



ДИНАМИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ С УВЕЛИЧЕННОЙ ГЛУБИНОЙ И ВРЕМЕНЕМ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ

- время реакции на провал (перенапряжение) не более 3 мс
- длительно номинальное напряжение на защищаемой нагрузке при провале напряжения глубиной до 30%; номинальное напряжение на защищаемой нагрузке длительностью 30 секунд при провалах глубиной от 30 до 40%
- удержание на защищаемой нагрузке напряжения $0,9 U_{\text{ном}}$ в течение 30 секунд при провалах напряжения глубиной от 40 до 50% (для ДКИН напряжением 380В)
- отсутствие аккумуляторных батарей
- защита от перенапряжений величиной до 130%

ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ КРАТКОВРЕМЕННЫХ НАРУШЕНИЙ НОРМАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Качество электрической энергии (КЭЭ) является ключевой основой для экономического роста и повышения уровней производительности. Работа микропроцессорных систем управления, устройств телекоммуникаций, дорогостоящего медицинского оборудования, преобразовательных устройств частоты и напряжения, погружных насосов, обрабатывающих центров и станков с ЧПУ часто прерывается очень короткими по продолжительности провалами питающего напряжения, которые ведут к большим и дорогостоящим экономическим ущербам, хотя они происходят за миллисекунды.

Для выявления реальной картины КЭЭ во второй половине 90-х годов XX века в США и Канаде были проведены энергетические обследования большого числа промышленных предприятий, результаты которых сыграли важное значение для разработки новых концепций защиты промышленного электрооборудования от провалов напряжения с помощью динамических компенсаторов искажений напряжения (ДКИН). Стоимость ущерба от плохого качества электрической энергии в американской экономике сегодня оценивается в 150 - 164 млрд. долл. в год.

Существующий рынок решений по улучшению качества электрической энергии сосредоточен на старой системе взглядов по защите предприятий от 2-3 кратковременных нарушений электроснабжения в год, хотя в настоящее время их происходит до 10-40 и даже более.



Кратковременные нарушения электроснабжения (КНЭ) можно разделить на следующие группы.

- Внешние короткие замыкания (КЗ) любых видов. Такие КЗ отключаются релейной защитой за десятые доли секунды и электроснабжение объекта возобновляется. Однако при КЗ возникают провалы напряжений, которые служат причиной аварийного останова технологических процессов.
- Короткие замыкания в системе внутреннего электроснабжения. При таких КЗ для сохранения непрерывности технологических процессов требуется работа автоматического ввода резерва с последующим самозапуском электродвигательной нагрузки, подключенной к потерявшему питание вводу.
- Несанкционированные отключения в цепи питания объекта. Причиной таких отключений могут быть: человеческий фактор (ошибка дежурного персонала); отключения выключателей от технологических защит (например, от понижения уровня масла) и ряд других.
- Коммутации во внутривоздушной сети предприятия (пуск мощных электродвигателей, переключения и т.д.).

Потребители электрической энергии технологических процессов по способам обеспечения требуемой надежности электроснабжения можно разделить на следующие группы:

1. Электрические двигатели напряжением $U_{ном} = 6, 10$ кВ. Для них главная задача – обеспечение успешного самозапуска после кратковременного нарушения электроснабжения.
2. Электрические двигатели напряжением до 1 кВ. В большинстве случаев это асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором, для которых особых проблем с самозапуском нет. Однако эти двигатели подключаются к электрической сети контакторами или магнитными пускателями, удерживаемыми во включенном состоянии напряжением сети. При кратковременных нарушениях электроснабжения возникают провалы напряжения длительностью десятые доли секунды, но этого времени оказывается достаточно для массового отключения контакторов.

Кратковременные нарушения нормального электроснабжения

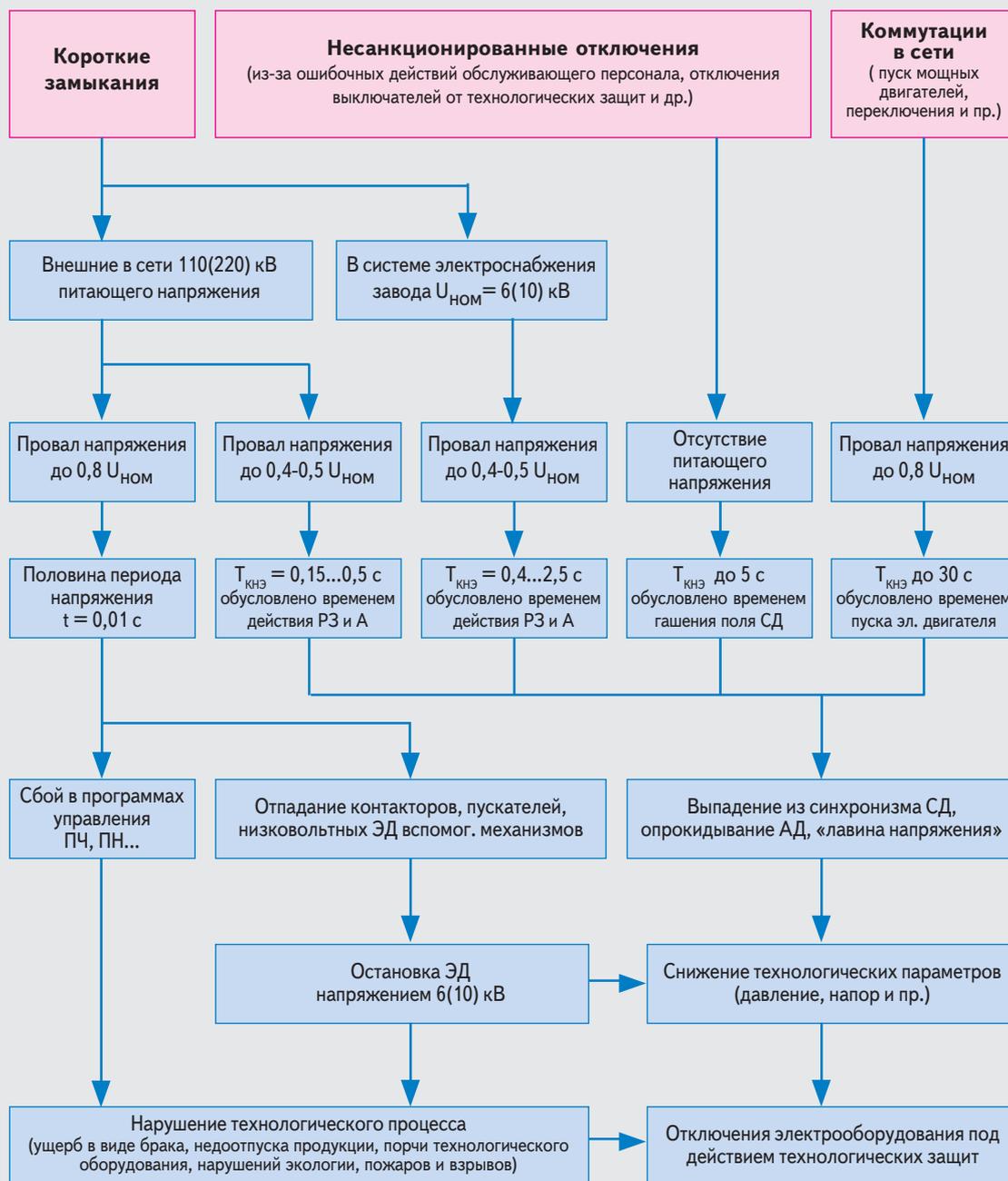


Рисунок 1. Классификация кратковременных нарушений электроснабжения

3. Устройства управления технологическим процессом. Современные устройства управления выполняются на микроконтроллерах и поэтому особо чувствительны к провалам напряжения. Допустимые провалы напряжения для таких устройств составляют: по напряжению $0,8 U_{\text{ном}}$ и длительности до $0,02$ с, после чего возникают сбои в программах управления. Реальная длительность провалов напряжения – десятые доли секунды. Сбой в программах управления технологическими процессами неизбежно ведет к аварийным остановам технологических процессов.

Согласно ГОСТ Р 54149-2010 **провал напряжения** – это временное уменьшение напряжения в конкретной точке электрической системы ниже установленного порогового значения (снижение напряжения на шинах электроприемника глубиной более 10 % от $U_{\text{ном}}$ с последующим восстановлением). Параметры допустимых значений провалов напряжения для различных типов электроприемников не нормируются. Генерация, транспортировка и распределение электроэнергии сопровождаются рядом возмущений, которые могут вызвать нарушение электроснабжения промышленных процессов и их остановку с существенными экономическими потерями. Устойчивость большинства электроприемников к нарушениям качества электроэнергии определяется согласно стандарту IEEE 446, как показано на рисунке рис. 2.

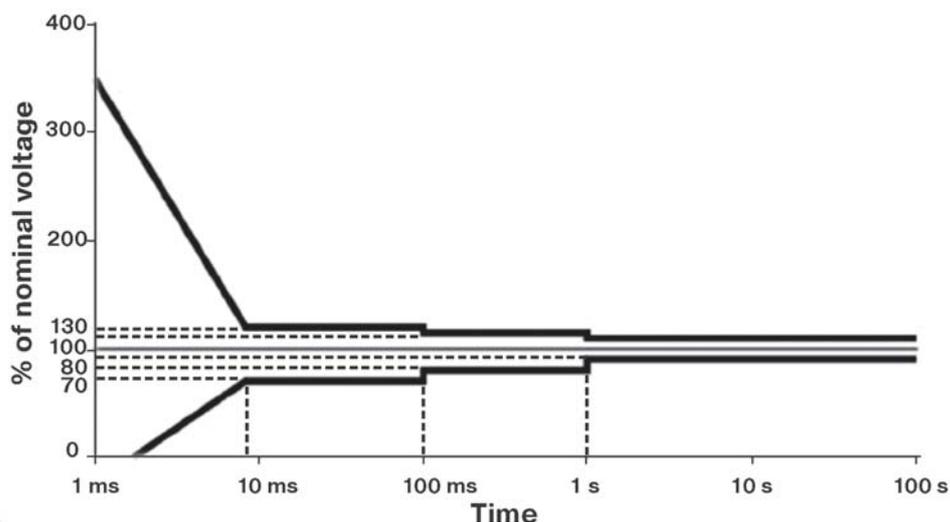


Рис. 2. Границы допустимых значений провалов напряжения согласно стандарту IEEE 446

Продолжительность и глубина провалов напряжения, которые часто приводят к проблемам в работе потребителей, находятся в пределах $0 \div 500$ мс и $(10 \div 40\%) U_{\text{ном}}$, хотя наиболее серьезные нарушения могут достигать при напряжении на нагрузке $60\% U_{\text{ном}}$. Следует понимать, что длительность нарушений может увеличиться за счет автоматического повторного включения (АПВ). Поэтому при таких нарушениях требуется, чтобы напряжение от ДКИН подавалось в течение $5 \div 15$ секунд.

Воздействие КНЭ на работу потребителей электрической энергии предприятий зависит от глубины и длительности провалов напряжения. Проведенные научные исследования показали, что при глубине провалов напряжения, не превышающей 10%, независимо от их длительности, чувствительные к провалам напряжения электрические приемники предприятий устойчивы к воздействию КНЭ.

