

# Высоковольтные преобразователи частоты серии Vedadrive

ENGINEERING  
TOMORROW

VEDADRIVE



## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



ЖКХ, водоподготовка/  
водоочистка промышленных  
предприятий

- Насосные агрегаты
- Насосы сточных вод

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



### Энергетика

- Питательные насосы
- Сетевые насосы
- Циркуляционные насосы
- Воздуходувки и дымососы котлов

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



### Добыча и перекачка нефти

- Буровые насосы
- Скважинные насосы
- Нефтеперекачивающие станции
- Насосы поддержания пластового давления

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



Горнодобывающая и обогатительная промышленность

- Пульпонасосы
- Дробилки
- Мельницы
- Вентиляторы главного проветривания
- Шахтные подъемы

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



### Металлургия

- Воздуходувки и дымососы печей
- Прокатные станы
- Компрессорное оборудование

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности



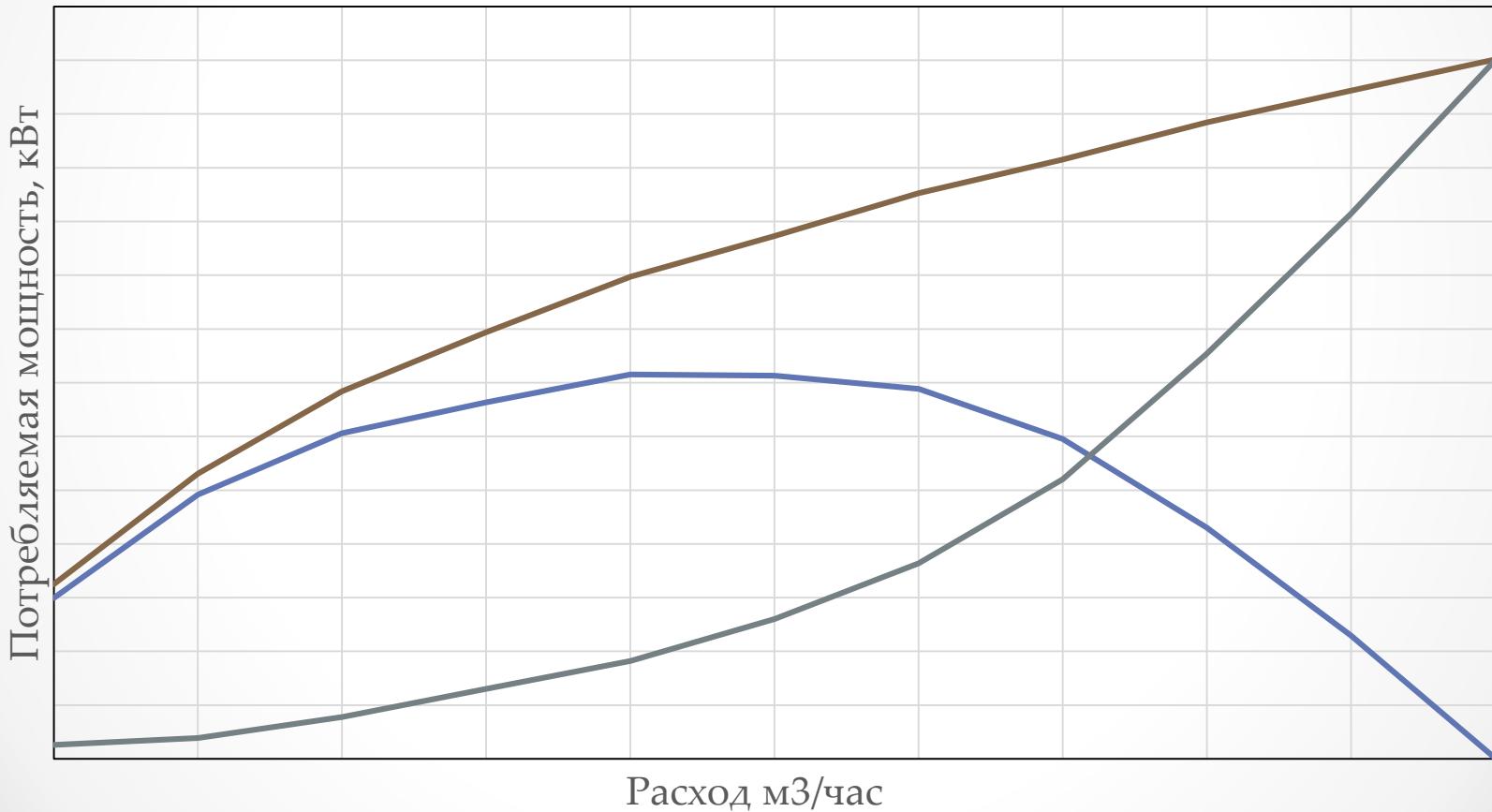
Нефтепереработка/  
