

*Дуплавый Евгений Михайлович*

студент

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

## **ПОСЛЕДСТВИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ УСТАНОВЛЕННЫХ НОРМ**

***Аннотация:** в статье рассматривается влияние показателей качества электрической энергии на объекты электроэнергетики и описываются основные показатели, оказывающие наибольшее влияние на нефтегазовые предприятия.*

***Ключевые слова:** качество электроэнергии, отклонение напряжения, отклонение частоты, коэффициент несимметрии, коэффициент гармонической составляющей.*

Все потребители электрической энергии рассчитаны на работу при определенных показателях качества электроэнергии. Согласно ГОСТ 32144–2013 к этим показателям относят: положительное отклонение напряжения; отрицательное отклонение напряжения; отклонение частоты; коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности; коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности; коэффициент  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения; суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения; доза фликера, отн. ед [3].

Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, отклонение частоты, положительное и отрицательное отклонение напряжений оказывают технологические, технические и коммерческие потери электрической энергии.

Рассмотрим влияние некоторых показателей качества электроэнергии.

Так, при увеличении коэффициента  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения, потери при передаче и распределении электроэнергии, могут достигать 10% от фактических потерь.

Отклонение коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности и коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности влечет за собой рост фактических потерь во всей системе электроснабжения, так как имеет место протекания токов обратной и нулевой последовательности.

Далее рассмотрим влияние отклонения напряжения на работу асинхронных электродвигателей (АД). Как известно, момент АД зависит от квадрата питающего напряжения, таким образом, при уменьшении питающего напряжения на 10%, момент АД уменьшится на 19%. А при увеличении напряжения, растет потреблении реактивной мощности, что сказывается на увеличении потерь электроэнергии. Также работа АД при повышенном напряжении негативно сказывается на изоляции обмоток [1].

Отклонение коэффициента  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения оказывает термическое воздействие от высших гармоник тока, дополнительно возникают потери в АД, трансформаторах, воздушных и кабельных линиях электропередачи.

Колебание напряжения оказывает влияние на работу световых установок. Возникает мигание ламп, что в свою очередь вызывает утомление зрения персонала, а это может привести к различным производственным несчастным случаям. Также, при колебании напряжения на 10–15%, могут выйти из строя магнитные системы пускателей и конденсаторы вентильных выпрямительных агрегатов.

Рассмотрим схему нефтегазового предприятия.

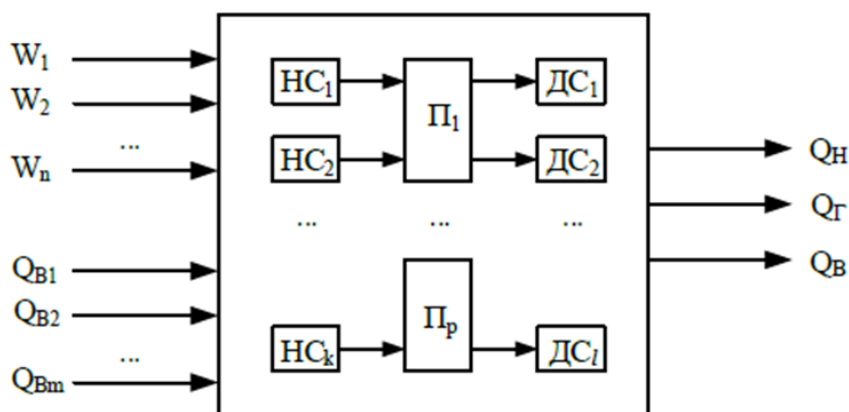


Рис. 1. Схема нефтегазодобывающего предприятия

*Примечание:*  $W_1, W_2, \dots, W_n$  – потребляемая электроэнергия;

$Q_{B1}, Q_{B2}, \dots, Q_{Bn}$  – вода для системы ППД;

$НС_1, НС_2, \dots, НС_k$  – нагнетательные скважины;

$П_1 \dots П_p$  – пласты;

$ДС_1, ДС_2, \dots, ДС_i$  – добывающие скважины;

$Q_n, Q_g, Q_v$  – добываемые нефть, газ и вода.

Как видно по рисунку 1, основными потребителями электроэнергии в нефтегазовом предприятии являются нагнетательные скважины (используются для закачки воды в пласт) – потребляют до 27% электроэнергии и добывающие скважины (используются для откачки на поверхность нефти, газа и воды) – свыше 50% [2].

Как известно, в нагнетательных и добывающих скважинах используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Применение именно такого типа электродвигателей обусловлено тем, что они обладают более простой конструкцией и соответственно они более надежны, по сравнению с синхронными двигателями и асинхронными двигателями с фазным ротором. Влияние отклонение показателей качества электроэнергии на работу АД были рассмотрены выше.

Также нельзя не упомянуть об использовании частотно-регулируемого привода (ЧРП) в работе нефтегазового предприятия. Он позволяет оптимизировать работу электродвигателей скважинных насосов и снизить их энергопотребление.

Применение ЧРП приводит к увеличению несинусоидальности напряжения [1]. Последствия увеличения несинусоидальности напряжения были описаны ранее.

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что характерными проблемами предприятий нефтегазового комплекса являются колебания напряжения и несинусоидальность напряжения.

### ***Список литературы***

1. Ананичева С.С. Качество электроэнергии. Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах: учебное пособие / С.С. Ананичева, А.А. Алексеев, А.Л. Мызин. – Екатеринбург: УрФУ. – 2012. – 93 с.

2. Гизатуллин Ф.А. Анализ энергоэффективности электротехнического комплекса нефтегазодобывающего предприятия / Ф.А. Гизатуллин, М.И. Хакимьянов // Вестник Уфимского авиационного технического университета. – 2017. – №3. – С. 54–59.

3. ГОСТ 32144–2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2014/05/06/GOST-32144–2013-lektricheskaja-energija.pdf](https://www.elec.ru/viewer?url=/files/2014/05/06/GOST-32144-2013-lektricheskaja-energija.pdf)

4. Карташев И.И. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие / И.И. Карташев [и др.]. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.

5. Правила устройства электроустановок (все действующие разделы 6 и 7 изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 августа 2008 года). – М.: КНОРУС, 2009. – 487 с.