

УДК 621.316.016.25

В.М. Ефременко, Р.В. Беляевский

О ВЛИЯНИИ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Основными потребителями электрической энергии являются промышленные предприятия. Ими используется около 60 % от общего объема электроэнергии, вырабатываемой энергосистемой. Однако, несмотря на достаточно высокий уровень электропотребления, энергетическая эффективность российских предприятий остается крайне низкой, а их энергоемкость в 2–3 раза превышает энергоемкость аналогичных зарубежных предприятий [1]. Причиной этого во многом являются общий спад промышленного производства, наблюдаемый в России в последние десятилетия, и вызванное им снижение уровня загрузки электрооборудования, в результате чего на промышленных предприятиях сложилась ситуация, при которой системы электроснабжения эксплуатируются не в номинальном режиме. Нерациональная эксплуатация и снижение уровня загрузки электрооборудования приводят к увеличению потерь электроэнергии в промышленных электрических сетях и, как следствие, к дополнительному, не вызванному потребностями производства расходу электрической энергии. Кроме того, значительная часть потерь электроэнергии в промышленных электрических сетях обусловлена перетоками реактивной мощности, что свидетельствует о низкой степени ее компенсации в месте потребления.

Таким образом, за последние десятилетия на промышленных предприятиях создан огромный потенциал энергосбережения. В этой связи актуальной и практически значимой задачей, необходимой для реализации данного потенциала энергосбережения, является рационализация эксплуатации промышленных электрических сетей и электрооборудования. Поскольку основными потребителями электрической энергии на промышленных предприятиях являются асинхронные двигатели, то, в первую очередь, необходимо осуществлять мероприятия по рационализации работы асинхронных двигателей. Данные мероприятия должны быть направлены, прежде всего, на естественное уменьшение реактивной мощности, потребляемой электродвигателями, и тем самым на снижение потерь электроэнергии в промышленных электрических сетях.

В общем случае реактивная мощность, потребляемая асинхронными двигателями, складывается из двух составляющих: реактивной мощности намагничивания, расходуемой на создание магнитного потока холостого хода, и реактивной мощности полей рассеяния. При этом величина реактивной мощности, потребляемой асинхрон-

ными двигателями, зависит от большого количества факторов.

Среди различных факторов, оказывающих влияние на потребление реактивной мощности асинхронными двигателями, особое значение имеет их нагрузка. Подробно влияние нагрузки асинхронных двигателей на потребление реактивной мощности рассмотрено в [2]. Снижение коэффициента загрузки электродвигателей приводит к повышенному потреблению ими реактивной мощности, что, в свою очередь, вызывает дополнительный непроизводительный расход электроэнергии на промышленных предприятиях, возникающий вследствие увеличения потерь электроэнергии в промышленных электрических сетях при передаче по ним дополнительной реактивной мощности. При этом также происходит увеличение коэффициента реактивной мощности $tg\varphi$ электродвигателей и промышленных предприятий, значение которого нормируется в [3] в зависимости от уровня номинального напряжения.

Величина реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями, зависит также от их номинальной мощности. Конструктивное исполнение асинхронных двигателей таково, что с уменьшением их номинальной мощности увеличивается относительная величина воздушного зазора и соответственно относительная величина тока намагничивания и реактивной мощности, потребляемой электродвигателями. На рис. 1 и 2 представлены графики зависимости коэффициента реактивной мощности от номинальной мощности $tg\varphi = f(P_{ном})$ при различных значениях коэффициента загрузки k_z для асинхронных двигателей серий 4А и АИ основного исполнения с синхронной частотой вращения $n = 3000$ об/мин соответственно, построенные по результатам расчетов коэффициентов реактивной мощности на основании каталожных данных электродвигателей, приведенных в каталогах заводов-изготовителей, и аппроксимированные с использованием степенной аппроксимирующей функции.

Из графиков зависимости на рис. 1 и 2 следует, что при изменении коэффициента загрузки в диапазоне $k_z = 0,7 \div 1$, значение коэффициента реактивной мощности асинхронных двигателей меняется незначительно. Существенное увеличение $tg\varphi$ электродвигателей происходит при снижении их коэффициента загрузки менее $k_z = 0,45$.