нефтехимия

- Компрессорное оборудование
- Экструдеры/импеллеры
- Насосное оборудование
- Разгонные двигатели для газовых турбин

## Высоковольтные электроприводы. Применение в различных отраслях промышленности

- До 90% электроприводов мощностью свыше 315кВт оснащаются высоковольтными электродвигателями 6/10 кВ.
- Для насосно-вентиляторной нагрузки экономия электроэнергии при частотном регулировании может доходить до 35% по сравнению с регулированием задвижками/ шиберами

## Экономия электроэнергии для насосно-вентиляторной нагрузки при использовании ПЧ



## Преимущества применения ПЧ для технологического процесса:

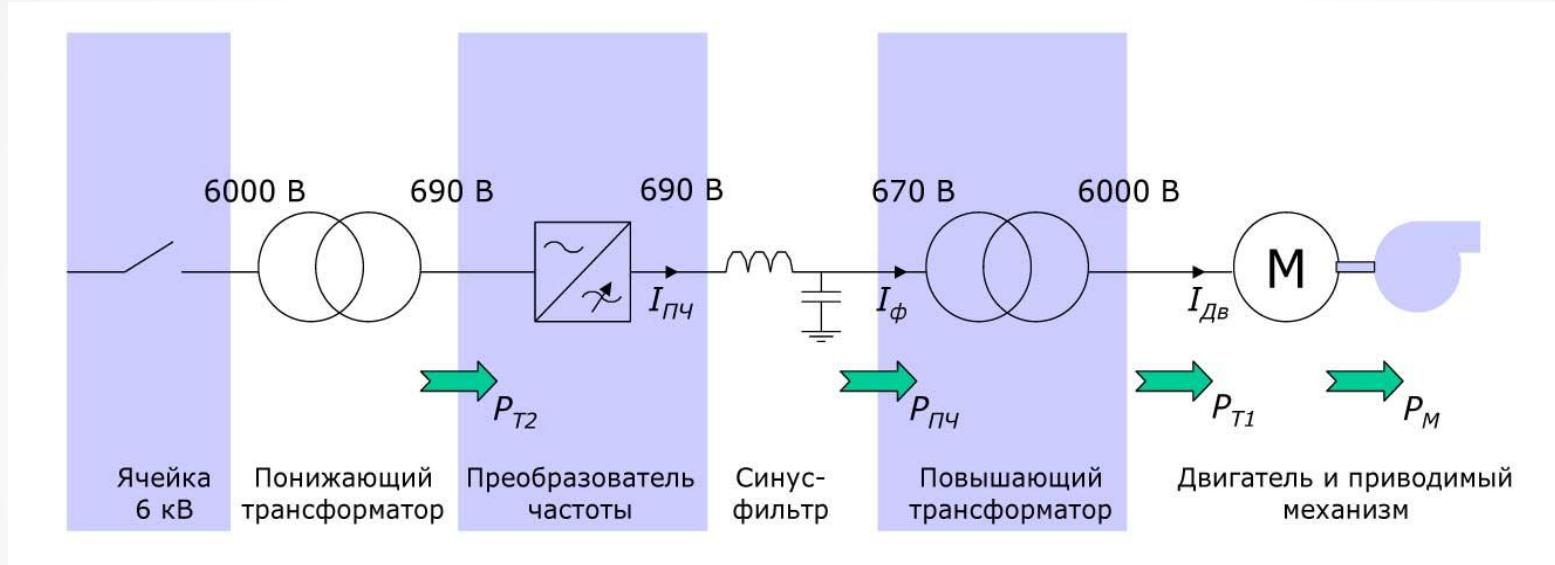
- Устранение негативного влияния пусковых токов на электродвигатель и сеть.
- Снижение износа и поломок приводного механизма и редукторов, вызванных ударными механическими нагрузками.
- Защита электродвигателя от перегрева, сверхтока, повышенного и пониженного напряжения сети.
- Защита от ускоренного старения изоляции двигателя, вызванного перенапряжениями.
- Защита от гидроударов в трубопроводах и вызванных ими повреждений



