

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 621.316.016.25

В. М. Ефременко, Р. В. Беляевский

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ

Вопросы энергосбережения приобретают в настоящее время все большую значимость. На их решение направлены многочисленные обращения и указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, и в том числе Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [1]. В данном аспекте снижение потерь электроэнергии в электрических сетях, возникающих при ее передаче и распределении, является актуальной, практически значимой задачей, необходимость своевременного решения которой обусловлена различными техническими и экономическими причинами. Поскольку угольные разрезы относятся к сложным энергоемким потребителям электрической энергии, то снижение потерь электроэнергии в электрических сетях разрезов позволит не только снизить их энергоемкость, но и в значительной степени реализовать потенциал энергосбережения, имеющийся на сегодняшний день в угольной промышленности, и обеспечить существенную экономию энергетических ресурсов.

Значительное влияние на формирование величины технологических потерь электроэнергии в электрических сетях оказывают перетоки реактивной мощности. Наличие перетоков реактивной мощности приводит к увеличению потерь электроэнергии, снижению ее качества, уменьшению пропускной способности электрических сетей, а также ряду других отрицательных последствий. Для уменьшения перетоков реактивной мощности и снижения потерь электроэнергии в электрических сетях должны проводиться мероприятия по компенсации реактивной мощности, заключающиеся в установке дополнительных источников реактивной мощности (компенсирующих устройств) в месте ее потребления.

В электрических сетях угольных разрезов в качестве подобных источников реактивной мощности могут быть использованы синхронные двигатели (СД). Характер и значение реактивной мощности синхронных двигателей определяются величиной тока возбуждения в обмотке ротора. При работе в режиме недовозбуждения синхронные двигатели потребляют реактивную мощность из сети. При переводе же их в режим перевозбуж-

дения они начинают работать не только как двигатели, но и как источники реактивной мощности, т. е. генерируют реактивную мощность в сеть. Величина генерируемой синхронными двигателями реактивной мощности зависит от их загрузки по активной мощности, напряжения на их зажимах и технических данных двигателей. Поэтому представляется целесообразным определить генерирующую способность по реактивной мощности синхронных двигателей, установленных на угольных разрезах, с тем, чтобы в дальнейшем произвести оценку эффективности их применения в качестве компенсирующих устройств для компенсации реактивной мощности в электрических сетях разрезов.

С этой целью была рассмотрена система электроснабжения угольного разреза. Электроснабжение разреза осуществляется от двухтрансформаторной подстанции напряжением 110/6 кВ с установленной мощностью силовых трансформаторов 2×10000 кВА. На разрезе имеется шесть участков. На рис. 1 в качестве примера приведена схема электроснабжения одного из участков горных работ. Основными потребителями электрической энергии на разрезе являются экскаваторы, буровые станки и насосные установки. Электропривод экскаваторов осуществляется преимущественно с помощью синхронных двигателей, а электропривод одноковшовых экскаваторов типа ЭКГ-5А и буровых станков – с помощью высоковольтных и низковольтных асинхронных двигателей (АД) соответственно. Кроме потребителей участка горных работ на разрезе также имеются прочие потребители электроэнергии, к числу которых можно отнести угольные склады, котельные, административно-бытовой корпус (АБК) и др.

Для определения величины потребляемой разрезом реактивной мощности был произведен расчет электрических нагрузок по методу коэффициента спроса. Исходными данными для расчета являлись сведения об установленной мощности потребителей разреза, а также значения их коэффициентов спроса и мощности (реактивной мощности). Для определения реактивной мощности, потребляемой силовыми трансформаторами, использовались их паспортные данные. При этом расчет и последующий анализ производился для