Проведенный нами мониторинг провалов напряжения на Оскольском электрометаллургическом комбинате (ОЭМК) выявил, что за период со 2 мая по 31 июля 2007 г. из 21 случая провалов напряжения:

- в 2-х случаях длительность провала $0,13$ сек., а глубина больше $19,1\%$;
- в одном случае длительность провала $0,12$ сек., а глубина $10,5\%$;

- в одном случае длительность провала 0,11 сек., а глубина 15,3 %;
- в 6 случаях длительность провала 0,10 сек., а глубина от 15,7 до 28,1 %;
- в 5 случаях длительность провала 0,08-0,09 сек., а глубина от 11,2 до 27,6 %;
- в оставшихся случаях КНЭ глубина провалов напряжения 10,1-11,0 %, а длительность 40-70 мс.

Статистика провалов напряжений свидетельствует, что было:

- 20 (45,45 %) однофазных провалов напряжения глубиной 9,4÷100 % и длительностью 48÷146 мс;
- 8 (18,2 %) междуфазных провалов напряжения глубиной 8,4÷29,50 % и длительностью 72÷184 мс;
- 16 (36,35 %) трехфазных провалов напряжения глубиной 13,3÷77,6% и длительностью 78÷203 мс.

Из анализа результатов проведенных исследований в электротехническом комплексе ОЭМК следует, что:

- глубина и длительность провала напряжения по фазам различна для одного и того же аварийного режима;
- при пуске СД напряжением 6 (10) кВ на РП 95К наблюдаются провалы напряжения глубиной до 11,9 % и длительностью до 3,8 с;
- при пуске ЭД напряжением 6 (10) кВ на РП 97К наблюдаются провалы напряжения глубиной до 10,7 % и длительностью до 3,5 с;
- при пуске электродвигателей, запитанных от ПС 11.1К, наблюдаются провалы напряжения глубиной до 12,3 % и длительностью до 5,1 с.

Анализ нарушений электроснабжения компрессорных и насосных станций Газпрома и ОАО "АК "Транснефть", предприятий ОАО "Сургутский завод стабилизации конденсата", ОАО "Лукойл-Усинскнефтегаз", ОАО "Оренбургский газоперерабатывающий завод", ОАО "Аммофос", ОАО "Карельский Окамыш", ООО "Тобольскнефтехим", ОАО "Оскольский электрометаллургический комбинат", ОАО "Сибнефть-ННГ", ООО "Тольяттикаучук", ОАО "Сибур-ПЭТФ", Курское и Истьянское УМГ ОАО "Мострансгаз", ОАО "ВСМПО-АВИСМА", Комсомольского ГП ООО "Ноябрьскгаздобыча", МГУП "Мосводоканал", Самотлорского НГДУ №2 ТНК-ВР, Ноябрьского и Губкинского ГПК, ЗАО "Рязанская нефтеперерабатывающая компания", Куранахской золото-извлекательной фабрики ОАО "Алданзолото", ООО "Роквул-Север", ЕНПУ ОАО "Татнефть" выявил, что успешная работа существующих устройств АВР и АПВ за время 0,5-5 с приводит к ущербу до нескольких десятков млн. руб. в расчете на каждое нарушение нормального электроснабжения.

Часто предприятия с непрерывным технологическим процессом не имеют два независимых источника электроснабжения, поэтому все проектные решения, заложенные в них 30-40 лет назад, не способны сохранить непрерывность технологического процесса, т.е. приводят к остановам машин и механизмов, ущербу, браку продукции, загрязнению окружающей среды (выбросам продукции на "факел"), повторным запуском технологических линий с дополнительными и часто существенными тратами. Оборудование промышленных процессов, логистических центров обработки данных, коммуникационных и банковских потребителей электрической энергии теперь требуют более высокого уровня качества электроэнергии из-за увеличивающейся чувствительности сложных процессов управлений производственным процессом и растущего использования компьютерных и микропроцессорных систем. Эти потребители особенно чувствительны к мгновенным провалам напряжения (длительностью от 10 мс), вызванных различными видами коротких замыканий в питающей сети или на параллельных отходящих фидерах распределительной (внутризаводской) сети.

Границы устойчивости электротехнических систем, определенные нами на основе расчетно-экспериментальных исследований предприятий различных отраслей промышленности со смешанным (синхронным и асинхронным) составом нагрузки следующие:

- для неотключений потребителей напряжением 6 (10) кВ допустимая величина провала напряжения составляет 25-30 % и имеет допустимую длительность (которая зависит от электромеханической постоянной времени) $0,1 \pm 0,28$ сек.;
- для неотключений потребителей напряжением до 1 кВ допустимая величина провала напряжения зависит от типа привода механизма и стандартно составляет 20-40 %, а допустимая длительность провала напряжения находится в пределах от 0,01 до 0,2 сек.;
- для потребителей напряжением до 1 кВ с преобразователями в цепи питания электродвигателей допустимая величина провала напряжения зависит от параметров настройки ЗМН (как правило, $U_{\text{мин}} = 0,8 \div 0,85 U_{\text{ном}}$), а допустимая длительность провала напряжения меняется в пределах от 0,01 до 0,2 сек.

Допустимое отклонение напряжения на зажимах нагрузки определяется ИТЭС-кривой (применимо к большинству оборудования информационных технологий) или кривой отказов для промышленных нагрузок (согласно стандартов IEEE 1250, IEEE 1346).

Величина напряжения $0,7U_{\text{ном}}$ на нагрузке близка к точке опрокидывания полностью загруженного асинхронного двигателя при его перегрузочной способности, равной двум. Поэтому устройства защиты от кратковременных нарушений электроснабжения *должны длительно обеспечивать на чувствительной к искажениям напряжения нагрузке номинальное напряжение при провале напряжения глубиной 30 %*.

Учитывая, что в составе технологических процессов нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, находят широкое применение десятки приводов (мощностью от нескольких кВт до сотен кВт с ЧРП), подключенных к секциям шин ТП, то устройства ДКИН *должны обеспечивать на чувствительной к искажениям напряжения нагрузке номинальное напряжение при провале напряжения глубиной от 30 % до 40 % в течение времени действия посадки напряжения, которые могут превышать 10-15 сек.*

Исследования провалов напряжения на газоперерабатывающих заводах, нефтедобывающих и нефтехимических предприятиях выявили, что при провалах напряжения глубиной 40 (иногда 50) %, имеют место остановки технологических процессов и линий производств. Учитывая, что провалы напряжения глубиной до 60 % составляют 85-90 % от общего числа нарушений электроснабжения, устройства ДКИН *должны обеспечивать на чувствительной к искажениям напряжения нагрузке напряжение не менее $0,9 U_{\text{ном}}$ при провале напряжения глубиной от 40% до 50 (60) % в течение времени действия посадки напряжения, которые могут превышать 5-15 сек.*

Провалы напряжения свыше 50 %, как правило, приводят к остановке электротехнического комплекса всего предприятия и поэтому защита от нарушений электроснабжения всегда должна обосновываться как экономически, так и данными по числу и характеру таких нарушений электроснабжения.

В электрических сетях напряжением до 1 кВ часто имеют место перенапряжения, вызванные коммутациями в сети, пуском машин и механизмов на базе устройств современной электроники. Учитывая, что для ряда зарубежной техники существуют ограничения на уровень перенапряжений, *устройства ДКИН должны включать защиту от перенапряжений до уровней, допустимых по ГОСТ Р 54149-2010.*

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И СХЕМЫ ДИНАМИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ

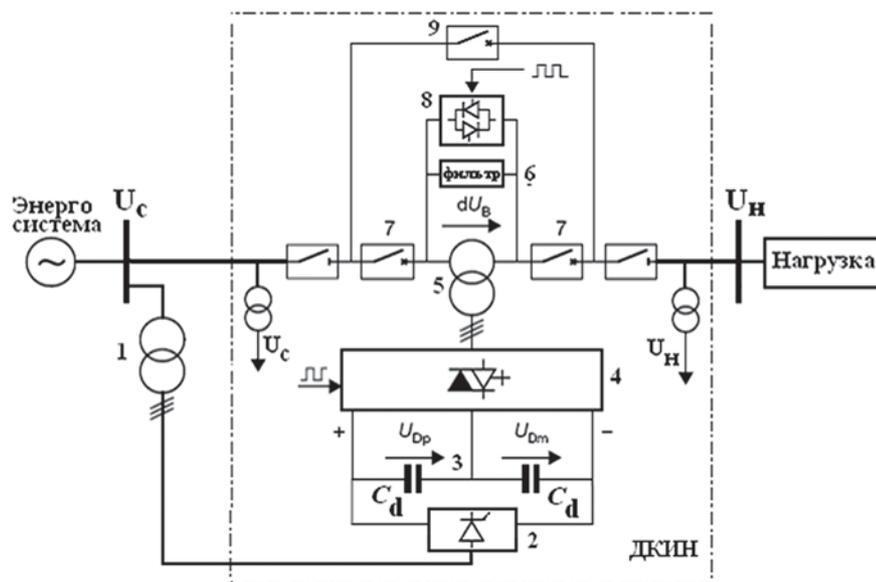
Сейчас на рынке появились полностью управляемые вентили типа IGBT (биполярный транзистор с изолированным затвором), ГТО (запираемый тиристор) и IGCT (запираемый тиристор с интегрированным блоком управления), которые сделали возможным производство преобразователей напряжения, способных повышать качество электрической энергии.

Различают следующие устройства, защищающие электрооборудование промышленных производств от провалов напряжения (маховик, статический источник бесперебойного питания (ИБП), динамический компенсатор искажений напряжения, статический компенсатор (Статком), параллельно работающий СД, повышающий преобразователь, активный фильтр и бестрансформаторный последовательный усилитель.

Источники бесперебойного питания имеют номинальную мощность до 1000 кВА в модуле, требуют контроля состояния аккумуляторных батарей, имеют особые требования к помещению их установки. Однако из-за их большой стоимости закупки и обслуживания ИБП устанавливаются только на основных структурных объектах, в местах, где повреждения, вызванные проблемами с электропитанием, могут причинить значительные урон, например в больницах, производстве компьютеров, финансовых учреждениях.

Динамические компенсаторы искажений напряжения предназначены для устранения перенапряжений и провалов напряжения и представляют собой более простое и дешевое устройство защиты потребителей, чем источники бесперебойного питания (по данным зарубежного научно-исследовательского института электроэнергетики (EPRI) за пять лет эксплуатации ИБП затраты на них в 3,8 раза выше, чем на ДКИН).

Динамические компенсаторы искажений напряжения представляют собой устройства с двукратным преобразованием напряжения, вход которого подключён к системе электроснабжения (рис. 3).



U_c – напряжение энергосистемы; U_n – напряжение на нагрузке; U_{Dp} – положительное напряжение постоянного тока; U_{Dm} – отрицательное напряжение постоянного тока; dU_B – напряжение компенсации провала; 1 – входной трансформатор; 2 – тиристорный управляемый выпрямитель; 3 – аккумулирующие конденсаторы; 4 – управляемый инвертор на базе ПУВ; 5 – повышающий трансформатор; 6 – фильтр высших гармонических составляющих напряжения; 7 – выключатели; 8 – защитное устройство ДКИН; 9 – байпасный выключатель.