## **Сравнительные характеристики иных топологий высоковольтных преобразователей частоты**

- Двухтрансформаторная схема
- Инверторы напряжения с прямым преобразованием
- Инверторы тока
- Непосредственные преобразователи частоты (ЦиклоКонвертеры)
- Многоуровневые преобразователи частоты

## Двухтрансформаторная схема с низковольтным ПЧ

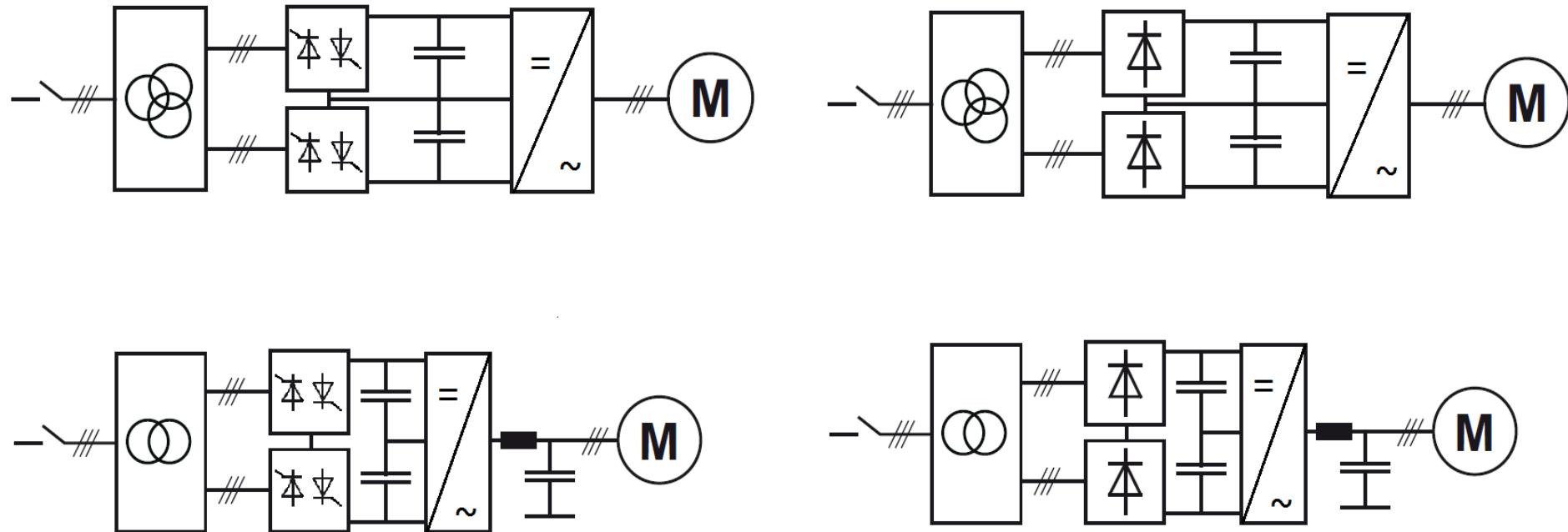


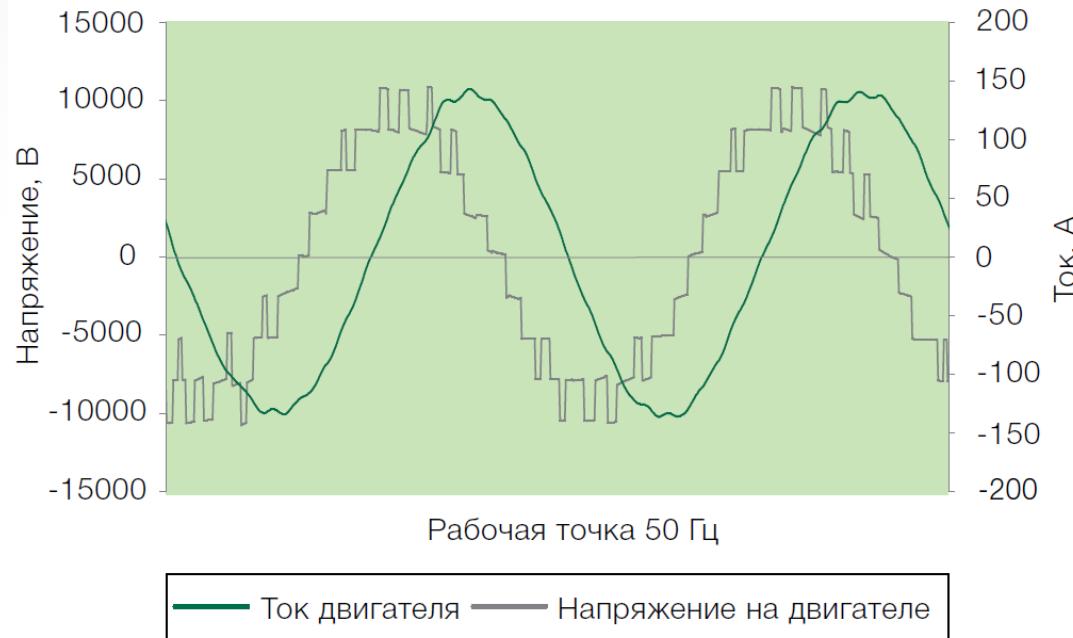
Относительно низкая цена



- Необходимость установки входных и выходных гармонических фильтров
- Низкий КПД системы
- Узкий диапазон регулирования частоты
- Отсутствие готовых решений от одного производителя
- Ограниченный диапазон мощностей
- Высокие затраты на кабель

## Инверторы напряжения с прямым преобразованием (ABB ACS1000/2000/6000, Converteam MV7000, Siemens Sinamics GM150 и т.п.)





