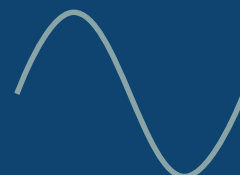
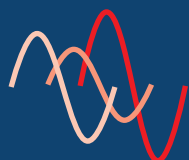
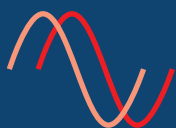
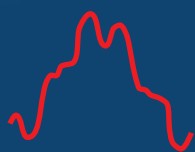




Инженерный центр  
«Автоматизация  
ресурсосберегающих  
технологий»

[www.ic-art.ru](http://www.ic-art.ru)

# Активные фильтры Компенсация высших гармоник и реактивной мощности



Санкт-Петербург  
2017

<b>Высшие гармоники тока и напряжения</b>	в электроустановках обусловлены работой преобразователей частоты и регуляторов напряжения, выпрямителей и устройств гарантированного питания, блоков питания компьютеров и электронных систем, осветительных приборов и других нелинейных электроприёмников.
<b>Балластная или реактивная мощность</b>	связана с работой двигателей и трансформаторов, ёмкостью кабелей, конденсаторных установок и др., а также проявляется вследствие несинусоидальности тока и напряжения.
<b>Надёжность и эффективность работы электроустановок</b>	достигается при условии обеспечения приемлемых параметров качества электроэнергии.

## **АКТИВНЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ ФИЛЬТРЫ (АДФ)**

это универсальные устройства силовой электроники с микропроцессорным управлением, решающие задачи компенсации высших гармоник и реактивной мощности, устраняющие фликер, резонанс, несимметрию и др.

### **Полезность АДФ**

- ▶ разгрузка генераторов, трансформаторов и сетей;
- ▶ устранение сбоев и ложных срабатываний электронных устройств;
- ▶ уменьшение потерь в электроустановках;
- ▶ снижение затрат на ППО и ППР;
- ▶ продление ресурса электротехнического оборудования (электродвигателей, преобразователей, конденсаторов, блоков питания, осветительных приборов и др.)

## **Предлагаем комплексные решения систем динамической компенсации на базе активных фильтров.**

01. Активные фильтры. Установка, подключение, параметрирование.
02. Компенсация высших гармоник в электроустановках.
03. Компенсация высших гармоник в системах бесперебойного питания.
04. Компенсация реактивной мощности индуктивного характера.
05. Компенсация реактивной мощности ёмкостного характера.
06. Активные фильтры в высоковольтных электроустановках.
07. Дистанционное управление активными фильтрами.  
Интеграция АДФ в АСУ ТП
08. Активные фильтры в щитовом исполнении
09. Активные фильтры в контейнерном исполнении
10. Измерения, моделирование, выбор оборудования систем компенсации

**+7 (812) 445-24-22, 445-24-76**

## Активные фильтры Установка, подключение, параметрирование

Поставляем активные динамические фильтры (АДФ) для электроустановок до 1000 В и выше 1000 В.

- ▶ Номинальный ток отдельного фильтра от 70 А до 400 А.
- ▶ Суммарный ток компенсации при параллельном включении фильтров – до 5800 А.
- ▶ Номинальное напряжение активных фильтров от 230 до 690 В.
- ▶ В высоковольтных электроустановках фильтры включаются через согласующий трансформатор.
- ▶ Охлаждение фильтров воздушное или водяное.



Активные фильтры могут устанавливаться в составе ГРЩ или в отдельных шкафах. Возможен монтаж на стенах и конструкциях электротехнических помещений.

Силовыми кабелями фильтр включается ПАРАЛЛЕЛЬНО нагрузке на шинную сборку или на вход конкретного электроприёмника (группы электроприёмников).

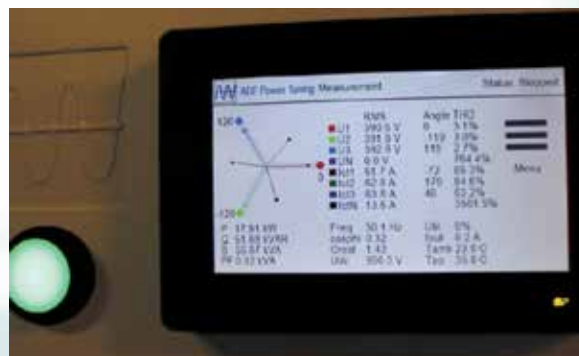
Измерительные цепи АДФ подключаются к стандартным существующим или вновь устанавливаемым трансформаторам тока с выходным сигналом 0-5 А.

