

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРО-КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДФКУ В ООО «РН-ПУРНЕФТЕГАЗ»

ПАЙМУХИН Евгений Тимирбаевич
Главный специалист ОРМФ УДНГиГК ООО «РН-Пурнефтегаз»

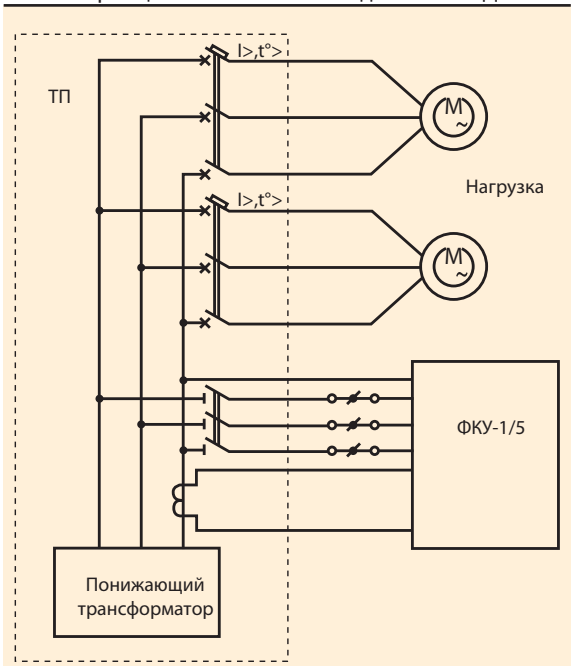
Динамическое фильтро-компенсирующее устройство (ДФКУ) представляет собой механизм, позволяющий уменьшить гармоническую и реактивную составляющие трехфазной сети переменного тока. Применение ДФКУ снижает гармонические искажения и потери, уменьшает загрузку ТП и потребление электроэнергии. В 2010–2011 годах на месторождениях «РН-Пурнефтегаза» было внедрено 44 ДФКУ, в результате чего удалось сэкономить более 6,6 млн кВт-ч электроэнергии, что эквивалентно 16,6 млн руб.

При использовании трехфазной сети переменного тока возникают такие явления, как реактивная мощность и гармоники. Они оказывают негативное влияние на функционирование электросети и работу оборудования.

ВЛИЯНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ГАРМОНИК НА ЭЛЕКТРОСЕТЬ И РАБОТУ ОБОРУДОВАНИЯ

Реактивная мощность приводит к дополнительным затратам активной энергии и снижению пропускной способности сетей. Она выделяется при работе любого электродвигателя, в том числе ПЭД. Несмотря на то что на выработку реактивной мощности не расходуется активная мощность (а следовательно, и топливо), ее передача по сети вызывает затраты активной энергии. Кроме того, передача реактивной мощности дополнительно загружает электрические сети и установленное в них оборудование, в первую очередь трансформаторы, отнимая некоторую часть пропускной способности сетей. Основным генератором реактивной мощности на нефтяных месторождениях выступает ПЭД: в результате работы он способен загружать сеть на 40%, и потери в ней на 60% превышают потери при передаче только активной энергии.

Рис. 1. Принципиальная схема подключения ДФКУ



Генератором гармонических колебаний в нефтедобывающей отрасли может быть любое устройство, на входе которого имеется выпрямитель: система бесперебойного питания, частотный преобразователь, компьютер и т.д. Гармоники, искажающие синусоидальность напряжения, оказывают вредное воздействие на трансформаторы, силовые кабели, конденсаторы, электродвигатели и СУ. Они значительно влияют на пропускную способность линии электропередач, а также в отличие от реактивной мощности наносят огромный вред всему оборудованию, установленному в электрических сетях.