Рис. 3. Функциональная схема работы устройства ДКИН

Через управляемый выпрямитель напряжение подаётся на конденсаторы C_d ; через управляемый инвертор на базе ПУВ и через вольтодобавочный трансформатор (ВДТ) выход ДКИН подключён к нагрузке. Вторичная обмотка ВДТ включена последовательно с нагрузкой, и в ней наводится напряжение dU_v , компенсирующее провал напряжения в системе электроснабжения (СЭС).

Основные цели устройства ДКИН:

- обеспечение надежного и непрерывного электроснабжения потребителей за счет IGBT-преобразователя напряжения и вольтодобавочных трансформаторов в случае аварийных и ненормальных режимов в электрических сетях (рис. 4)
- устранение несимметрии по фазам в нормальном режиме работы, т.е. снижение электропотребления на 3-5 %.

В состав ряда устройства ДКИН не входят аккумуляторные батареи, поэтому они отличаются высокой надёжностью, низкой потребляемой мощностью и малыми затратами на эксплуатацию.

Структурная схема работы динамических компенсаторов искажений напряжения приведена на рис. 4. Система управления непрерывно контролирует напряжение поставки и сравнивает его с заданным пороговым уровнем напряжения. Если напряжение поставки меньше заданного значения, преобразователь источника напряжения немедленно начинает вводить дифференциальное напряжение и поддерживать номинальное напряжение на стороне нагрузки.

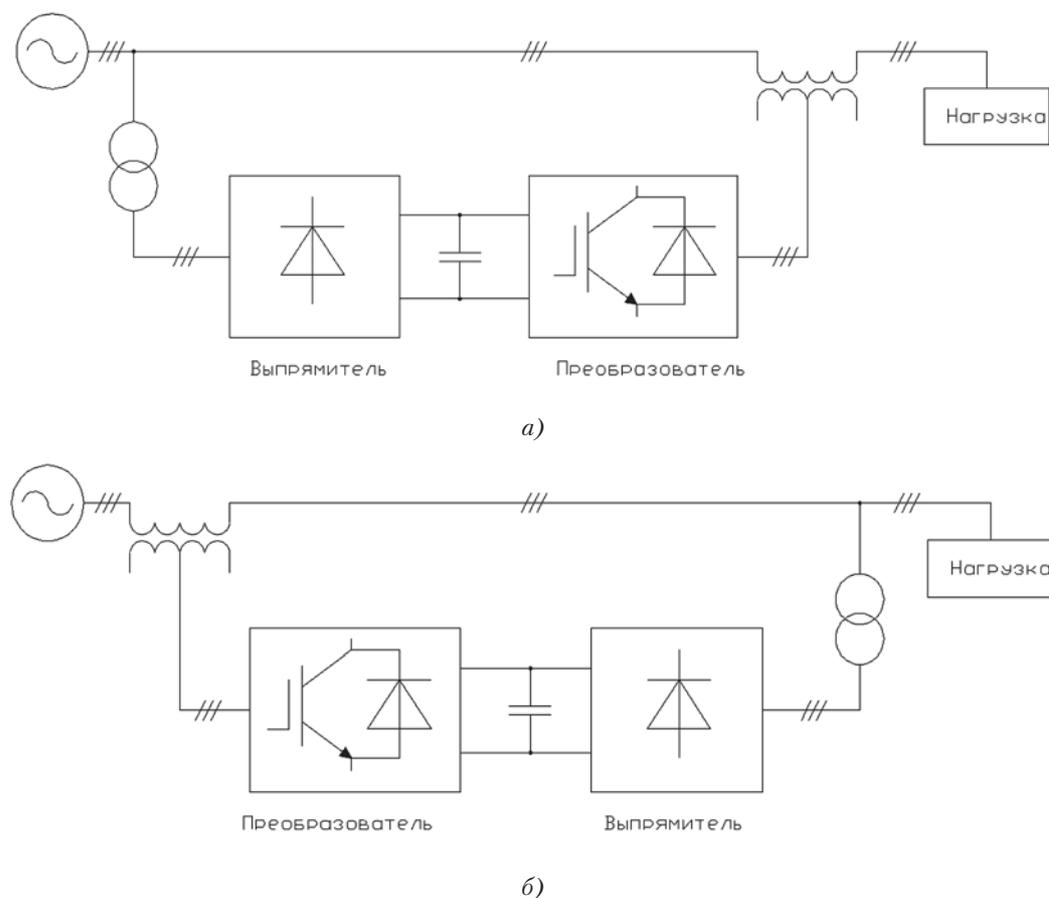


Рис. 4. Структурная схема работы ДКИН (а – с вольтодобавочным трансформатором; б – с согласующим трансформаторами при КНЭ)

Динамические компенсаторы искажений напряжения представляют собой устройство с двукратным преобразованием напряжения, вход которого подключен к системе электроснабжения (рис. 4). Когда устройство ДКИН использует последовательный трансформатор для добавления напряжения на защищаемой нагрузке при провалах напряжения в питающей сети, вход выпрямителя подключают или со стороны сети (рис. 4 а), или со стороны нагрузки (рис. 4 б).

В обоих случаях в состав ДКИН входит выпрямитель, который поддерживает напряжение на накопительных конденсаторах, преобразователь постоянного напряжения в переменное, подаваемое на обмотку вольтодобавочного трансформатора. Вторичная обмотка ВДТ включена последовательно с нагрузкой и в ней наводится напряжение dU_B , компенсирующее провал напряжения в системе электроснабжения (СЭС).

В схеме, приведенной на рис. 4 б, напряжение на выпрямитель устройства ДКИН поступает со стороны нагрузки, а также является стабилизированным. Поэтому длительность провала напряжения в питающей сети определяется не ёмкостью накопительных конденсаторов, а способностью элементов схемы ДКИН рассеивать выделяющуюся на них мощность потерь при работе устройства.

Динамический компенсатор искажения напряжения предназначен для того, чтобы компенсировать влияние провалов напряжения на линиях, электроснабжающих чувствительное к качеству электрической энергии оборудование.

Имеются следующие модификации комплекса ДКИН:

- **по входному напряжению:**
380, 480, 690, 6000, 10000, 35000, 110000 В;
- **по мощности устройств:**
380В – от 200 до 6 000 кВА;
6 (10) кВ – от 300 до 9 600 кВА;
- **с системой водяного и/или воздушного охлаждения;**
- **контейнерного или шкафного исполнения;**
- **по условиям эксплуатации:** 1 –20 ÷ +40 °С; 2 –40 ÷ +50 °С.

Основные преимущества динамических компенсаторов искажений напряжения:

- защита от всех видов коротких замыканий;
- время реакции на кратковременные нарушения электроснабжения не более 3 мс;
- эффективность работы устройств более 97,5 % при 100 % нагрузке;
- низкая потребляемая мощность и малые эксплуатационные затраты;
- компенсация колебаний напряжения, фликеров и перенапряжений;
- синусоидальная форма выходного напряжения;
- отсутствие аккумуляторных батарей и высокая надежность.

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ 380 В

Подключение устройства ДКИН напряжением 380 В зависит от типа системы заземления. ДКИН типа SET DVR представляет собой электронный блок, назначением которого является устранение влияния искажений напряжения на вводе защищаемой нагрузки на важные технологические процессы в промышленности.

Устройство SET DVR может поставляться без накопителя энергии (батареи, конденсаторы или любой другой элемент, способный накапливать энергию), с возможностью компенсации 50 % падения напряжения в течение 30 секунд. Компенсатор устраняет и другие проблемы качества электроэнергии: колебания напряжения, медленные и быстрые изменения напряжения, искажения напряжения и перенапряжения. ДКИН SET DVR был разработан в соответствии с требованиями перерабатывающей промышленности, центров обработки данных и в целом для заказчиков, предъявляющих повышенные требования к стабильности напряжения на зажимах электропотребителей, систем управления шин.

Устройство SET DVR (рис. 5) состоит из трансформатора, обратимого выпрямителя и инвертора. Устройство SET DVR представляет собой вольтдобавочный компенсатор, способный корректировать отклонения напряжения независимо в каждой фазе для того, чтобы с высоким быстродействием обеспечить стабильное выходное напряжение ($\pm 0,5 \% U_{ном}$).

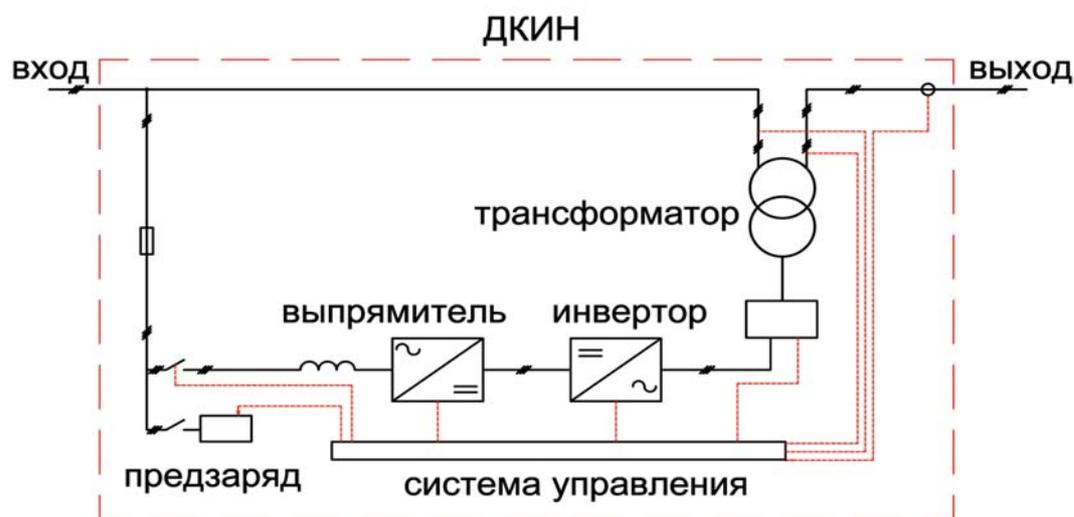


Рис. 5. Схема включения ДКИН напряжением 380 В

Ответ на кратковременное нарушение нормального электроснабжения (обнаружение перекоса напряжения/провала до преобразователя и повторная стабилизация напряжения нагрузки) формируется за время не более 3мс. Преобразователь ДКИН, используя высокую частоту переключения (типа PWM), способен быстро срабатывать при искажении напряжения.

Чтобы защитить ДКИН (преобразователь источника напряжения) в случае КЗ со стороны нагрузки используются быстро реагирующие тиристоры 8 (рис. 3). Внешний вид ДКИН напряжением 380 В приведен на рис. 6.

Динамический компенсатор искажений напряжения обеспечивает:

- длительно номинальное напряжение на защищаемой нагрузке при провале напряжения глубиной до 30 %;
- номинальное напряжение на защищаемой нагрузке при провалах глубиной от 30 до 40 % длительностью 30 с;

- удержание на защищаемой нагрузке напряжения $0,9U_{ном}$ в течение 30 с при провалах напряжения глубиной от 40 до 50 %;
- защиту от перенапряжений величиной до 130 %;
- исправление несимметрии напряжения со стороны сети (от трансформатора);
- ослабление дозы фликера в напряжении;
- автоматическую компенсацию линейных падений напряжения до нагрузки.