При использовании АДФ в режиме компенсации искажений напряжения, подключение происходит ТОЛЬКО силовым кабелем (трансформаторы тока не применяются).

Ток нагрузки не протекает через фильтр и не создает потерь. В случае сбоя/неисправности АДФ останавливается собственной защитой и в дальнейшем не влияет на работу электроустановки.

Параллельное подключение нескольких модулей АДФ позволяет просто наращивать систему компенсации.

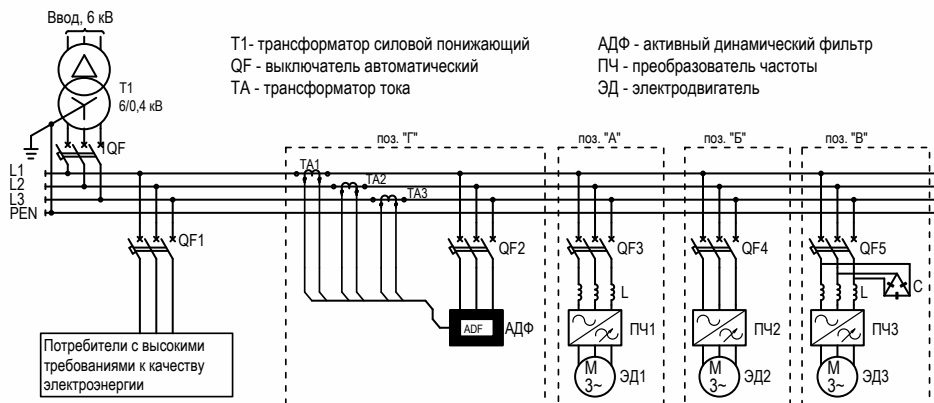
АДФ могут работать одновременно с пассивными фильтрами и «косинусными» конденсаторами, что позволяет строить сбалансированные по цене системы компенсации.



Запуск самодиагностики фильтра и последующее включение в работу выполняется одной кнопкой.

При необходимости специфического параметрирования удобно воспользоваться графической панелью управления или компьютером, подключаемым по Ethernet

Активные динамические фильтры (Рис. поз. «Г») прекрасно справляются с задачей компенсации высших гармоник, обусловленных работой преобразователей частоты, выпрямителей, регуляторов напряжения и т. п. Преобразователи могут быть с различными входными дросселями (Рис. поз. «А»), без дросселей (Рис. поз. «Б»), с входными фильтрами 5 и 7 гармоник (Рис. поз. «В») и др.



Фильтры семейства ADF P100 и ADF P300 компенсируют высшие гармоники до 49-го порядка.

Фильтры семейства ADF P200 компенсируют высшие гармоники до 100-го порядка, устраняют резонанс и фликер.

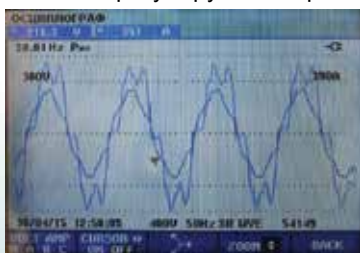
Модули фильтров ADF P100 и ADF P200 могут устанавливаться в общий конструктив и работать совместно.

Все активные фильтры обеспечивают выборочную компенсацию гармоник определенного порядка, что позволяет оптимизировать систему компенсации по цене и массо-габаритным показателям.

Возможна одновременная компенсация высших гармоник, реактивной мощности, несимметрии токов в трехфазной системе и др.

Предлагаем **уникальные решения «бездатчиковых» систем, корректирующих непосредственно форму напряжения в точке подключения** (на присоединениях ответственных потребителей). Эти решения наиболее привлекательны по цене.

**Пример.** Осциллограммы фазного тока и напряжения на выходе трансформатора 1000 кВА при нагрузке частотно-регулируемого привода 315 кВт (380 В).



Ток и напряжение в фазе.  
Фильтр ОТКЛЮЧЕН



Ток и напряжение в фазе.  
Фильтр ВКЛЮЧЕН

АДФ являются выгодной альтернативой применения 12-пульсных схем выпрямления и преобразователей частоты AFE (Active Front End).

Активный фильтр по сравнению с преобразователем частоты AFE (при сопоставимом влиянии на сеть):

- ▶ на 30–40 % меньше по размерам;
- ▶ на 25–30 % дешевле.
- ▶ не создаёт проблем с током нулевой последовательности.

