагрузки при номинальном напряжении печного трансформатора 35 кВ, находятся в пределах 10÷15% (см. рис.3). Даже если принять $\Delta U = 5\%$, то увеличение мощности, поступающей в расплав на протяжении плавки $\Delta P_{(\%)}$, составит около 11%.

Время плавки (Т) при включенном СТК определяется с учетом дополнительной мощности, поступающей в расплав благодаря стабилизации режима напряжения на шинах ПТ, при этом принимается, что мощность используется в процессе плавки с той же эффективностью, что и при работе без СТК.

Суммарное потребление активной электроэнергии на одну плавку при этом остается неизменным, т. е. принимается равным потреблению при работе без СТК, хотя, практически, стабилизация горения дуги в ДСП снижает суммарное потребление активной электроэнергии в процессе плавки, что повышает суммарный экономический эффект СТК.

Сокращение времени плавки T на $\Delta T_{(\%)}$ составляет порядка 11% при условии неизменности суммарного потребления активной электроэнергии и эквивалентно увеличению потребляемой активной мощности $\Delta P_{(\%)}$ на протяжении одной плавки. Вследствие сокращения времени плавки, производительность печи может быть увеличена в $(1 + \Delta T_{(\%)})$ раза, что позволяет соответственно увеличить годовой объем выплавки стали и суммарную прибыль предприятия.

Эффективность СТК обеспечивается за счет снижения потребления активной электроэнергии, снижения потерь активной электроэнергии в связи с компенсацией реактивной мощности, снижения потребления природного газа и кислорода, увеличения производительности печи и др. факторов. Расчеты экономической эффективности, выполненные для ряда объектов, показывают, что срок окупаемости СТК составляет 1,2 ÷ 1,5 года.

Б. Преобразователи частоты

Перспективным направлением экономии электроэнергии является использование частотно-регулируемого электропривода — статического преобразовательного устройства, предназначенного для изменения скорости вращения асинхронных электродвигателей.

Экономия электроэнергии при внедрении преобразователей частоты (ПЧ) может достигать 40%, окупаемость за счет экономии энергоресурсов и других составляющих эффективности не превышает 1,5 года. Наибольшая экономия электроэнергии достигается при регулировании (поддержании) какого-либо технологического параметра — расхода воды, давления в сети, температуры, разрежения газов и т.д.

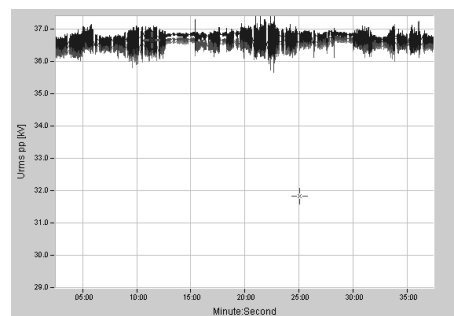


Рис. 2 Линейное напряжение на шинах 35 кВ при работе ДСП с СТК

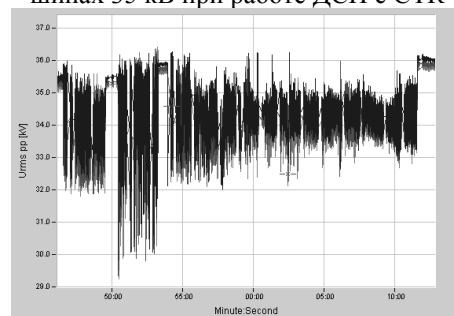


Рис. 3 Линейное напряжение на шинах 35 кВ при работе ДСП без СТК

При внедрении преобразователей частоты значительно увеличивается экономическая и эксплуатационная эффективность прежде всего для таких механизмов, как насосы, вентиляторы, дымососы, конвейеры, транспортеры, краны и др. Экономическая эффективность частотного регулирования асинхронных электродвигателей насосного агрегата или вентилятора показана на рис. 4.

Учитывая значительную экономию электроэнергии при частотном регулировании, для насосов, дымососов газоочистки, конвейеров газоочистки, вибрационных питателей сыпучих, тележек скраповозов и сталевозов ДСП и УКП и т.д. для ряда механизмов применены преобразователи частоты.

Как показали расчеты, преобразователь частоты для дымососа с электродвигателем 900 кВт только за счет снижения электропотребления окупается примерно за 1,2 года.