Рис. 6. Устройство ДКИН напряжением 380 В для защиты ЧРП

Таким образом, ДКИН обеспечивает потребителю высокое качество напряжения, защищает нагрузку от большинства обычных искажений напряжения. ДКИН типа SET DVR (рис. 7) – инновационная система компании ZIGOR, разработанная для уменьшения и ликвидации последствий искажений в электрической сети (провалы и временные перенапряжения) для важных производственных процессов. ДКИН типа SET DVR гарантирует качество электрической энергии, удерживая стабильное (табл. 1) выходное напряжение независимо от изменений входного напряжения.

ДКИН типа SET DVR – компенсатор напряжения, необходимый для корректировки его при искажениях в электрической сети вплоть до 50% от входного.

Устройство поддерживает стабильное выходное напряжение ($\pm 0.5\%$) при снижении входного напряжения до 40 (50) % от номинального значения со временем реагирования на провалы напряжения не более 3 мс.

ДКИН позволяет контролировать и записывать в журнал событий (с указанием даты и времени события) все нарушения. Защита от искажений напряжения обеспечивается как для несимметричных, так и для симметричных изменений напряжения.



Рис. 7. Шкаф ДКИН типа SET DVR

Диаграмма работы устройства ДКИН представлена на рис. 8 [Dynamic Voltage Restore DVR SET. Operating manual. ZIGOR Corporation S.A., 2011. - P. 44], когда провал входного напряжения (выделен сине-красным цветом) скомпенсирован так, чтобы обеспечить стабильное выходное напряжение.

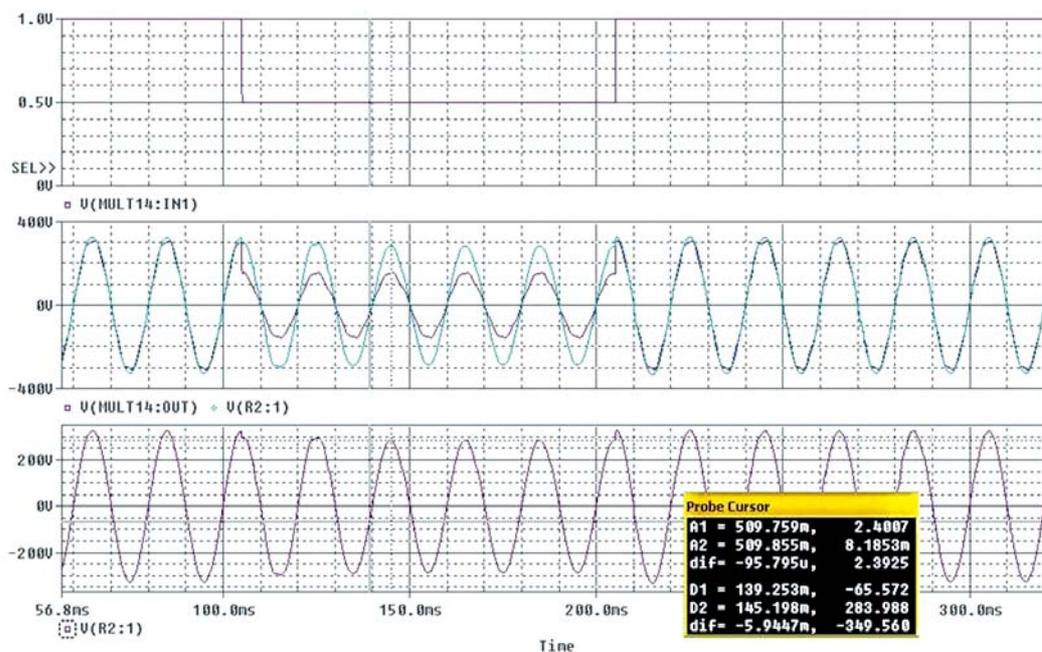


Рис. 8. Входное и выходное напряжение при работе ДКИН

- **Регулирование напряжения**

Устройство SET DVR позволяет компенсировать такие проблемы качества электроэнергии, как колебания напряжения, медленные и быстрые изменения напряжения в сети, искажения напряжения и перенапряжения. Множество установленных систем ДКИН SET DVR продемонстрировали свою эффективность для всех этих задач, высокую степень стабилизации напряжения и очень быструю реакцию, как правило, менее чем 3 мс.

Габариты и основные характеристики устройства ДКИН напряжением 380В приведены в табл. 1.

- **Компенсация несимметрии напряжения**

Благодаря, независимому пофазному регулированию, а также возможности протекания энергии в обоих направлениях, устройство SET DVR может устранять несимметрию по фазам.

- **Колебание напряжения и фликер**

Благодаря, непрерывной работе, точности измерений и быстрому регулированию, устройство SET DVR также решает проблему колебаний напряжения и компенсирует фликер.

- **Перенапряжения**

Благодаря высокому быстродействию, от 2 до 3 мс, устройство SET DVR обеспечивает высокий уровень защиты от перенапряжений. Устройство SET DVR также устраняет перенапряжения, вызываемыми работой конденсаторных установок.

Таблица 1. Технические характеристики устройства SET DVR напряжением 380В

| СПЕЦИФИКАЦИЯ | | | | |
|---------------------------------|---|---|-------------------|-------------------|
| Устройство | ДКИН 300 | ДКИН 600 | ДКИН 900 | ДКИН 1200 |
| ВХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | | | | |
| Номинальное напряжение | 3 х 400 В | | | |
| Частота | 50 Гц ±10 % | | | |
| ВЫХОДНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | | | | |
| Номинальное напряжение | 3х400 В±0,5 % | | | |
| Частота | 50 Гц ±10 % | | | |
| Номинальная мощность | 300 кВА | 600 кВА | 900 кВА | 1200 кВА |
| ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | | | | |
| Максимальный КПД | > 97.5 % | | | |
| Допустимое перенапряжение | 110 % - 30 с, 150 % - 1 с | | | |
| Рабочая температура | 0 °С - 40 °С | | | |
| Температура хранения | 0 °С - 85 °С | | | |
| Степень защиты | IP21 согласно ToIEC 529, 944 | | | |
| Относительная влажность воздуха | < 95 % | | | |
| Максимальная рабочая высота | < 1000 м | | | |
| РАЗМЕРЫ | | | | |
| ВхШхГ, мм | 2145x1212x640 | 2 (2143x1212x660) | 3 (2143x1212x660) | 4 (2143x1212x660) |
| Вес, кг | 1050 | 2100 | 3150 | 4200 |
| ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ | | | | |
| | Глубина провала | Выходное напряжение | | |
| | 30 % | 400 В±0.5 % | | |
| | 40 % длительностью 30 с | 400 В±0.5 % | | |
| | 50 % длительностью 30 с | 90 % х 400 В±0.5 % | | |
| | > 50 % | Байпас: U _{выходное} =U _{входное} | | |
| СТАНДАРТИЗАЦИЯ | | | | |
| Сертификат | CE | | | |
| Стандарты | European Low Voltage Directive (2006/95 EC) Electronic equipment for use in power installations: UNE-EN50 178 (98) | | | |
| ШКАФ ТИПА SLAVE (S) ДЛЯ ДКИН * | | | | |
| ВхШхГ, мм | – | 2145x814x640 | 2145x1619x640 | 2145x1619x625 |
| Вес, кг | – | 300 | 360 | 475 |

* Шкаф типа SLAVE (S) устанавливаются для моделей ДКИН мощностью более 300 кВА.

Особенности устройств типа SET DVR напряжением до 1 кВ:

- Длительное удержание номинального напряжения на защищаемой нагрузке при провалах напряжения глубиной до 30%.
- Удержание номинального напряжения на защищаемой нагрузке при провалах напряжения глубиной до 40% в течение 30 с.
- Удержание напряжения на уровне $0,9U_{ном}$ на защищаемой нагрузке при провалах напряжения глубиной до 50% в течение 30 с.
- Не требует батареи или какой-либо другой системы накопления энергии.
- Компенсация глубоких и длительных провалов (до 30 с) напряжения.
- Компенсация при симметричных и несимметричных провалах напряжения.
- Автоматический переход на байпас при достижении заданных параметров.
- Высокая эффективность – более 97,5% при номинальной нагрузке.
- Выдерживает 150% перенапряжение в течение 1 с.
- Включение в работу менее чем за 3 мс.
- Непрерывная работа устройства с целью стабилизации напряжения на уровне $\pm 0,5\%$.
- Схемное решение, при котором энергия может передаваться в обоих направлениях.
- Конструкция шкафа может быть изменена под заказ.
- Гарантия на срок службы ДКИН 1(2) года

Назначение выпрямителя – преобразование переменного напряжения в постоянное, необходимое для работы инвертора.

Модуль устройства SET DVR содержит интегрированную систему управления на базе цифрового процессора (DSP), которая обеспечивает отличный уровень надежности устройства.

Выпрямитель на основе широтно-импульсной модуляции формирует выходное напряжение, которое с помощью системы управления обеспечивает качественное выходное напряжение.

В случае включения обходного выключателя (байпаса), все управление выпрямительным модулем передается в систему DSP.

Модуль выпрямителя оснащен приточно-вытяжной вентиляцией, которая активируется одновременно с вводом модуля в работу.

Датчик температуры отключает его в случае повышения температуры выше заданного значения.

Байпас отвечает за вывод устройства из работы в случае любой ошибки системы, ручного вывода из работы, из-за внутренней неисправности, короткого замыкания первичной обмотки трансформатора. Он состоит из сверхбыстрого электронного обходного выключателя и параллельно подключенного контактора, обеспечивающих развязку цепей.

Микропроцессор (DSP) отвечает за управление устройством SET DVR. Он получает сигналы от различных модулей системы, а также измеряет входное напряжение, выходное напряжение и ток в линии. Микропроцессор посылает команды на модули управления выпрямителем и инвертором, опрашивает зарядное устройство, вводит режим байпаса и завершения работы. Микропроцессор также управляет сигнализацией. Микропроцессор DSP измеряет 3-х фазное напряжение на входе и выходе, а также, по требованию заказчика, текущие параметры. Он запрограммирован алгоритмами, которые позволяют системе принять решения относительно того, когда входное напряжение выходит за пределы номинальных параметров. Кроме того, он выполняет расчеты, необходимые для того, чтобы дать соответствующие команды выпрямителю и инвертору и команду на срабатывание устройства таким образом, чтобы фазы напряжений были идеально синхронизированы.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ДКИН ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МОЩНОСТИ ЗАЩИЩАЕМОЙ НАГРУЗКИ

Архитектура устройства ДКИН основана на использовании одного ведущего (Master) и нескольких ведомых (SLAVE, рис. 9) силовых модулей мощностью 300 кВА, что позволяет при увеличении мощности защищаемой нагрузки наращивать мощность устройства ДКИН.