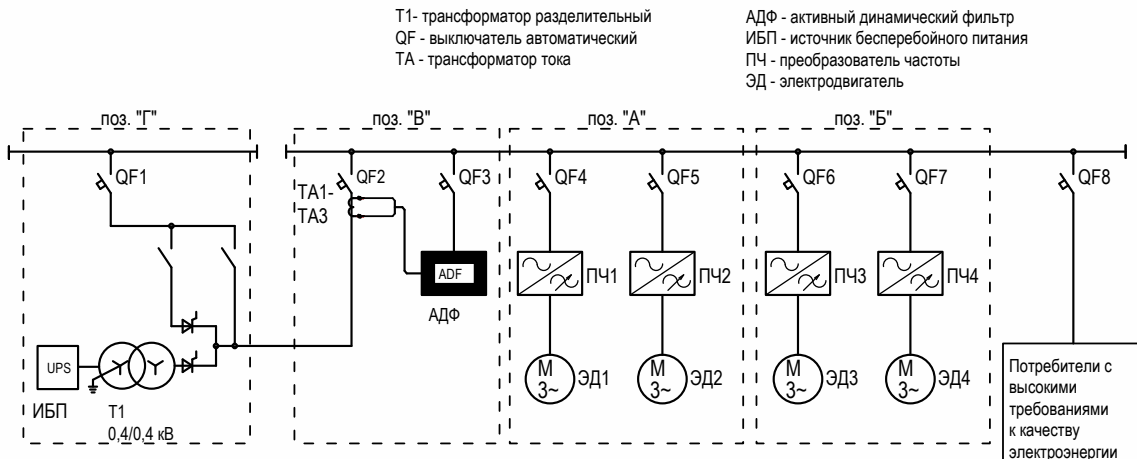
АДФ может компенсировать высшие гармоники от группы преобразователей частоты разного типа и мощности.



# Компенсация высших гармоник в системах бесперебойного питания

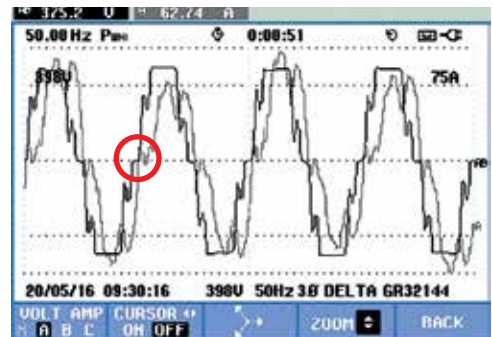
# 03

Активные динамические фильтры (Рис. поз. «В») могут работать в «слабых» сетях, при малой мощности источника электроэнергии. Это позволяет использовать их в системах бесперебойного питания (Рис. поз. «Г») частотно-регулируемых приводах (Рис. поз. «А» и «Б»), когда применение пассивных фильтров малоэффективно.

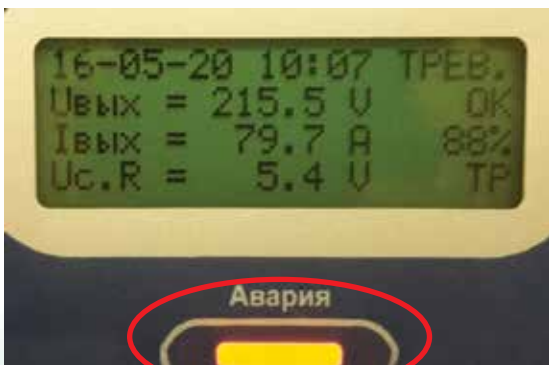


### Пример.

Ответственные потребители компрессорной станции подключены к источнику бесперебойного питания (ИБП) мощностью 80 кВА. В составе потребителей особой группы есть частотно-регулируемые приводы. При включении преобразователей частоты коэффициент нелинейных искажений по напряжению (на шинах бесперебойного питания) достигает 17 %. ИБП не может синхронизироваться с сетью при восстановлении электроснабжения и переходит в аварийный режим.