Поэтому в процессе эксплуатации не следует допускать снижения коэффициента загрузки асинхронных двигателей менее $k_z = 0,45$, т. к. это при-

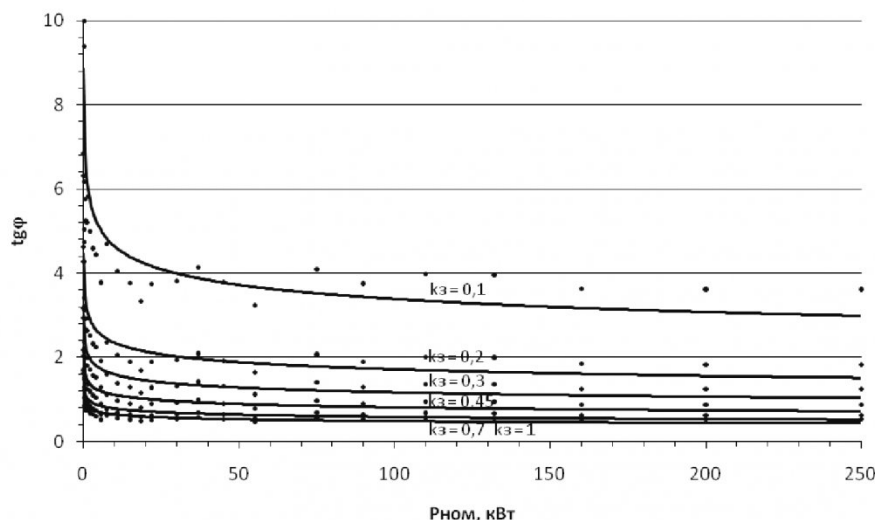


Рис. 1. Графики зависимости $\operatorname{tg}\varphi = f(P_{\text{ном}})$ при различных значениях коэффициента загрузки k_z для асинхронных двигателей серии 4А основного исполнения с синхронной частотой вращения $n = 3000$ об/мин

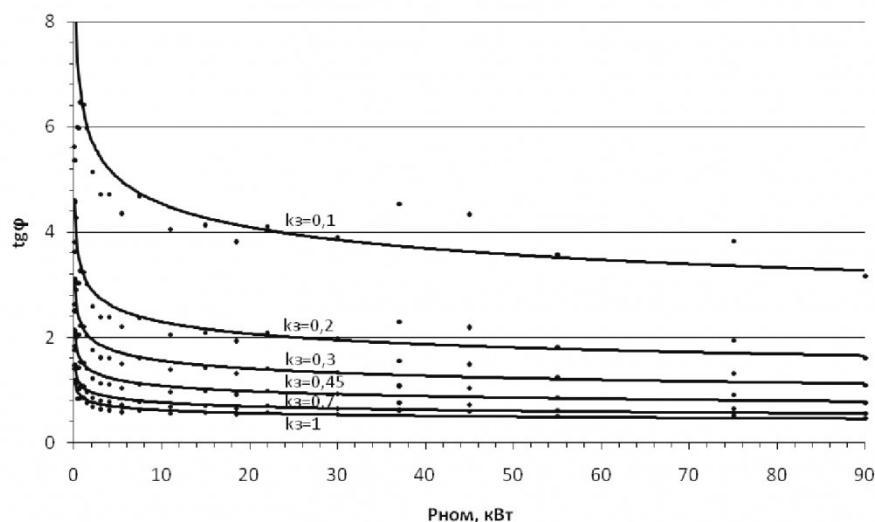


Рис. 2. Графики зависимости $\operatorname{tg}\varphi = f(P_{\text{ном}})$ при различных значениях коэффициента загрузки k_z для асинхронных двигателей серий АИ основного исполнения с синхронной частотой вращения $n = 3000$ об/мин

ведет к повышенному потреблению ими реактивной мощности и увеличению потерь электроэнергии в промышленных электрических сетях.

Синхронная частота вращения (число пар полюсов) асинхронных двигателей также оказывает значительное влияние на величину реактивной мощности, потребляемой электродвигателями. Чем ниже синхронная частота вращения (больше число пар полюсов), тем выше значение $\operatorname{tg}\varphi$ асинхронных двигателей и относительная величина потребляемой ими реактивной мощности. Для того чтобы тихоходные асинхронные двигатели работали с той же мощностью, что и быстроходные, им необходима большая величина тока намагничивания, а, следовательно, и реактивной мощности. На рис. 3 и 4 приведены аппроксимированные графики зависимости коэффициента

реактивной мощности от номинальной мощности $\operatorname{tg}\varphi = f(P_{\text{ном}})$ при различном числе пар полюсов p для асинхронных двигателей серий 4А и АИ основного исполнения соответственно.