Токовые гармоники приводят к увеличению потерь в медном кабеле и магнитном потоке рассеяния трансформатора, гармоники по напряжению ведут к потерям в железе. Это отражается на увеличении нагрева и усилении шума при работе устройств. В силовых кабелях можно наблюдать скин-эффект (нагрев, вызванный поверхностным эффектом) и близостный эффект. В случае конденсаторов воздействие гармоник приводит к механическому напряжению в диэлектрике. Нагрев сокращает срок службы конденсатора, а в отдельных случаях может привести к его взрыву. В ПЭД из-за гармоник наблюдаются потери на статоре, роторе и в сердечнике, а также паразитные потери. В СУ гармоники вызывает сбои в работе цепей измерения, управления, передачи данных (зависание контроллера). Может наблюдаться отказ контроллера или других цепей электронной и измерительной аппаратуры.

На сегодняшний день в промышленности существует много способов борьбы с гармониками и путей снижения реактивной мощности в трехфазных сетях. К ним, в частности, относятся фильтры по низкой (0,4 кВ) и по высокой (6 кВ и выше) стороне. Фильтрами могут выступать синхронные компенсаторы, синхронные двигатели, работающие в режиме перевозбуждения, а также пассивные и активные фильтры.

ОСОБЕННОСТИ ДФКУ

Механизмом, позволяющим уменьшить как гармоническую, так и реактивную составляющую, служит динамическое фильтро-компенсирующее устройство

(ДФКУ) (рис. 1). К его особенностям можно отнести возможность работы при увеличении или уменьшении потребления тока на трансформаторе ТП, то есть возможность настраиваться на изменения нагрузки в автоматическом режиме. В связи с этим при подключении дополнительных потребителей к электросети не требуется замена или модернизация ДФКУ. Подключение к питающей сети также не требует дополнительных затрат, поскольку ДФКУ включается параллельно нагрузке на свободный автомат ТП и соответственно в момент включения не нужно отключать ТП или нагрузки.

При разработке ДФКУ много внимания уделялось основным элементам фильтра — конденсаторам. ДФКУ характеризуется высокой стойкостью к влиянию гармоник, длительным сроком эксплуатации и взрывозащитой. Благодаря конденсаторам в момент просадки и кратковременного отключения питающей сети происходит их разряд, чем обеспечивается сохранение работоспособности СУ, запитанных от данного ТП.

ПРЕИМУЩЕСТВА УСТАНОВКИ ДФКУ НА НИЗКОЙ СТОРОНЕ

Установка ДФКУ по стороне 0,4 кВ дает ряд преимуществ по сравнению с установкой по стороне 6 кВ и выше. Во-первых, в этом случае гармоники гасятся в месте их формирования и, следовательно, не оказывают влияния на работу других устройств, включенных в эту сеть: силовых кабелей, контроллеров СУ, ПП СУ, ТМПН, двигателей, ТП 6/0,4, ТП 35/6 и т.д.

Во-вторых, при установке ДФКУ на низкой стороне гармоники не попадают в трансформаторы и, следовательно, происходит экономия затрат электроэнергии, уменьшается нагрев трансформаторов и увеличивается срок их службы.

Таблица 1

Изменение характеристик до и после установки ДФКУ на КТП №7 Восточно-Янгтинского месторождения

Анализ нагрузки на ТП		
	До включения ДФКУ	**С включенным ДФКУ**
U, В	380	387
I, А	751	679
P, кВт	432	449
Q, кВАр	215	77
S, кВА	493	456
Cosφ	0,91 i	0,99 i

Рис. 2. Снижение потерь электроэнергии в силовой трехфазной сети посредством ДФКУ