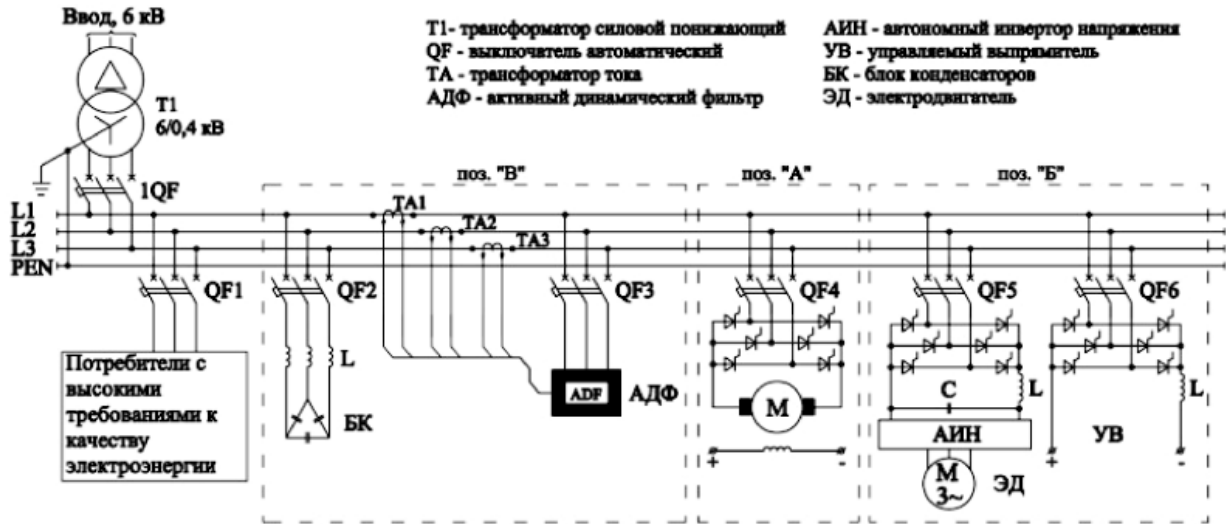
Включение активного фильтра восстанавливает синусоидальность напряжения и решает проблему синхронизации источника бесперебойного питания. Повышается надежность электроснабжения потребителей особой группы и снижаются риски аварий.



# 04

## Компенсация реактивной мощности индуктивного характера

Значительная реактивная мощность индуктивного характера присутствует в электроустановках, включающих управляемые выпрямители (Рис. поз. «А», «Б»), преобразователи частоты на базе автономных инверторов тока (Рис. поз. «Б»), тиристорные преобразователи частоты ЭКТ и др. Активные фильтры (Рис. поз. «В») обеспечивают поддержание требуемого коэффициента мощности при достаточно быстрых изменениях нагрузки.



### Пример.

Применение активных фильтров в системе электропривода с управляемыми выпрямителями позволило поддерживать стабильный коэффициент мощности на источнике (0,75–0,85) при резких изменениях коэффициента мощности потребителей от 0,2 до 0,95.



Активные фильтры, компенсирующие реактивную мощность приводов

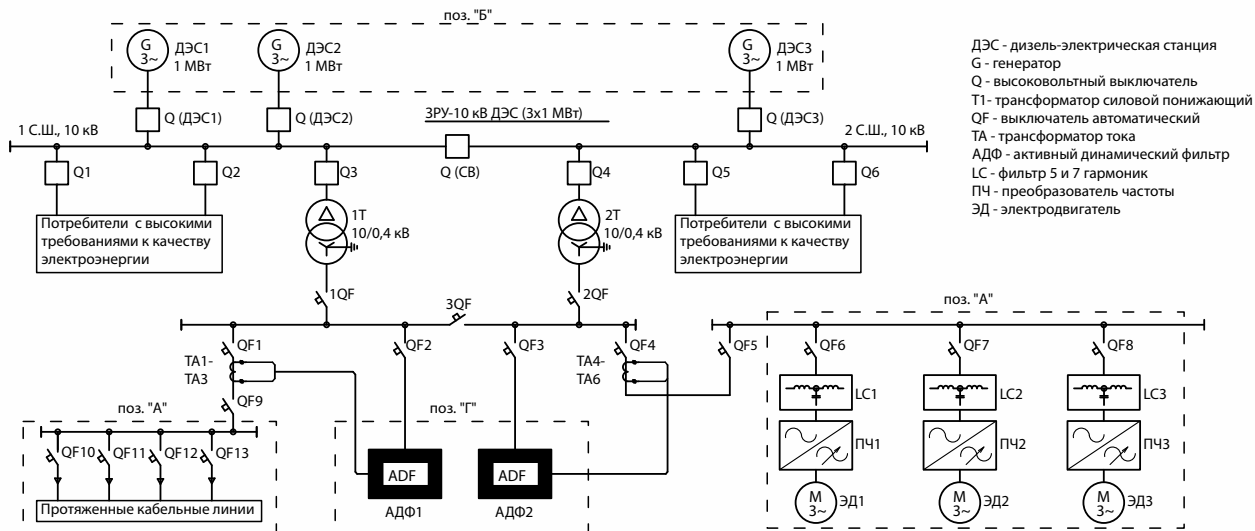
### Пример.

При включении буровой лебедки на подъём инструмента (глубина 650 м) ток приводов возрастает на 780 А. Ток генераторов при этом возрастает только на 320 А. АДФ компенсируют реактивную мощность и снижают полный ток источника на 460 А.