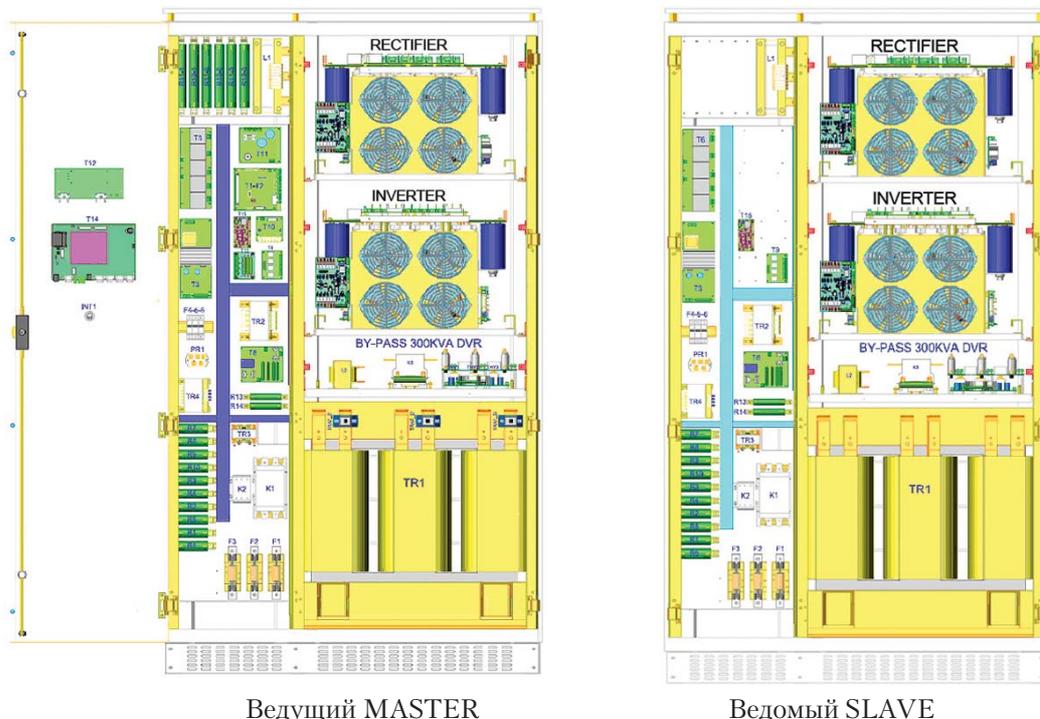


Рис. 9. Шкафы ДКИН (ведущий М и ведомый S)

Один ведущий модуль способен управлять 12 ведомыми модулями посредством соединительного шкафа, т.е. мощность защищаемой нагрузки составляет от 0,6 МВА до 3,6 МВА.

Схемы соединений ДКИН типа SET DVR мощностью 600, 900 и 1200 кВА приведены на рис. 10 [Dynamic Voltage Restore DVR SET. Operating manual. ZIGOR Corporation S.A., 2011. - P. 44].

При использовании силового модуля на 500 кВА, мощность защищаемой нагрузки увеличивается до 6000 кВА.

В целях обслуживания ДКИН служит обходной (байпасный) выключатель. Для обеспечения динамической устойчивости используются быстрореагирующие тиристоры, чтобы защитить преобразователь источника напряжения в случае КЗ со стороны нагрузки.

Таким образом, электроснабжение осуществляется все время, а ДКИН регулирует напряжение нагрузки к номинальному значению, устраняя кратковременные нарушения электроснабжения от энергосистемы. Динамический компенсатор искажений напряжения является альтернативой ИБП для применений в защите чувствительной к искажениям напряжения нагрузки.

Для устройства ДКИН производитель использует современные полупроводники типа GTO или IGCT - тиристоры (табл. 2). Эти элементы представляют современные мощные полупроводники, которые объединяют преимущества обычного GTO и IGBT-транзистора, имеют низкие потери и управляемый переход, соответственно.

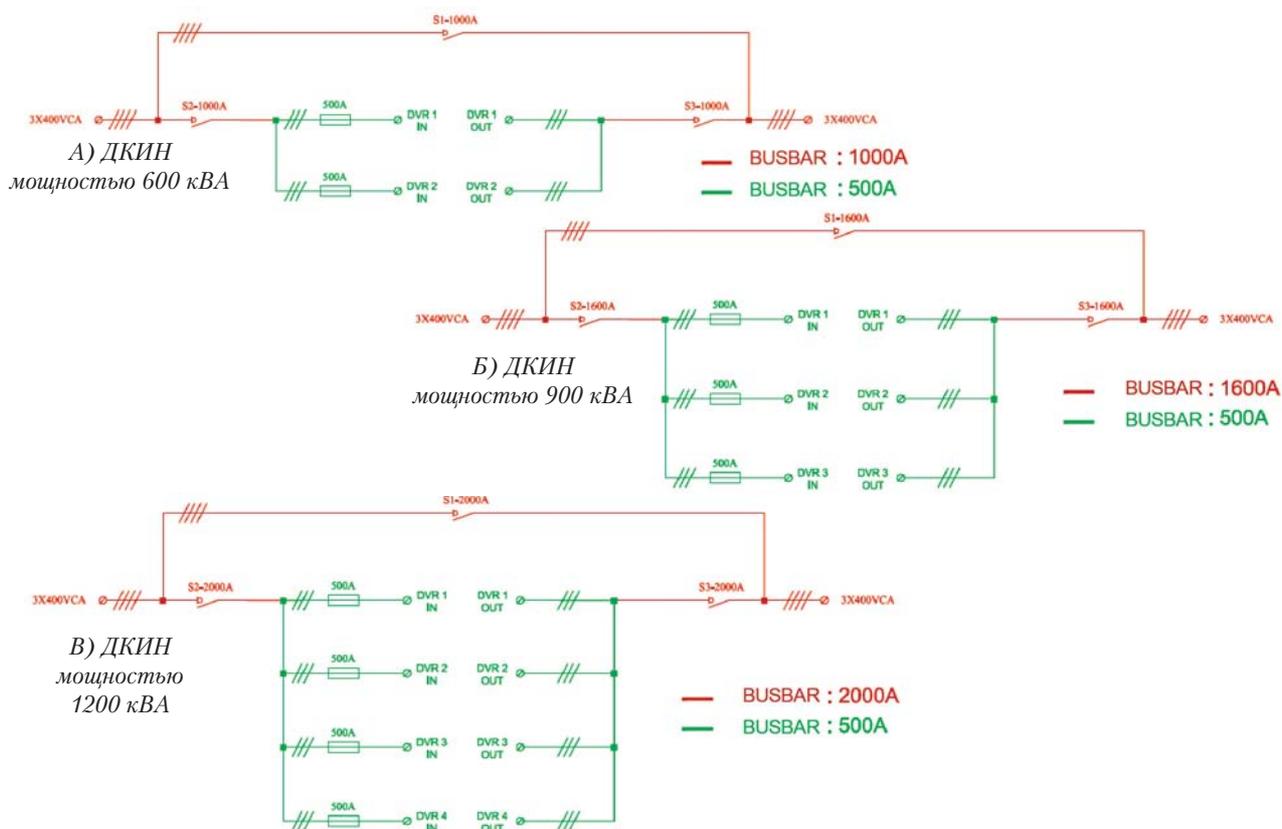


Рис. 10. Схемы соединений ДКИН типа SET DVR

Таблица 2. Особенности различных типов полупроводниковых решений

| Параметр | GTO - тиристор | IGBT - транзистор | IGCT - тиристор |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Показатель переключений | <ul style="list-style-type: none"> Низкочастотное переключение Применимость к сетям напряжением 6-10-35 кВ | <ul style="list-style-type: none"> Высокая частота переключений Низкие потери при переключениях Не требует ограничений Встроенный драйвер для шлюзов | <ul style="list-style-type: none"> Высокая частота переключений Низкие потери при переключениях и в проводниках Применимость к сетям напряжением 6-10-35 кВ Не требует ограничений Встроенный диод и драйвер для шлюза |
| Конструкция преобразователя | <ul style="list-style-type: none"> Не чувствителен к кратковременным сбоям в питающем напряжении | <ul style="list-style-type: none"> Всего несколько элементов на низкое напряжение Последовательно/параллельные соединения только на низком напряжении | <ul style="list-style-type: none"> Не чувствителен к кратковременным сбоям в питающем напряжении Подходит для последовательно/параллельных соединений на высоком напряжении |
| Конструктивные свойства элементов | <ul style="list-style-type: none"> Высокая и проверенная надежность Компактность | <ul style="list-style-type: none"> Модульное исполнение | <ul style="list-style-type: none"> Компактное и модульное исполнение Минимальное число деталей, выполненных на номинальном напряжении |

Преимущества двух вышеупомянутых технологий IGCT для ДКИН заключаются в следующем:

- низкой частоте переключений;
- возможности применения для среднего напряжения;
- низких потерях и электропроводимости;
- высокой частоте переключений;
- низких потерях при переключениях;
- не требуется демпфирования;
- имеет встроенный драйвер для шлюза.

Преобразователь ДКИН имеет воздушное охлаждение, требует минимального обслуживания, что оптимизирует стоимость устройства и эксплуатации.

Интерфейс управления устройством ДКИН организован через оптоволоконные связи, устраняя любое влияние электромагнитных помех. Компактность выполнения устройства позволяет выполнить замену вышедших из строя компонент в пределах 2 ч.

Динамический компенсатор искажений напряжения использует цифровой быстродействующий программируемый контроллер DSP. Программное обеспечение позволяет быстро получать всю входную и выходную информацию, требуемую согласно условиям работы.

Все защитные функции для ДКИН осуществлены в программном обеспечении контроллера.

Система управления и защиты может переключать ДКИН в режим байпас, если это устройство стало недействующим, таким образом, гарантируя непрерывную подачу энергии потребителю.

Программируемый контроллер DSP используется как регистратор событий, чтобы регистрировать и записывать журнал событий во время работы ДКИН.

Система управление ДКИН позволяет:

- преобразование электрического сигнала в оптический;
- поддержание выбора заданного времени ограничений, требуемого устройством ДКИН;
- наблюдение и фиксацию параметров работы устройства ДКИН.

Динамический компенсатор искажений напряжения оборудован системой контроля провалов напряжения.

К монитору компьютера можно обращаться через Интернет. Система может быть приведена в готовность с помощью электронной почты или SMS в случае любых сбоев.

ДИНАМИЧЕСКИЙ КОМПЕНСАТОР ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-35 КВ

Упрощенная схема подключения и размещения устройства ДКИН напряжением 6,3 кВ и номинальной мощностью 2,4МВА представлена на рис. 11-13, а характеристики устройства приведены в табл. 3 [Dynamic Voltage Restore DVR SET. Operating manual. ZIGOR Corporation S.A., 2011. - P. 44].