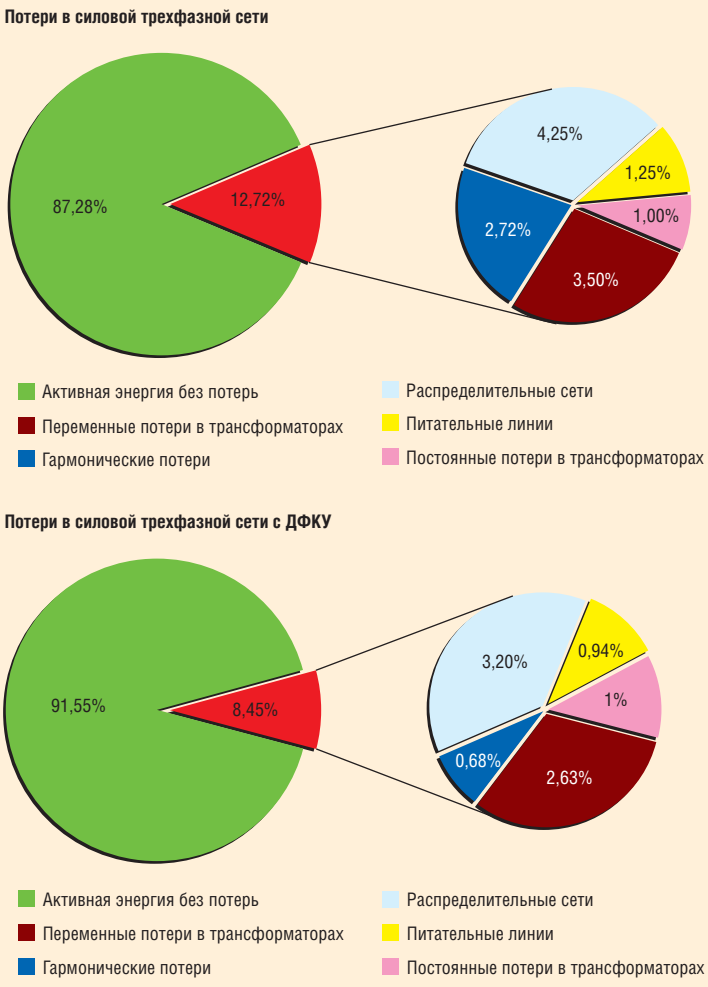


Рис. 3. Изменение характеристик до и после установки ДФКУ на КТП №7 Восточно-Янгтинского месторождения

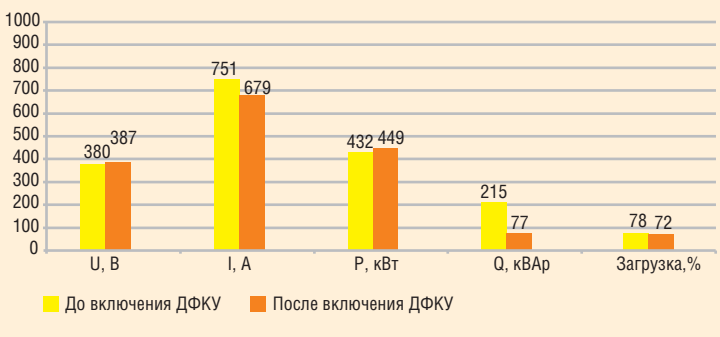


Таблица 2

Замеры гармонических искажений до и после включения ДФКУ

	3	5	7	9	11	13
Гармоники напряжения до включения ДФКУ, %						
Фактическое значение	0,7	6,6	1,9	0,5	4,1	0,1
Допустимое значение	2,5	6,0	5,0	1,5	3,5	3,0
Полный коэффициент гармоник (Thd)	8,1					
Гармоники напряжения после включения ДФКУ, %						
Фактическое значение	0,7	3,7	2,0	0,2	3,0	0,3
Допустимое значение	2,5	6,0	5,0	1,5	3,5	3,0
Полный коэффициент гармоник (Thd)	5,2					

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ОБСУЖДЕНИЯ

Вопрос: *Евгений Тимирбаевич, каким образом рассчитывался экономический эффект от применения ДФКУ? Ведь согласно данным, приведенным на рис. 3, активная мощность после включения устройства не уменьшилась, а, напротив, выросла. Учитывая, что компания платит только за активную мощность, экономический эффект должен бы быть отрицательным, а не положительным…*