# Компенсация реактивной мощности ёмкостного характера

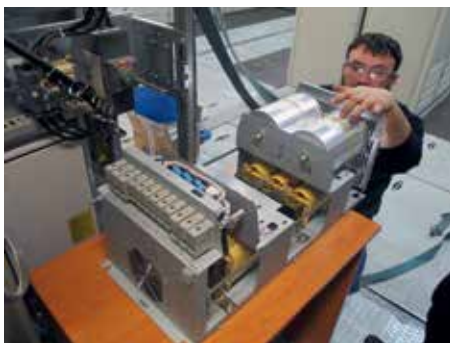
# 05

Активные динамические фильтры могут компенсировать реактивную мощность ёмкостного характера. Это важно в автономных электроустановках с протяженными кабельными линиями и/или с пассивными фильтрами, в составе которых имеются конденсаторы (рис. поз. «А»). При появлении в сети реактивной мощности ёмкостного характера генератор автономного источника (рис. поз. «Б») может отключиться защитой. АДФ подсоединяется в точках генерации реактивной мощности и поддерживает заданное значение индуктивного коэффициента мощности (рис. поз. «Г»).



## Пример.

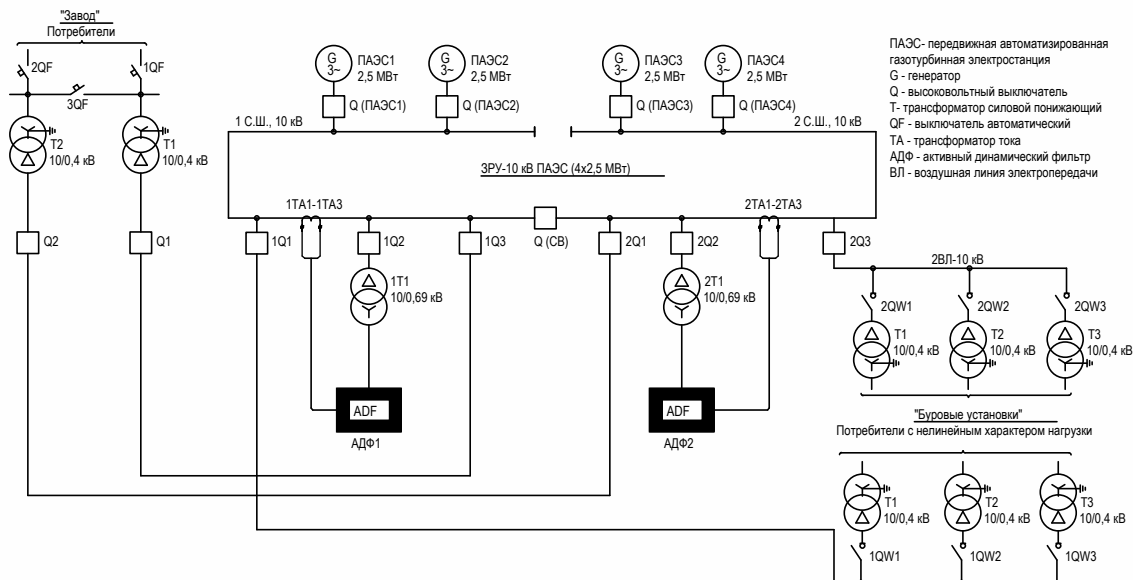
В установке АВО газа на входах преобразователей частоты ACS 550 установлены пассивные фильтры 5 и 7 гармоник ECOSine (Schaffner). При работе преобразователей частоты на долевых нагрузках конденсаторы фильтров ECOSine генерируют реактивную мощность ёмкостного характера, опасную для ДЭС (суммарно до 250–450 квар в зависимости от режима работы).



Активные фильтры АДФ P100 компенсируют до безопасных значений реактивную мощность ёмкостного характера и предотвращают отключение генераторов.



Системы динамической компенсации на базе активных фильтров успешно выполняют функции статических синхронных компенсаторов («СТАТКОМ»). При относительно небольших мощностях (до 5–7 Мвар) использование АДФ дешевле, а сроки поставки комплекта оборудования составляют всего 6–8 недель.



АДФ с рабочим напряжением 0,4 кВ или 0,69 кВ могут включаться через согласующий трансформатор на шины 6/10 кВ. Измерения производятся через высоковольтные трансформаторы тока.

Системы «СТАТКОМ» могут комплектоваться активными фильтрами с воздушным и с водяным охлаждением.