Помимо перечисленных выше факторов величина реактивной мощности, потребляемой асинхронными двигателями, и значения их $\operatorname{tg}\varphi$ зависят от качества ремонта электродвигателей. Увеличение $\operatorname{tg}\varphi$ асинхронных двигателей после ремонта происходит, в основном, из-за несоблюдения нормативных величин воздушного зазора электродвигателей и изменения их обмоточных данных [4].

Таким образом, в процессе эксплуатации асинхронных двигателей необходимо учитывать влияние различных факторов, чтобы избежать повышенного потребления ими реактивной мощности и, тем самым, увеличения потерь электро-

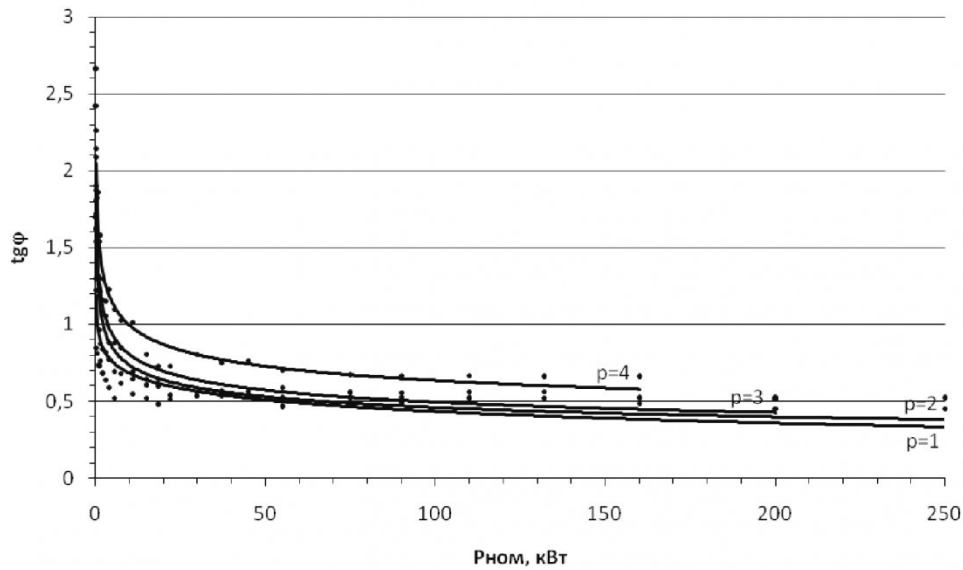


Рис. 3. Графики зависимости $\text{tg}\varphi = f(P_{\text{ном}})$ при различном числе пар полюсов p для асинхронных двигателей серии 4А основного исполнения

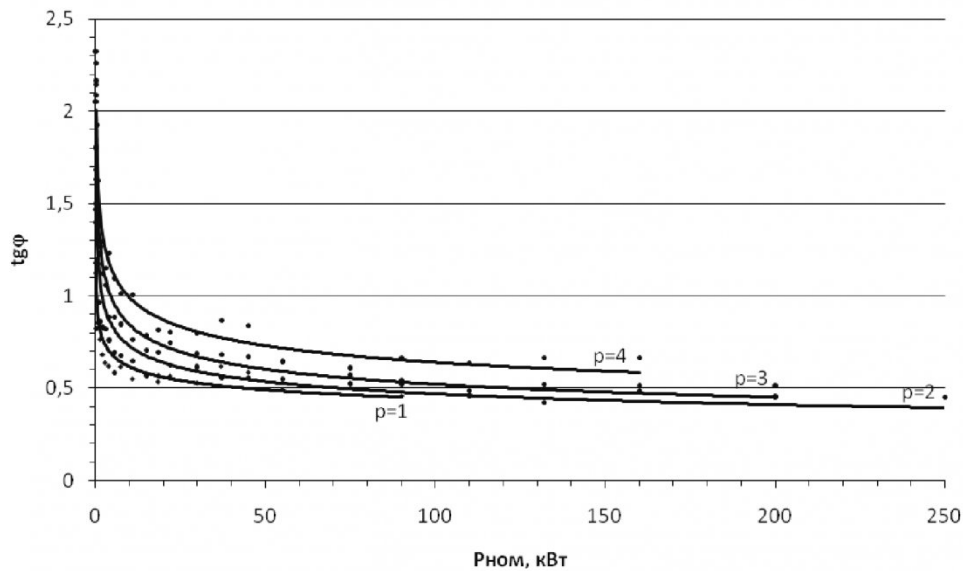


Рис. 4. Графики зависимости $\text{tg}\varphi = f(P_{\text{ном}})$ при различном числе пар полюсов p для асинхронных двигателей серии АИ основного исполнения

энергии в промышленных электрических сетях. Поэтому одним из важнейших условий рациональной эксплуатации асинхронных двигателей является правильный выбор электродвигателей по номинальной мощности и типу еще на стадии проектирования с тем, чтобы избежать изъятия избыточной мощности и ухудшения энергетических характеристик асинхронных двигателей в процессе эксплуатации.