Евгений Паймухин: После включения ДФКУ снижаются нагрузки на сеть и реактивная мощность, увеличивается напряжение, растет пропускная способность электросети…

Реплика: *Но ведь мы не платим штрафов за повышенную реактивную мощность, а увеличение напряжения не оказывает влияния на потребляемую активную мощность. Как же удалось сэкономить 6,6 млн кВт-ч?*

Е.П.: Эта цифра рассчитана на основе свода ведомостей по всем ДФКУ. Она отражает все затраты электроэнергии до и после внедрения ДФКУ. Основной эффект от применения устройств достигается за счет высвобождения дополнительных мощностей и их последующего перераспределения. Тем самым снижаются затраты электроэнергии на каждую скважину.

Реплика: *И все-таки экономический эффект от внедрения ДФКУ нельзя считать общепризнанным. Так, по итогам внедрения 10 устройств в «Газпром нефти» мы не смогли этот эффект выразить количественно. Весьма показательно, что не смог сделать этого и производитель этих устройств.*

Реплика: *Возможно, при оценке экономического эффекта от ДФКУ не совсем верно выбрана методика расчета — через кВт-ч. Если мы говорим об увеличении напряжения, то следует показывать те выгоды, которые мы получаем от этого явления.*

Е.П.: Спасибо, учтем.

В-третьих, есть возможность увеличения загрузки ТП за счет высвобождения реактивной мощности.

Таким образом, применение фильтров по стороне 0,4 кВ представляет собой наиболее эффективное, технически и экономически оправданное решение.

СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОСРЕДСТВОМ ДФКУ

При борьбе с гармониками и реактивной мощностью с использованием ДФКУ высвобождается активная энергия, что приводит к экономии электроэнергии и уменьшению затрат на нее на 3–7% (рис. 2). Элементы устройства расположены на достаточном удалении друг от друга, что обеспечивает его естественное охлаждение при работе. ДФКУ рассчитано на срок эксплуатации не менее 10 лет и не нуждается в сложном техническом обслуживании. Его собственное потребление электроэнергии составляет не более 0,01% от всей нагрузки ТП.

ДФКУ №000186 производства ООО «Росинтеллект-сервис» применялось на кусте №1 Восточно-Янгтинского месторождения, КТП №7 полной мощностью 630 кВА и загрузкой 78%. В процессе работы устройства проводились замеры нагрузки на КТП на вводном автомате на стороне 0,4 кВ. Замеры проводились прибором «АКЭ-824» № 8060789.

Внедрение ДФКУ позволило снизить полный коэффициент гармоник с 8,1 до 5,2% и уменьшило реактивную энергию на 138 кВАр, уменьшив загрузку с 78% до 72% (рис. 3; табл. 1, 2).

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ДФКУ

Всего на месторождениях «РН-Пурнефтегаза» за период с апреля 2010 года по февраль 2011 года было смонтировано 44 ДФКУ. Экономия электроэнергии составила 6 665 тыс. кВт-ч, что при стоимости 1 кВт-ч 2,5 руб. эквивалентно 16,6 млн руб. (табл. 3). Средний срок окупаемости одного ДФКУ (при стоимости 350 тыс. руб.) составляет 6 месяцев.

Таблица 3

Экономический эффект от внедрения ДФКУ в ООО «РН-Пурнефтегаз»

Период	Кол-во монтажей ДФКУ	Экономия электроэнергии, тыс. кВт-ч	Экономия, тыс. руб.	Экономия электроэнергии в среднем на одно ДФКУ, тыс. кВт-ч/мес	Экономия электроэнергии на одно ДФКУ, тыс. руб/мес	Срок окупаемости одного ДФКУ, мес
2010 (9 месяцев)	33	6054	15 135,00	20,4	50,96	6,9
2011 (2 месяца)	11	611	1527,50	27,8	69,43	5,0
Итого:	***44***	***6665***	***16 662,50***	***24,1***	***60,20***	***5,8***