Активные динамические фильтры на трансформаторной подстанции



Согласующий трансформатор системы динамической компенсации

### Преимущества:

- ▶ Унификация основного оборудования систем компенсации (активных фильтров) в электроустановках до 1000 В и свыше 1000 В облегчает их сервис.
- ▶ Широкий выбор трансформаторов по типу и исполнению позволяет оптимизировать затраты на силовое оборудование.
- ▶ Построение системы компенсации из нескольких конструктивов (трансформатор и фильтры), облегчает их транспортировку и разнообразит компоновочные решения.

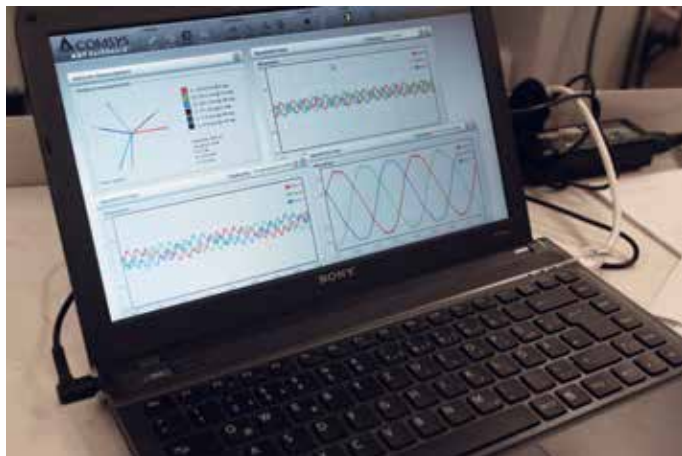


## Дистанционное управление активными фильтрами Интеграция АДФ в АСУ ТП

# 07

Активные фильтры в общем случае работают автономно и не требуют вмешательства оператора.

Вместе с тем, при необходимости они легко интегрируются в АСУ ТП, АСКУЭ и другие информационные системы.



Стандартный **web-интерфейс** активного фильтра позволяет:

- ▶ включать и отключать фильтр;
- ▶ запускать процесс диагностики;
- ▶ изменять уставки защиты и параметры компенсации (гармоник, реактивной мощности, несимметрии и др.);
- ▶ изменять системные настройки (цифровые входы и выходы, время и дату, параметры TCP/IP и др.);
- ▶ контролировать форму кривых тока компенсации, линейных токов и напряжений;
- ▶ выводить на экран векторную диаграмму с фазовыми углами, действующими значениями линейных напряжений и токов и др.



Открытый документированный протокол **Modbus TCP** обеспечивает:

- ▶ чтение текущих параметров (нагрузка, температура и др.)
- ▶ чтение/запись настроек компенсации;
- ▶ чтение состояния (работа, авария, др.);
- ▶ удалённое управление фильтром.



Интеграция АДФ в АСУ ТП позволяет:

- ▶ включать, отключать, изменять настройки, контролировать работу каждого из фильтров с одного поста управления;
- ▶ оперативно изменять приоритет работы системы компенсации (реактивная мощность, высшие гармоники и др.);
- ▶ вести архивы, отображать графики, анализировать влияния работы системы динамической компенсации на источник электроэнергии и электроприёмники и др.



Активные фильтры обычно поставляются в виде законченных изделий:

- ▶ навесного исполнения (ток до 130 А);
- ▶ напольного/шкафного исполнения (ток до 400 А)

В шкаф устанавливается до трех силовых блоков.

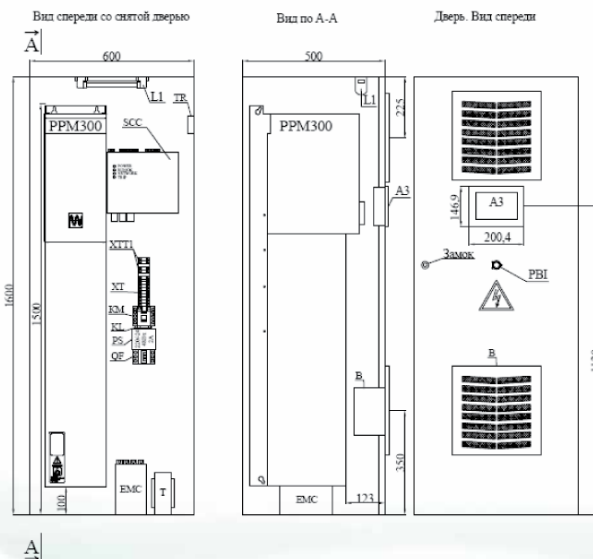
Возможна комбинация силовых блоков ADF P100 и ADF P200 в одном конструктиве.