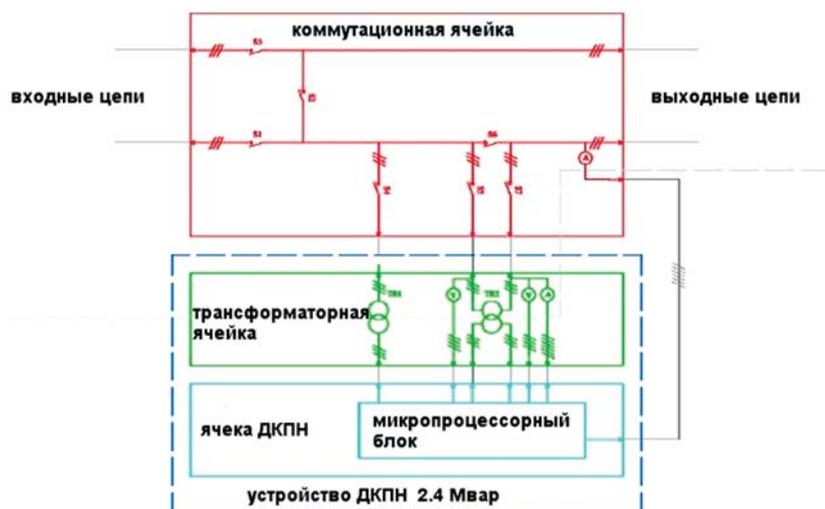


Рис.11. Упрощенная схема включения ДКИН напряжением 6,3кВ

Схема внутренних соединений устройства ДКИН напряжением 6(10) кВ включает блок силового трансформатора суммарной мощностью примерно 30% от номинальной мощности защищаемой нагрузки, Общая схема подключения изображена на рис. 12.

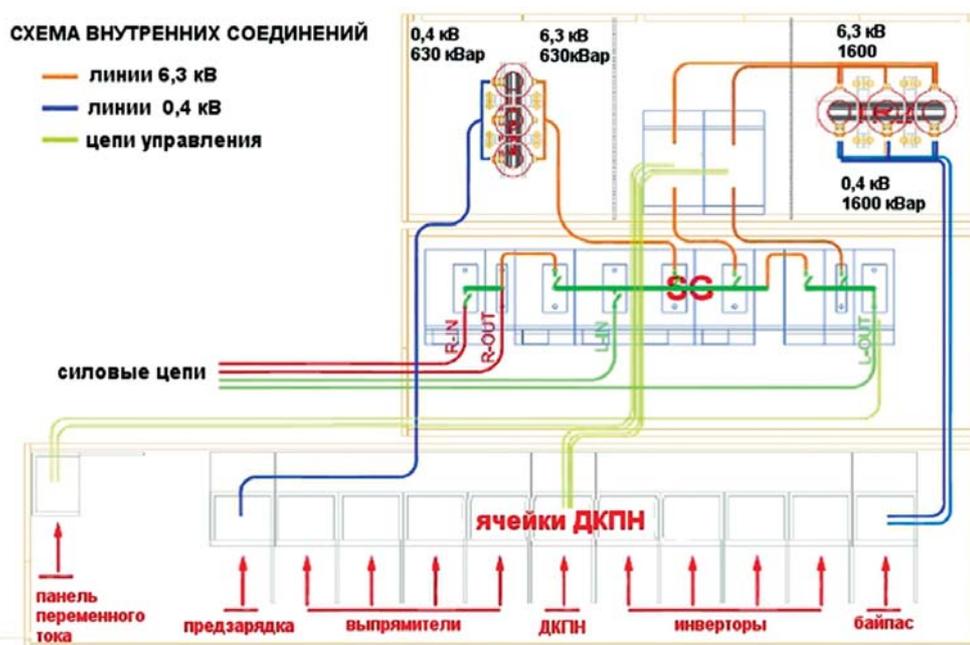


Рис. 12. Общая схема подключения ДКИН напряжением 6,3 кВ

Таблица 3. Технические характеристики устройства SET DVR напряжением 6,3кВ

| Характеристики | |
|--|--|
| Входные | |
| Номинальное входное напряжение | 6,3 кВ |
| Частота | 50 Гц ± 10 % |
| Выходные | |
| Номинальное выходное напряжение | 6,3 кВ |
| Частота | 50 Гц ± 10 % |
| Номинальная выходная мощность | 2,1 МВА (+0,3 МВА избыточное) |
| Номинальный выходной ток | 210 А |
| Общие | |
| Максимальный КПД | > 98 % |
| Перегрузочная способность | 114% длительно 150% в течение 30 с |
| Рабочая температура | 0 ÷ 40 °С |
| Температура хранения | 0 ÷ 85 °С |
| Регулирование выходного напряжения под нагрузкой от 0 до 100 % | ± 0,5 % |
| Испытание изоляции за 60 с | Распределительное устройство - 28 кВ Трансформаторы - 15 кВ Электронное оборудование ДКИН - 2,5 кВ |
| Степень защиты шкафа | IP20 |
| Максимальная высота над уровнем моря при полной нагрузке | <1500 м (чем больше высота, тем больше снижается мощность) |
| Размеры | |
| Распределительное устройство | ДхШхВ, м |
| Отсек трансформаторов | 7,24х2,82х3,6 |
| Электронное оборудование ДКИН | 11,96х2,82х3,6 |
| Вес | |
| Распределительный отсек | 28300 кг |
| Отсек трансформаторов | 31650 кг |
| Электронное оборудование ДКИН | 48500 кг |
| Динамические характеристики | |
| Провал напряжения | Выходное напряжение |
| 30 % от входного напряжения, длительно | 6,3 кВ ± 0,5 % |
| 40 % от входного напряжения, 10 с | 6,3 кВ ± 0,5 % |
| 50 % от входного напряжения, 10 с | 90% x6,3 кВ ± 0,5 % |
| > 50 % от входного напряжения | Байпас - $U_{\text{выходное}} = U_{\text{входное}}$ |

СРОК ОКУПАЕМОСТИ И ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ДКИН

Внедрение ДКИН позволяет устранить (уменьшить):

- брак продукции,
- повреждение оборудования,
- снижение производительности,
- срыв поставок,
- потерю клиентов,
- травмы персонала,
- загрязнение окружающей среды.

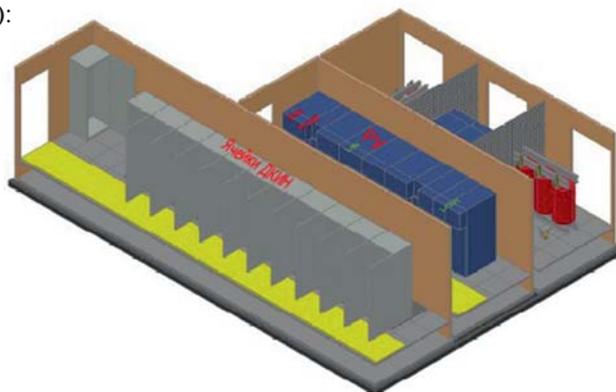


Рис. 13. Размещение элементов ДКИН напряжением 6(10) кВ, его распределительного устройства и трансформаторов

Для предприятий не намеченное время простоя – ведущая причина потери в операционной эффективности и производительности, а нарушения электроснабжения – главный вкладчик. Так, для главного автомобильного производства 2%-ое увеличение производительности всех заводов устранило бы потребность в 2-х новых заводах (сбережения в размере 4 млрд. долл.).

Составляющие ущерба от КНЭ в России часто определяют как:

$$Y_{\text{КНЭ}} = Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6,$$

где: Y_1 – потери производства (недовыпуск продукции); Y_2 – отходы производства; Y_3 – затраты на возобновление производства; Y_4 – трудовые затраты производства; Y_5 – поврежденное оборудование и ремонт; Y_6 – другие затраты.

Экономическую эффективность внедрения устройств ДКИН на Западе определяют путем оценки ущерба, пропорционального недоотпуску (браку) продукции в размере 3-5 долл./кВт (для нефтехимической промышленности) установленной мощности для различных отраслей промышленности и коммунальной сферы (рис. 14 и табл. 5).

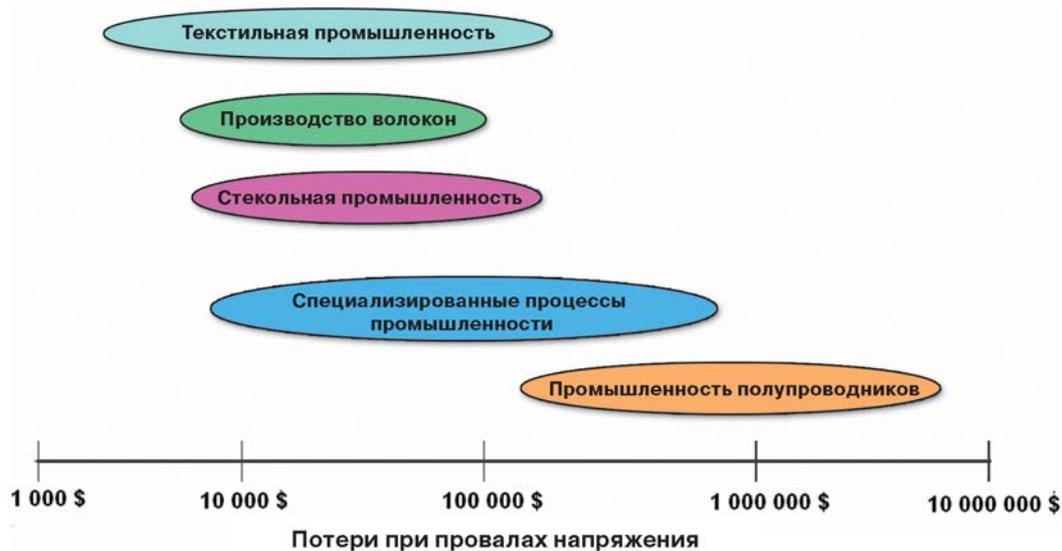


Рис. 14. Величина потерь производств от провалов напряжения

Таблица 5. Затраты от нарушения качества электроснабжения в долл./кВт установленной мощности согласно EPRI

| Отрасль или производства | Затраты от нарушений КЭЭ, \$/кВт (официальные данные EPRI) | |
|---|---|--------------|
| | минимальные | максимальные |
| 1. Автомобильное производство | 5,0 | 7,5 |
| 2. Производство каучука и пластмасс | 3,0 | 4,5 |
| 3. Текстильная промышленность | 2,0 | 4,0 |
| 4. Бумажная промышленность | 1,5 | 2,5 |
| 5. Издательское производство | 1,0 | 2,0 |
| 6. Нефтехимическая промышленность | 3,0 | 5,0 |
| 7. Металлургическая промышленность | 2,0 | 4,0 |
| 8. Стекольная промышленность | 4,0 | 6,0 |
| 9. Горнодобывающая промышленность | 2,0 | 4,0 |
| 10. Производство пищевых продуктов | 3,0 | 5,0 |
| 11. Фармацевтическая промышленность | 5,0 | 50,0 |
| 12. Электронная промышленность | 8,0 | 12,0 |
| 13. Производство полупроводников | 20,0 | 60,0 |
| 14. Коммуникации и информатика | 1,0 | 10,0 |
| 15. Больницы, банки, гражданские учреждения | 2,0 | 3,0 |

В большинстве развитых стран общепринята оценка окупаемости технических решений по методу NPV (Net Present Value) – чистой приведенной стоимости. Для этого необходимо собрать статистику по КНЭ за 2-3 года (лучше пять).

Эквивалентное количество отключений определяется по формуле:

$$N_{\text{экв}} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i * k_i}{t}, \quad (1)$$

где $N_{\text{экв}}$ – эквивалентное количество отключений; k_i – весовой коэффициент, учитывающий тип нарушения электроснабжения; t – время наблюдения, год; m – количество групп нарушений электроснабжения.