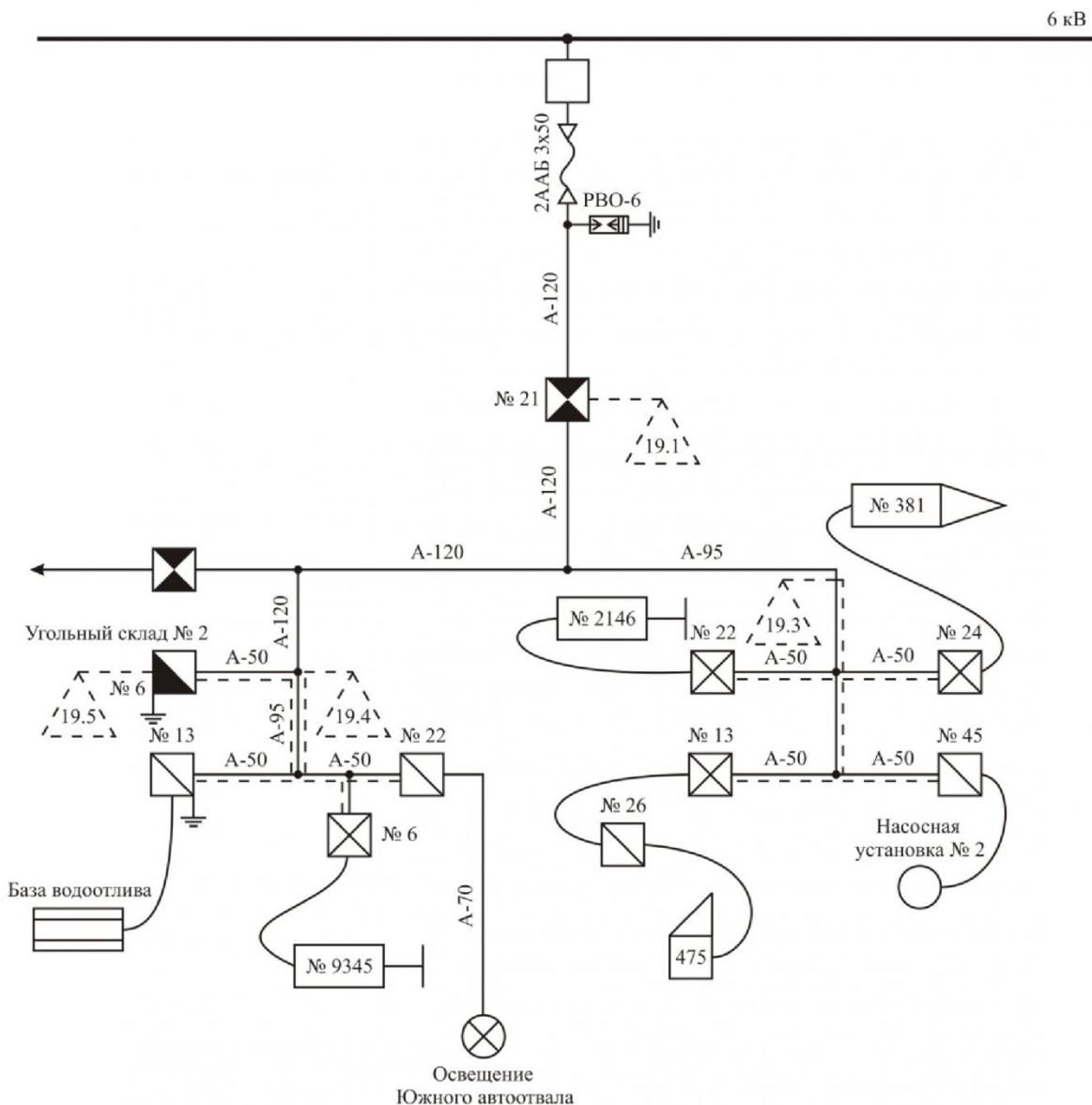


Рис. 1. Схема электроснабжения участка горных работ угольного разреза

режима номинальной загрузки электрооборудования. Результаты расчета реактивной мощности, потребляемой угольным разрезом, приведены в таблице.

Как следует из таблицы, основная часть реактивной мощности, потребляемой угольным разрезом, приходится на электродвигатели, силовые трансформаторы комплектных трансформаторных подстанций напряжением 6/0,4 кВ, трансформаторы собственных нужд (ТСН) и осветительные установки с лампами типа ДРЛ. При этом существенная доля реактивной мощности потребляется также электроприемниками прочих потребителей. При переводе имеющихся на разрезе синхронных двигателей в режим перевозбуждения и при работе с опережающим $\cos\phi = 0,8$ их генерирующая способность составит 4604,25 кВАр. Таким образом, при работе синхронных двигателей в данном режиме будет компенсироваться около 40 % от общей реактивной мощности, потребляемой