Активные фильтры навесного и шкафного исполнения могут включаться параллельно и управляться по локальной сети от «ведущего» контроллера одного из фильтров («Master-Follower»).



При параллельном подключении фильтров суммарный ток компенсации наращивается до 5800 А (400 В).

Фильтры могут быть с воздушным и с водяным охлаждением. В последнем случае возможно применение групповой станции охлаждения.



Поставка активных фильтров в виде отдельных модулей (силового модуля и модуля управления) расширяет возможности пользователей по интеграции АДФ в собственные конструктивы.

Модуль управления может быть отнесен от силовых модулей на 1,5 метра, что позволяет компактно размещать оборудование.

## Активные фильтры в контейнерном исполнении

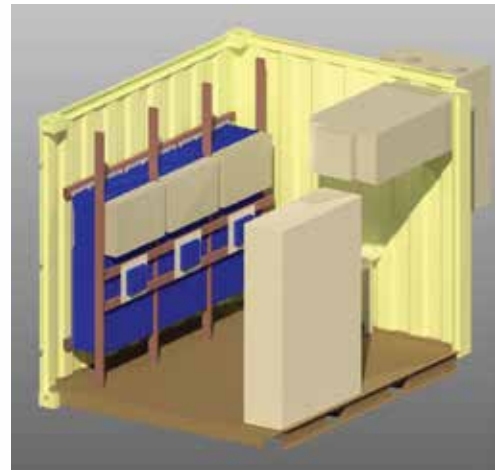
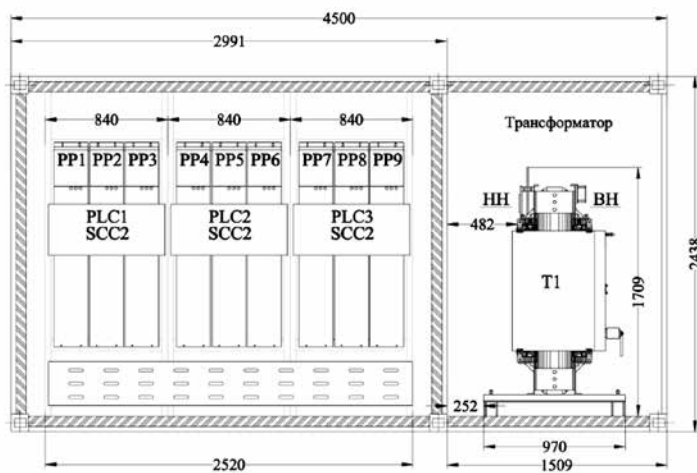
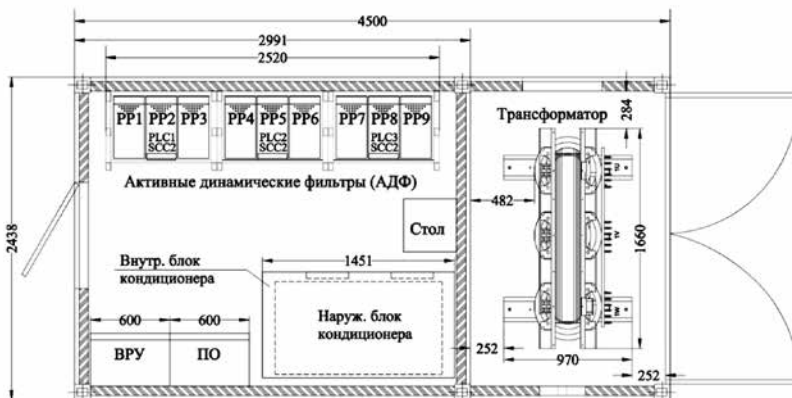
# 09

Инженерный центр «АРТ» поставляет оборудование систем динамической компенсации высших гармоник и реактивной мощности в контейнерном исполнении.

В контейнере размещаются:

- ▶ активные фильтры в необходимом количестве;
- ▶ вводно-распределительное устройство (ВРУ);
- ▶ пост оператора (ПО) для наладки системы;
- ▶ кондиционер, система освещения и сигнализации.

При построении систем динамической компенсации высших гармоник и реактивной мощности для высоковольтных электроустановок предусматривается согласующий трансформатор.



Контейнерное исполнение оборудования СДК позволяет использовать его в районах с неблагоприятным климатом. При необходимости это оборудование легко перемещается.

Настройки СДК выполняются с поста оператора и легко изменяются. Это позволяет применять активные фильтры для решения разных задач - компенсации высших гармоник, реактивной мощности индуктивного или ёмкостного характера, несимметрии, подавления резонанса и фликера и др.