Выявление случаев нерациональной работы асинхронных двигателей (в первую очередь, мало-загруженных асинхронных двигателей) в процессе эксплуатации следует производить в ходе энергетических обследований (энергоаудита) промышленных предприятий, проведение которых предусмотрено Федеральным законом № 261-ФЗ «Об

энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» [5]. При выявлении подобных случаев на промышленных предприятиях необходимо осуществлять рационализацию эксплуатации асинхронных двигателей. На рационализацию их эксплуатации может быть направлен целый комплекс мероприятий, к числу которых относятся: замена малозагруженных асинхронных двигателей электродвигателями меньшей номинальной мощности (изъятие избыточной мощности), понижение напряжения в обмотках асинхронных двигателей, систематически работающих с малой нагрузкой, ограничение длительности холостого хода асинхронных двигателей, повышение качества ремонта электродвигателей. Данные мероприятия направлены на естественное уменьшение ре-

активной мощности, потребляемой асинхронными двигателями, и, как правило, не требуют привлечения значительных капитальных затрат. Наряду с уменьшением потребления реактивной мощности реализация указанных мероприятий будет способствовать снижению потерь электроэнергии в про-

мышленных электрических сетях, уменьшению $t_{гф}$ промышленных предприятий, повышению энергетической эффективности и снижению энергоемкости технологических процессов и промышленных предприятий в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников, А. И. Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях : Учебное пособие / А. И. Колесников, М. Н. Федоров, Ю. М. Варфоломеев. – М. : ИНФРА-М, 2005. – 124 с.
2. Беляевский, Р. В. Анализ влияния коэффициента загрузки асинхронных двигателей на потребление реактивной мощности // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., 2010. – № 6. – С. 66 –69.
3. Порядок расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии, применяемых для определения обязательств сторон в договорах об оказании услуг по передаче электрической энергии (договоры энергоснабжения) : утв. Приказом М-ва промышленности и энергетики Рос. Федерации № 49 от 22.02.2007 : введ. в действие с 20.04.2007.
4. Красник, В. В. Автоматические устройства по компенсации реактивных нагрузок в электросетях предприятий. – М. : Энергия, 1975. – 112 с.
5. Российская Федерация. Законы. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Текст] : федер. закон : [принят Гос. Думой 11 ноября 2009 г. : одобр. Советом Федерации 18 ноября 2009 г.]. – (Актуальный закон).

□ Авторы статьи:

Ефременко
Владимир Михайлович
– канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,
зав. каф. электроснабжения горных
и промышленных предприятий
КузГТУ,
тел.8-904-999-0817
E-mail: evm.kegpp@kuzstu.ru

Беляевский
Роман Владимирович
– ассистент каф. электроснабжения
горных
и промышленных предприятий Куз-
ГТУ,
тел. 8-950-584-7672
E-mail: belaevsky@mail.ru

УДК 621.822.538.4

В.А. Старовойтов

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОЦЕНТРОБЕЖНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ВВОДА ДВИЖЕНИЯ

При создании новых или модернизации уже действующих машин и установок часто возникает проблема надежной герметизации вводов движения, в т.ч. и вращения. Это особенно важно при работе с вредными газовыми или жидкостными системами.

Среди значительного разнообразия уплотнительных устройств не последнее место занимают гидроцентробежные (импеллерные) уплотнения (ГЦУ) [1]. Основным недостатком их является разгерметизация объемов в неподвижном состоянии, что предполагает установку дополнительных стояночных уплотнений. Избежать этого, а также увеличить величину удерживаемого давления за счет некоторого усложнения конструкции классических ГЦУ позволяет использование магнитных

жидкостей (МЖ), т.е. дополнительного включения в процесс герметизации объемных магнитных сил [2].

Исследовался ввод движения в рабочую емкость аппарата с азотом. Герметизация осуществлялась с помощью ГЦУ, схема которого представлена на рис. 1. Отличительной особенностью конструкции является наличие катушки возбуждения, питаемой от источника постоянного тока, и дополнительного кольца, формирующего магнитный поток, замыкающегося через массив магнитной жидкости, как это указано штриховой линией. При испытаниях использовалась магнитная жидкость, синтезированная на основе вакуумного масла ВМ.6 и стабилизированного магнетита с