угольным разрезом. Однако следует отметить, что синхронные двигатели, являющиеся источниками реактивной мощности, установлены на участке горных работ, и поэтому могут быть использованы преимущественно для компенсации реактивной мощности потребителей этого участка. При этом реактивная мощность потребителей участка горных работ будет компенсирована полностью, а оставшаяся часть реактивной мощности может быть использована для компенсации реактивной мощности прочих потребителей. Кроме того, при снижении активной нагрузки синхронных двигателей появляется возможность дополнительно загрузить их по реактивной мощности и генерировать реактивную мощность в сеть при сохранении того же значения полной мощности, передаваемой по сети. Следовательно, в данном случае синхронные двигатели могут рассматриваться как достаточно эффективное средство компенсации реактивной мощности.

Таблица. Реактивная мощность в электрических сетях угольного разреза

Потребители	СД в режиме потребления Q	СД в режиме генерации Q	
	$Q_{\text{потреб}}$, кВАр	$Q_{\text{потреб}}$, кВАр	$Q_{\text{ген}}$, кВАр
Экскаваторы (СД)	4135,59	0,00	4604,25
Экскаваторы, буровые станки (АД)	924,75	924,75	
Силовые трансформаторы, из них:	1075,347	1075,347	
- участок горных работ	182,32	182,32	
- прочие потребители	893,027	893,027	
ТСН	238,04	238,04	
Осветительные установки	553,39	553,39	
Прочие	3882,77	3882,77	
Итого по разрезу, из них:	10809,90	6674,30	4604,25
- участок горных работ	6034,10	1898,50	4604,25
- прочие потребители	4775,80	4775,80	

Вместе с тем использование синхронных двигателей для компенсации реактивной мощности прочих потребителей представляется не вполне целесообразным ввиду значительного удаления последних от участка горных работ, а, значит, и от

синхронных двигателей, поскольку передача реактивной мощности в данном случае приведет к дополнительным потерям электроэнергии в электрических сетях разреза.

Для компенсации реактивной мощности, потребляемой прочими потребителями, более целесообразным будет использование дополнительных компенсирующих устройств, устанавливаемых в местах непосредственного потребления реактивной мощности. В качестве таких компенсирующих устройств могут выступать, например, комплектные конденсаторные установки.

Использование подобной схемы компенсации реактивной мощности позволит значительно уменьшить величину реактивной мощности, потребляемой угольными разрезами. Кроме того, при проведении на разрезах организационных мероприятий по компенсации реактивной мощности появляется возможность обеспечить дополнительное естественное снижение потребляемой реактивной мощности, не прибегая при этом к значительным капитальным затратам. К числу организационных мероприятий можно отнести замену малозагруженных силовых трансформаторов и асинхронных двигателей, ограничение длительности холостого хода, повышение качества ремонта электрооборудования и др. Как показали исследования, необходимость проведения подобных мероприятий обусловлена тем, что при снижении загрузки трансформаторов и асинхронных двигателей происходит значительное увеличение относительного потребления ими реактивной мощности [2, 3, 4]. Уменьшение потребляемой реактивной мощности приведет к снижению технологических потерь электроэнергии в электрических сетях, повышению ее качества и будет способствовать реализации на угольных разрезах потенциала энергосбережения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст] : фед. закон : [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г. : одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – (Актуальный закон).
2. Ефременко, В. М. Анализ влияния нагрузки силовых трансформаторов на потребление реактивной мощности / В. М. Ефременко, Р. В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2009. – № 6. – С. 46–48.
3. Ефременко, В. М. Анализ зависимости коэффициента реактивной мощности от коэффициента загрузки силовых трансформаторов / В. М. Ефременко, Р. В. Беляевский // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2010. – № 1. – С. 107–109.
4. Беляевский, Р. В. Анализ влияния коэффициента загрузки асинхронных двигателей на потребление реактивной мощности // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2010. – № 6. – С. 66–69.

□ Авторы статьи:

Ефременко
Владимир Михайлович,
канд. техн наук, ст. научн.сотр.,
зав. каф. электроснабжения
горных и промышленных
предприятий КузГТУ,
e-mail: evm.kegpp@kuzstu.ru

Беляевский
Роман Владимирович,
асс. каф. электроснабжения
горных и промышленных
предприятий КузГТУ,
e-mail: belaevsky@mail.ru