Чистая приведенная стоимость NPV:

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{(C_{\text{комп}} - C_{\text{обсл}})}{(1+r)^n} - C_0, \quad (2)$$

где C_0 – капиталовложения в компенсатор провалов напряжения; $C_{\text{комп}}$ – уменьшение ущерба после установки компенсатора; $C_{\text{обсл}}$ – стоимость технического обслуживания и ремонта ДКИН; n – продолжительности жизни оборудования (лет); r – учетная ставка.

Часто для промышленных процессов требуется обеспечить требуемую защиту потребителей электрической энергии от нарушений её качества в питающей сети. Ниже приведены типовые примеры применения устройств ДКИН напряжением 0,38, 6,3 и 20 кВ для решения поставленных Заказчиком задач.

А) ДКИН напряжением 380В и мощностью 600 кВА

Завод по опреснению морской воды

Описание технологического процесса

Завод по опреснению морской воды расположен недалеко от города Аликанте. Питьевую воду получают из морской воды путем забора из 18 скважин (расположенных на пляже перед заводом), которая затем проходит через опреснительную установку.



Чтобы получить питьевую воду (приблизительно 50000 м³ в день) вся соль удаляется посредством процесса обратного осмоса. На выходе, при достижении требуемых показателей солености воды, она поставляется потребителям.

Проблема

В каждой из 18 существующих скважин есть погружной насос для добычи воды и некоторые из них работают непрерывно. Система управления насосами подачи воды очень чувствительна к провалам напряжения. При наличии колебаний напряжения в блоке питания, насосы останавливаются и пуск их не контролируется. При повторных пусках насосов возникает турбулентность в колодцах, что приводит к забору загрязненной воды с примесью песка с морского дна. Песок забивает каналы, используемые в технологическом процессе, а также портит мембраны обратного осмоса.

Решение

В течение 2006 года комплекс SET DVR мощностью 600 кВА был установлен на заводе по опреснению морской воды с целью поддержания стабильного уровня напряжения питания в цепях регуляторов скорости насосов. С тех пор удалось избежать неконтролируемой остановки и запуска насосов из-за провалов напряжения в питающей линии.

Б) ДКИН напряжением 6,3кВ и мощностью 2,4МВА

Завод по производству водорода (фирмы CarbuerosMetalicos) в г. Таррагона

Carbueros Metalicos – испанская компания, принадлежащая Air Products Group. У этой промышленной группы есть завод по производству водорода в Таррагоне (Испания), который прикреплен к самой важной группе испанских нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), принадлежащих компании Repsol. Завод по производству водорода предназначен для производства и подачи водорода на постоянной основе на нефтеперерабатывающий завод. Завод работает 24 часа 365 дней в году, обеспечивая непрерывную подачу водорода к НПЗ, т.е. поставляет сырье, абсолютно необходимое для очистки нефти.

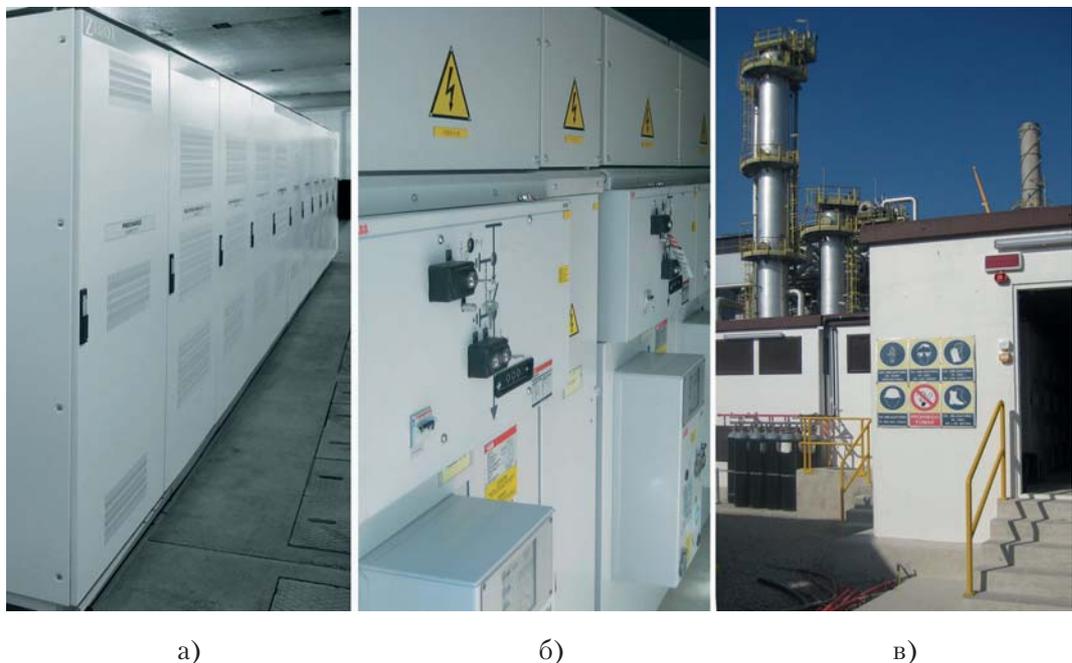


Проблема

Несмотря на то, что завод по производству водорода получает электроснабжение непосредственно от энергосистемы, воздушные линии которой заходят прямо на ГПП очистительного завода Repsol, техпроцесс не избавлен от провалов напряжения глубиной до 50 %, вызванных в том числе и пусками некоторых мощных двигателей, расположенных в цеху очистки нефти. Кроме того, провалы напряжения связаны с тем, что ВЛ расположены в зоне, где летние грозы часто вызывают провалы напряжения.

Процесс производства водорода связан с работой некоторых мощных электродвигателей, работающих на среднем (6,6 кВ) напряжении, системы возбуждения и управления которых чувствительны к таким провалам напряжения, когда их глубина ниже 12-15 %. В этих случаях электродвигатели останавливаются для обеспечения безопасности производства (водород очень взрывоопасный продукт), т.е. прекращается поставка водорода на НПЗ, что вызывает сбой технологических процессов (чрезвычайную ситуацию) на НПЗ.

Последствия незапланированного останова существенные: для завода Carburos Metalicos требуется полный день, чтобы достичь нормального режима и начать поставлять водород на очистительную линию НПЗ, а НПЗ требуется приблизительно 3 дня, чтобы перезапустить весь процесс очистки продукта. Эта проблема вызывает такие высокие экономические потери, что возвращение инвестиций в результате поставки комплекса SET DVR составило менее двух лет.



а)

б)

в)

Рис. 15. Состав комплекса ДКИН:

- а) основное силовое оборудование динамического компенсатора искажений напряжения;
- б) распределительное устройство среднего напряжения;
- в) питающий трансформатор напряжением 6600/400 В и вольтодобавочные трансформаторы напряжением 6,6 кВ.

Описание процесса

Для энергоснабжения завода по производству водорода есть два питающих ввода, каждый из которых подключен к трансформатору напряжением 6,6 кВ и мощностью 2,1 МВт и способен обеспечить все потребности электроснабжения потребителей.

Для защиты технологических процессов получения водорода, включая электродвигатели напряжением 6,6 кВ, был установлен комплекс SET DVR номинальной мощностью 2,4 МВт, что гарантировало на защищаемой нагрузке устойчивое напряжение 6,6 кВ ($\pm 1\%$), даже если провалы напряжения составляли 40 % от номинала.

Комплекс SET DVR включает байпас и защитные устройства, необходимые для того, чтобы не потерять оперативность обслуживания и работы фабрики. Комплекс SET DVR защищает главные контроллеры и электродвигатели напряжением 6,6 кВ, обеспечивая функционирование производственного процесса завода непрерывно почти целый год, за исключением профилактических работ на технологических линиях и в электроустановках. 25-го марта 2013 было 4 года успешной работы комплекса SET DVR, который обеспечил непрерывность технологического процесса при многочисленных (свыше 20 в год) случаях кратковременных нарушений электроснабжения из-за провалов напряжения в сети.

Состав комплекса

Комплекс SET DVR мощностью 2,4 МВА и напряжением 6,6 кВ, включает:

- Бетонное здание размером 11960 x 2620 x 3 600 мм (длина x ширина x высота) для размещения основного силового оборудования динамического компенсатора искажений напряжения.
- Бетонное здание размером 7024 x 2620 x 3600 мм (длина x ширина x высота), для размещения распределительного устройства среднего напряжения.
- Бетонное здание размером 7024 x 2620 x 3600 мм (длина x ширина x высота), для размещения трансформатора 6,6 кВ/400 В и вольтодобавочных трансформаторов напряжением 6,6 кВ.

В) ДКИН напряжением 20кВ и мощностью 3,6МВА

Завод по производству пластмасс (фирмы Sotrafa SA) Испания

Описание процесса

Компания Sotrafa SA интегрирована в группу Armando Alvarez Group и является ведущей компанией в секторе производства пластмасс, которая специализируется на производстве пластмасс для сельского хозяйства, животноводства и строительства.



Проблема

Непрерывный процесс изготовления пластмасс на заводе, расположенном в Эхидо (Almería) Испания, очень чувствителен к провалам напряжения, что является общей проблемой всех предприятий в данном регионе.

Наиболее важной частью производственного процесса является нагрев полиэтилена за счет конвекции воздуха, когда пластик увеличивается в размере на несколько футов. При провалах напряжения он остывает до процесса складывания. Во время кратковременных

нарушений электроснабжения и неожиданной остановки процесса пластик попадает на эжекторные сопла и засоряет их. Когда оборудование остывает – это приводит не только к производственным потерям, но и требует нескольких часов для очистки всего пострадавшего оборудования.

Решение

С конца 2012 года смонтирован комплекс SET DVR мощностью 3,6 МВт и напряжением 20 кВ. Комплекс расположен на подстанции завода таким образом, чтобы все чувствительные к искажениям напряжения потребители были защищены, производственный процесс не прерывался, и завод не терпел убытков из-за провалов напряжения.



а)

б)

в)

Рис. 16. Состав комплекса ДКИН мощностью 3,6 МВт и напряжением 20 кВ:

- а) основное силовое оборудование динамического компенсатора искажений напряжения;*
- б) внешний вид ДКИН;*
- в) питающий трансформатор напряжением 20000/400 В.*

Состав комплекса

Комплекс SET DVR мощностью 3,6 МВА и напряжением 20 кВ, включает:

- распределительное устройство среднего напряжения;
- трансформатор 20 кВ/400 В
- и вольтодобавочные трансформаторы напряжением 20 кВ.

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС ES.MM04.B00382

Срок действия с 31.01.2012 по 30.01.2015

№ **0454192**

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ рег. № РОСС RU.0001.11MM04.000 «НТЦ СТАНДАРТ И КАЧЕСТВО». 115114, г. Москва, Дербеневская наб. д. 11, помещение 49, тел. (495) 668-08-59, факс (495) 668-08-65, E-mail zakaz@ntc-sk.ru.

ПРОДУКЦИЯ Динамический компенсатор искажений напряжения типа SET DVR (до 1 кВ).
Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП):

34 3300

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
ГОСТ Р 51992-2002

код ТН ВЭД России:

8537 10 000 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ «ZIGOR CORPORACION, S.A.».
Адрес: C/Portal de Gamarra, No.28 01013, Vitoria-Gasteiz (Alava), Spain, Испания.

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН «ZIGOR CORPORACION, S.A.».
Адрес: C/Portal de Gamarra, No.28 01013, Vitoria-Gasteiz (Alava), Spain, Испания.