# 10

## Измерения, моделирование, выбор оборудования систем компенсации

### Предлагаем Вам:

- анализ схемы электроснабжения объекта, схем электроприводов и др.;
- замеры параметров качества электроэнергии сертифицированными приборами;
- расчет спектра гармоник и моделирование;
- выбор активных фильтров для компенсации гармоник, реактивной мощности и др.;
- выполнение комплекса работ по системе компенсации от проектирования до настройки фильтров и интеграции их в АСУ ТП.

**ADF Sizing Tool for drives**  
REV 9.1 YYYY-MM-DD  
EN

**Project section**  
Project: Компрессорная станция  
Customer: "ИС - Сепер"  
Date: 23 января 2017 года  
Prepared: Инженерный центр "АРТ"

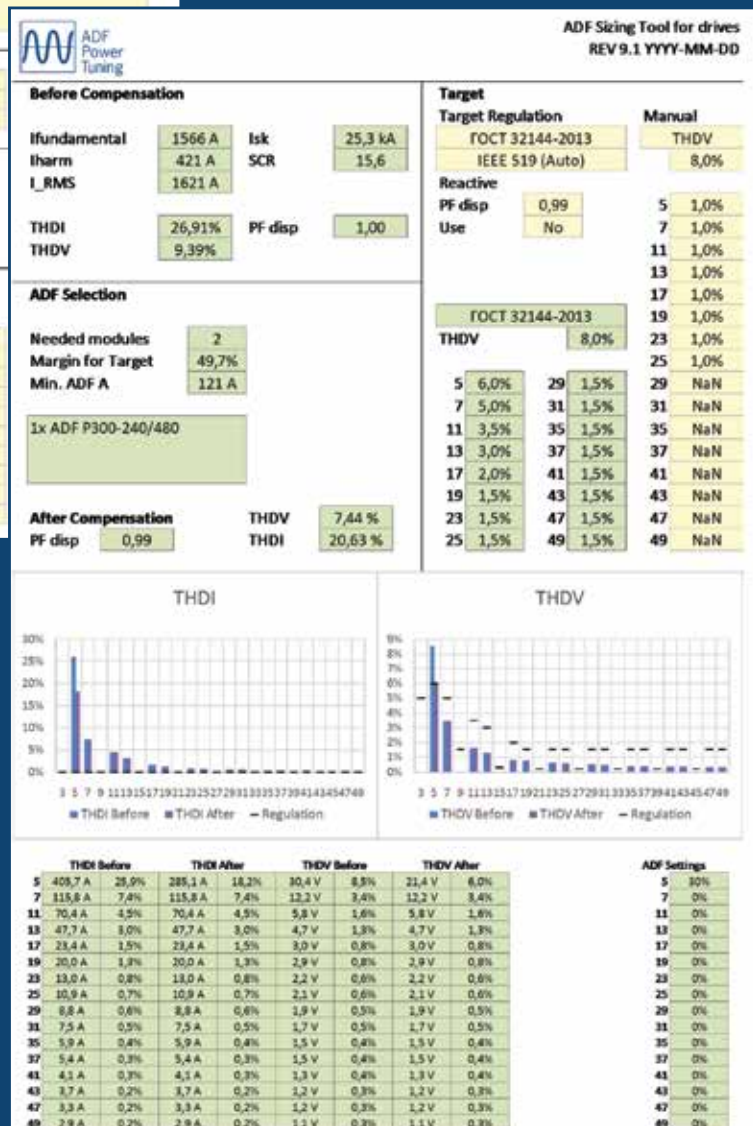
**Notes**  
Предварительный выбор активных фильтров для компенсации высших гармоник.

**Source section**  
Trafo/Generator (LV): Voltage 380 V, Rating 1000 kVA, Frequency 50 Hz, # Parallel 1, uk / X'd 6,00 %, Isc

**Other**  
Liquid cooling: No, UL/cUL: No  
Altitude (if > 1000 m): 0 m, Wall mounted: No  
Ambient temperature: 25 °C

**Load section**

No.	Qty	Type	Size [kW]	Effcy.	Sum Z%	Utilization
1	1	6-pulse VFD	315,00 kW	96 %	2,00 %	100 %
2	1	DC-Drive	110,00 kW	96 %	2,00 %	100 %
3	1	6-pulse VFD	450,00 kW	96 %	2,00 %	100 %
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						



Офис Инженерного центра «АРТ»

195196, г. Санкт-Петербург, Таллинская ул., д. 7, литер «А»

Офисный центр «K12». Офис 2-Н

+7 (812) 445-24-22; 445-24-76; 445-23-47

e-mail: office@ic-art.ru

www.ic-art.ru