Кроме снижения электропотребления преобразователь частоты также обеспечивает:

- плавный разгон и торможение;
- ограничение тока на уровне номинального в пусковых, рабочих и аварийных режимах;
- увеличение срока службы механо- и электрооборудования.

В. Конденсаторные установки

Одним из мероприятий по снижению потребления электроэнергии является компенсация реактивной мощности в сетях напряжением 0,4 и 6 кВ за счет установки непосредственно у электроприемников регулируемых конденсаторных установок. Регулирование автоматическое, ступенчатое. При этом исключается как потребление так и выдача реактивной мощности в энергосистему, т.е. сводятся к минимуму активные потери мощности в элементах электрической сети предприятия, вызываемые реактивной составляющей тока (см. рис. 1).

С учетом того, что потребляемая предприятием при трехфазной работе реактивная мощность составляет несколько десятков Мвар, экономия электроэнергии при условии полной компенсации реактивной мощности получается довольно существенная. Регулируемые конденсаторные установки, имея минимальные потери активной мощности на 1 квар реактивной мощности ($0,2 \div 0,3$ Вт/квар), позволяют также экономить электроэнергию. В соответствии с расчетами снижение потерь в конденсаторах только на 0,1 Вт/квар с учетом установленной мощности конденсаторов на предприятии около 100 Мвар приводит к снижению потребления электроэнергии примерно на 80 тыс. кВт·час в год.

Г. Электрическое освещение

Значительный эффект в части энергосбережения для систем освещения достигается использованием энергосберегающих ламп 65 Вт, со световым потоком 3575 люмен, что соответствует потоку ламп накаливания суммарной мощностью 255 Вт. Годовая экономия электроэнергии от применения только одной энергосберегающей лампы по сравнению с лампами накаливания составляет ~1500 кВт·ч, при этом срок службы энергосберегающих ламп достигает 8000 часов.

Для верхнего света ЭСПЦ предусматриваются металлогалогенные лампы. В режиме работы с пуско-регулирующей аппаратурой для натриевых ламп они потребляют 452 Вт при световом потоке 42000 лм, что соответствует суммарной мощности ртутных ламп высокого давления типа ДРЛ 763 Вт.

Годовая экономия электроэнергии от применения только одной металлогалогенной лампы по сравнению с лампой ДРЛ составляет ~2500 кВт·ч.

Д. Электрооборудование и кабели

Канализация электроэнергии на напряжении 35 и 6 кВ выполняется одножильными и трехжильными кабелями с изоляцией из сшитого полиэтилена. Указанные кабели имеют низкий коэффициент диэлектрических потерь, равный 0,001 (для кабелей с бумажной изоляцией этот коэффициент - 0,008). Трансформаторы с высоким напряжением 35 и 6 кВ имеют небольшой ток холостого хода $0,2 \div 0,3 I_n$, что также уменьшает потери холостого хода трансформаторов. Комплекс приведенных мероприятий обеспечивает для предприятия значительное снижение потребления электроэнергии.

Выводы:

1. Для энергоемких производств, имеющих в составе ДСП и УКП, отрицательно воздействующих на электрические сети, эффективным энергосберегающим устройством является статический тиристорный компенсатор. Срок его окупаемости $1,2 \div 1,5$ года.

2. Перспективным направлением экономии электроэнергии является использование частотно-регулируемого электропривода для самых различных механизмов. Экономия электроэнергии может достигать 40%, окупаемость ~1,5 года.

3. Значительный энергосберегающий эффект обеспечивает использование электрооборудования с высокими энергетическими показателями (энергосберегающие лампы, конденсаторы, трансформаторы и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1 Закон Украины по энергосбережению №74/94-ВР. 2 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. ГОСТ 13109-97. 3 Скидан Н.Н., Назарок В.И., Лосицкий Ю.Е., Леписто Йони, Плаксин Д.Э. Проектирование электроснабжения крупных электросталеплавильных комплексов. Промэлектр №1, 2009г.

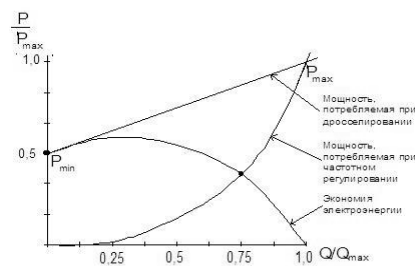


Рис. 4