НА ОСНОВАНИИ протокола сертификационных испытаний № 176-218 от 31.01.2012 г.
Испытательная лаборатория ЗАО «Испытательный Центр Технических Измерений, Безопасности и Разработок» (ЗАО «ТИБР»), рег. № РОСС RU.0001.21ML44 от 08.04.2011, адрес: 125635, г. Москва, ул. Ангарская, д. 10

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Место нанесения знака соответствия: знак соответствия по ГОСТ Р 50460-92 наносится на корпус изделия и (или) в эксплуатационную документацию. Поставщик: ООО «ИПК Промис». 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 17, строение 8.
Схема сертификации: 3.



Руководитель органа _____

А.А. Шитов
подпись

А.А. Шитов
инициалы, фамилия

Эксперт _____

А.Я. Чипышев
подпись

А.Я. Чипышев
инициалы, фамилия

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

ДЕКЛАРАЦИЯ О СООТВЕТСТВИИ

ООО «НПК Промир»

наименование организации или фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя, принявших декларацию о соответствии

ОГРН 1077757490458; ИНН 7722616024

сведения о регистрации организации или индивидуального предпринимателя (наименование регистрирующего органа, дата регистрации, регистрационный номер)

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 17, строение 8, телефон (495) 979-89-44

адрес, телефон, факс

в лице Жукова В.А.

должность, фамилия, имя, отчество руководителя организации, от имени которой принимается декларация

заявляет, что

Динамический компенсатор искажений напряжения типа SET DVR (от 1 кВ)

наименование, тип, марка продукции, на которую распространяется декларация

Серийный выпуск

сведения о серийном выпуске или партии (номер партии, номера изделий, реквизиты договора /контракта/, накладная)

Изготовитель «ZIGOR CORPORACION, S.A.»

наименование изготовителя

C/Portal de Gamarra, No.28 01013, Vitoria-Gasteiz (Alava), Spain, Испания

страны и т.п.)

Код ОК 005-93 (ОКП): 34 1470

Код ТН ВЭД России: 8535 90 000 0

соответствует требованиям

ГОСТ 14693-90 (п.п. 2.8.1 – 2.8.9, разд. 3); ГОСТ 1516.3-96 (п. 4.14)

обозначение нормативных документов, соответствие которым подтверждено данной декларацией, с указанием пунктов этих нормативных документов, содержащих требования для данной продукции

Декларация принята на основании

протокола сертификационных испытаний № 177-218 от 31.01.2012 г. Испытательная лаборатория ЗАО «Испытательный Центр Технических Измерений, Безопасности и Разработок» (ЗАО «ТИБР»), рег. № РОСС RU.0001.21МЛ44 от 08.04.2011, адрес: 125635, г. Москва, ул. Ангарская, д. 10; декларации соответствия EN от 16.03.2009 г.

информация о документах, являющихся основанием для принятия декларации

Дата принятия декларации: 28.02.2012

Декларация о соответствии действительна до: 27.02.2015



[Handwritten signature]

Жуков В.А.

подпись

инициалы, фамилия

Сведения о регистрации декларации о соответствии

ООО «МОСКВА СТАНДАРТ И КАЧЕСТВО»

наименование и адрес органа по сертификации, зарегистрировавшего декларацию

115114, г. Москва, Дербеневская наб. д. 11, помещение 49, тел. (495) 668-08-59, факс (495) 668-08-65, E-mail zakaz@ntc-sk.ru

Аттестат рег. № РОСС RU.0001.11ММ04 выдан 13.04.2010г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

Дата регистрации: 28.02.2012, регистрационный номер декларации РОСС ES.ММ04.Д00326

дата регистрации и регистрационный номер декларации



[Handwritten signature]

А.А. Шитов

подпись

инициалы, фамилия руководителя органа по сертификации

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Опросный лист поставки ДКИН

| | | | |
|---------------------|--|--------------------------|--|
| Организация: | | Место нахождения: | |
| Тел. /Факс | | E-mail: | |

1. Питающая сеть

| | | |
|-----|--|--|
| 1.1 | Напряжение в точке подключения ДКИН, кВ | |
| 1.2 | Допустимое падение напряжения при пуске электродвигателей, % | |
| 1.3 | Представить однолинейную схему электрических соединений | |
| 1.4 | Какие другие потребители уже подключены к распределительному устройству, какая их суммарная потребляемая мощность? | |

2. Требуемая компенсация падения напряжения на стороне нагрузки

| | | | | | |
|------|---|----|--------|----|--|
| 2.1 | Трехфазные провалы напряжения, % | 30 | | 40 | |
| 2.2 | Трехфазные провалы напряжения, другие требования, | | | | |
| 2.3 | Однофазные провалы напряжения, % | | 50 | | |
| 2.4 | Однофазные провалы напряжения, другие требования | | | | |
| 2.5 | Продолжительность трехфазных провалов напряжения, мс | | | | |
| 2.6 | Продолжительность однофазных провалов напряжения, мс | | | | |
| 2.7 | Устранение небаланса фаз (несимметрии напряжения) и фликера | Да | | | |
| 2.8 | Допустимая длительность провала напряжения, мс | | | | |
| 2.9 | Номинальная мощность защищаемой нагрузки, МВА | | | | |
| 2.10 | Коэффициент мощности, о.е. | | | | |
| 2.11 | Подключение | | Звезда | | |
| 2.12 | | Да | | | |

3. Условия окружающей среды и требования к оборудованию

| | | |
|-----|--|-------|
| 3.1 | Уровень загрязненности окружающей среды | |
| 3.2 | Предполагаемое место размещения оборудования | |
| 3.3 | Температура окружающей среды, °С | |
| 3.4 | Высота над уровнем моря, м | <1000 |
| 3.5 | Требуется ли байпас для обслуживания ДКИН и создания видимого разрыва? | Да |
| 3.6 | Последовательный интерфейс RS -485 (сетевой кабель) или Ethernet | |
| 3.7 | Протокол обмена данных | |
| 3.8 | Хранения журнала неисправностей с указанием даты и времени неисправности | Да |
| 3.9 | Запись осциллограмм событий | Да |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Техническое задание на поставку ДКИН 380 В

| | | |
|----|---|---|
| 1. | Наименование предприятия | |
| 2. | Наименование заказчика | |
| 3. | Местоположение объекта проектирования | Питающий фидер линии производства напряжением 380В |
| 4. | Вид строительства | Реконструкция, дооборудование |
| 5. | Стадийность проектирования | Выполнить проект привязки и внедрить динамический компенсатор искажений напряжения для защиты чувствительной к искажениям нагрузки на отходящем фидере к линии производства |
| 6. | Назначение проектируемого предприятия (комплекса, объекта) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышение надежности работы электрооборудования при кратковременных нарушениях электроснабжения во внешних питающих сетях ООО "....." 2. Повышение уровней остаточных напряжений в узлах нагрузки, сокращение времени переходных процессов и потерь производства за счет исключения остановов механизмов при кратковременных нарушениях электроснабжения (КНЭ) |
| 7. | Основные направления, состав и краткая характеристика проекта | <ol style="list-style-type: none"> 1. Место установки ДКИН определить проектом, решение согласовать с Заказчиком 2. Обеспечить с помощью ДКИН работу защищаемой нагрузки (электрооборудования потребителя или линии производства) для следующих режимов: <ul style="list-style-type: none"> – длительно при провалах напряжения глубиной до 30 % – длительно 30 с при провалах напряжения глубиной от 30 до 40 % – с удержанием на нагрузке напряжения 0,9Uном в течение 30 с при провалах напряжения глубиной от 40 до 50 % 3. Предусмотреть проектом переход на байпас при снижении напряжения на вводе ДКИН свыше 50% 4. Устройство ДКИН должно выдерживать перенапряжение для величиной 110 % - 30 с; 150 % - 1 с 5. Стабильность выходного напряжения ДКИН $\pm 0,5$ % 6. Время реакции устройства на провал – ≤ 3мс 7. Работа устройства при снижении питающего напряжения должна обеспечивать уровни напряжения на секции шин защищаемой нагрузки в соответствии с ГОСТ Р 54149-2010, позволяющие удерживать в работе механизмы |
| 8. | Содержание пакета документации рабочего проекта | <ol style="list-style-type: none"> 1. Объем документации рабочего проекта должен быть достаточен для выполнения работ по внедрению технических решений 2. Документация рабочего проекта должна включать: <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Техническое задание на рабочий проект 2.2. Принципиальные однолинейные электрические схемы, схемы компоновки, исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных присоединений, технические паспорта заводов-изготовителей основного электрооборудования 2.3. Схемы размещения ДКИН и его составляющих с указанием функций |

| | | |
|-----|--|--|
| | | <ol style="list-style-type: none"> 3. Вся документация по проекту должна быть представлена на бумажном носителе в трех экземплярах и на электронном носителе в 2-х экземплярах 4. Все схемы по ДКИН и его привязки к существующим защитам должны быть выполнены и предоставлены в электронном виде 5. Инструкции по эксплуатации, техническому и оперативному обслуживанию устройства ДКИН |
| 9. | Требования по механизации трудоемких процессов | Решения должны учитывать нормы по охране труда и включать в себя необходимые средства автоматизации и индикации, как для оперативного обслуживания, так и для выполнения ремонтных работ |
| 10. | Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций | Согласно действующим нормам и правилам Российской Федерации, включая нормативно-техническую документацию Ростехнадзора |
| 11. | Исходные данные для проектирования, выдаваемые Заказчиком | Согласно запросу от Исполнителя |
| 12. | Особые условия | <ol style="list-style-type: none"> 1. Разрабатываемая документация должна соответствовать требованиям действующих норм и правил по промышленной безопасности, противопожарной безопасности, СНиП, СанПиН, требований Федеральных законов и др. нормативных документов 2. Основные технические требования согласовываются с Заказчиками поэтапно в установленном порядке 3. Все импортное оборудование и материалы, предусмотренные проектом, должны быть сертифицированы (ГОСТ Р) |

Главный энергетик

Согласовано:

Главный инженер

Содержание

| | |
|--|----|
| Причины и последствия кратковременных нарушений нормального электроснабжения предприятий | 2 |
| Область динамической устойчивости электротехнических комплексов при провалах напряжения в питающих сетях | 6 |
| Основные принципы работы и схемы динамических компенсаторов искажений напряжения | 7 |
| Динамический компенсатор искажений напряжения для электрооборудования напряжением 380 В | 10 |
| Параллельная схема соединения ДКИН для увеличения мощности защищаемой нагрузки | 15 |
| Динамический компенсатор искажений напряжения для электрооборудования напряжением 6-35 кВ | 18 |
| Срок окупаемости и экономический эффект от внедрения ДКИН | 20 |
| Примеры внедрения ДКИН SET DVR напряжением 0,4 -20 кВ | 22 |
| Сертификат соответствия | 26 |
| Декларация о соответствии | 27 |
| Приложение 1. Опросный лист поставки ДКИН | 28 |
| Приложение 2. Техническое задание на поставку ДКИН 380В | 29 |



ООО «НПК Промир»

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 17, стр. 8

**Тел./факс: (495) 979-89-44
e-mail: info@npkpromir.com**

С нами надежнее!