УДК 621.316

П.А.ГУРЬЕВ
Пермский государственный технический университет

О КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СХЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Статья является продолжением работы по исследованию состояния компенсации реактивной мощности на нефтедобывающем предприятии. Анализируется режим работы станка-качалки с целью оценки изменения активной и реактивной мощности за цикл. Была смоделирована типовая циклограмма нагрузки уравновешенного станка-качалки. Графоаналитическими способом для соответствующего двигателя построена кривая изменения активной и реактивной мощности за цикл работы станка.

This paper continues research into the state of reactive power compensation at oil-production enterprises. Operation mode of a pump jack is analyzed in order to assess changes in active and reactive power per cycle. A typical work cycle scheme of balanced pump jack was modeled. A curve of active and reactive power changes per working cycle was build for the corresponding pump jack with application of the graphical analytic method.

Как показывал анализ состояния компенсации реактивной мощности в распределительных сетях нефтедобывающего предприятия[*], задача улучшения компенсации является весьма актуальной. Об этом свидетельствуют, в частности, следующие данные:

1. Основными потребителями реактивной мощности на нефтедобывающем предприятии являются: асинхронные двигатели станков-качалок ШГН и погружных насосов ПЭД (до 60 %); трансформаторы КТП (до 30 %).

2. Значительная протяженность распределительных ЛЭП.

3. В настоящее время применятся только групповая компенсация в виде нерегулируемых БСК, установленных на шинах подстанций.

По данным системы АСКУЭ [*], средний коэффициент мощности $\cos\varphi_{ср}=0{,}67\div0{,}8$, предприятие несет дополнительные издержки по оплате потерь электроэнергии в сетях 6(10) кВ.

В данной работе рассматривается вопрос об изменении реактивной мощности в схемах электроснабжения станков-качалок и целесообразности применения в этих схемах индивидуальной компенсации.

В связи с отсутствием информации об изменении активной и реактивной мощности привода станка-качалки за цикл для исследований была взята известная циклограмма механических нагрузок в этом приводе[**]. Была использована экспериментально полученная сотрудниками ПГТУ циклограмма станка-качалки СКДР8-3-3,7-63-15-750 (диаметр шкива редуктора 900 мм, двигателя 280 мм) с двигателем 4АР180М8У3 (15 кВт, 750 об/мин). Эта экспериментальная циклограмма незначительно отличается от приведенных в литературе, поэтому именно она была использована для решения поставленной задачи. По циклограмме был осуществлен переход от изменяющегося во времени момента на шкиве редуктора к мощности на валу двигателя (рис.1).

По данной циклограмме необходимо было перейти к изменению активной и реактивной мощности за цикл работы станка. Для этого были использованы типовые рабочие характеристики двигателя. Чтобы получить конкретные значения активной и реактивной

[*] *Сапунков М.Л.* Об актуальности применения регулируемой компенсации реактивной мощности в распределительных сетях ООО ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ / М.Л.Сапунков, П.А.Гурьев // Электротехнологии, электропривод и электрооборудование предприятий: Сб. науч. тр. Всерос научно-техн. конференции / Уфимск. гос. нефтяной техн. ун-т. Уфа, 2007.

[**] *Адонин А.Н.* Добыча нефти штанговыми насосами. М.: Недра, 1979.

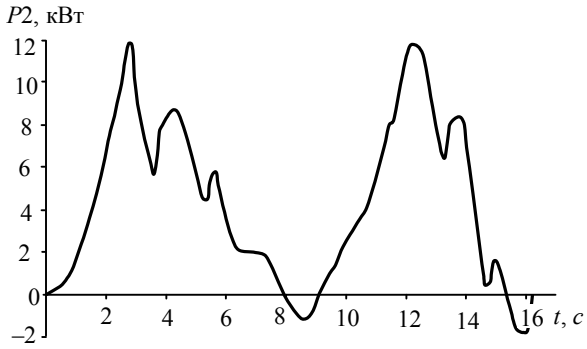


Рис.1. Циклограмма мощности на валу двигателя уравновешенного станка-качалки

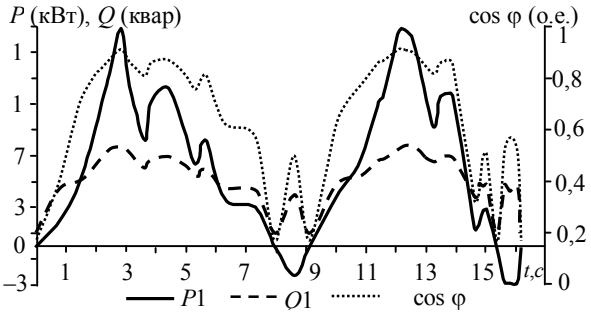


Рис.2. Циклограмма изменения активной, реактивной мощностей сети и коэффициента мощности сети при работе двигателя станка-качалки

мощности, зависимость $P_2(t)$ была разбита на ряд значений t_i и соответствующие значения P_{2i}. Задавая P_{2i} по рабочим характеристикам двигателя, определяли соответствующие значения $\cos\varphi_i$ и η_i. С использованием формул $P_1 = P_2/\eta$; $\cos\varphi = P_1\Big/\sqrt{(P_1)^2 + (Q_1)^2}$, получены значения реактивной мощности

$$Q_1 = \sqrt{\frac{(P_1)^2}{(\cos\varphi)^2} - (P_1)^2} = \frac{P_2 \cdot \sqrt{1-(\cos\varphi)^2}}{\eta \cdot \cos\varphi}.$$

Из построенной циклограммы (рис.2) видно, что реактивная мощность Q_1 изменяется в широких пределах: от 1 квар при холостом ходе 10,5 квар при почти полной загрузке двигателя. При подкручивании двигателя (график мощности уходит в отрицательную зону) двигатель работает в режиме генератора. Данное исследование имеет определенную погрешность в связи с тем, что для построения характеристик потребляемой мощности использовали графические рабочие характеристики. Повысить точность можно с помощью расчета схемы замещения двигателя, однако целесообразнее провести специальный эксперимент на действующем станке-качалке.

Из полученных данных следует, что в схемах электроснабжения станков-качалок целесообразно осуществлять индивидуальную компенсацию реактивной мощности каждого двигателя. Тип индивидуального компенсатора, число ступеней компенсации и способ управления компенсацией следует уточнить по результатам более углубленного исследования.

Научный руководитель проф. *М.Л.Сапунов*