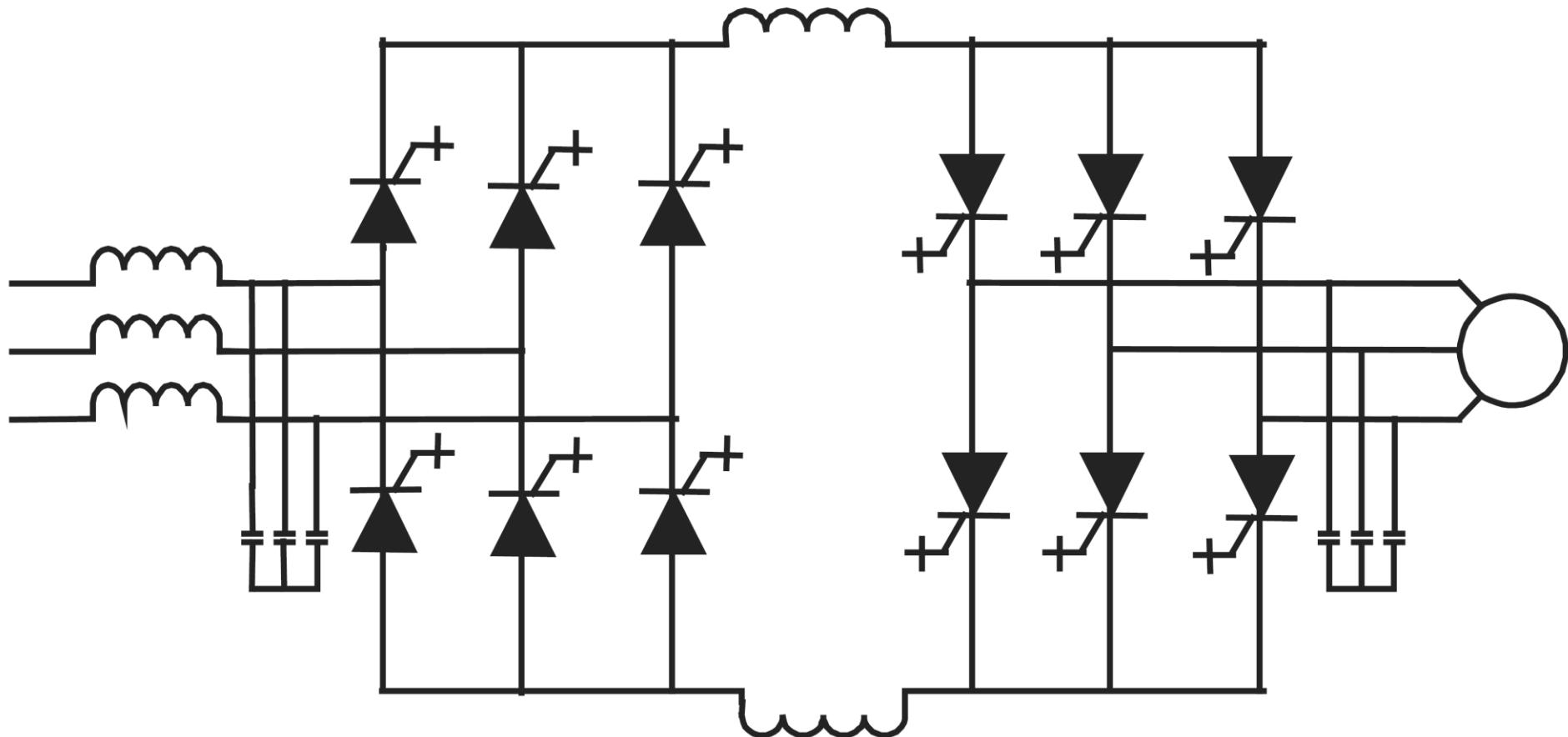
- Возможность установки входного трансформатора отдельно от ПЧ
- Возможность подключения мощных тормозных резисторов

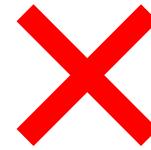


- Ограниченный диапазон выходного напряжения
- Необходимость использования фильтров на входе/выходе
- Высокий коэффициент гармонических искажений
- Высокая сложность и стоимость

## Инверторы тока

(ABB Megadrive-LCI, Rockwell PowerFlex 7000, Siemens Sinamics SL150, ВНИИР УБПВД-С)





- Компактные габариты
- Большой диапазон мощностей
- Очень высокие гармонические искажения в сеть
- Необходимость использования фильтров на входе
- Необходимость изготовления ПЧ под параметры конкретного двигателя
- Нестабильная работа на низких оборотах
- Пульсации момента двигателя
- Подходит для больших двигателей с высоким моментом инерции

# Непосредственные преобразователи частоты (Циклопонвертеры) (Siemens Sinamics GL150)

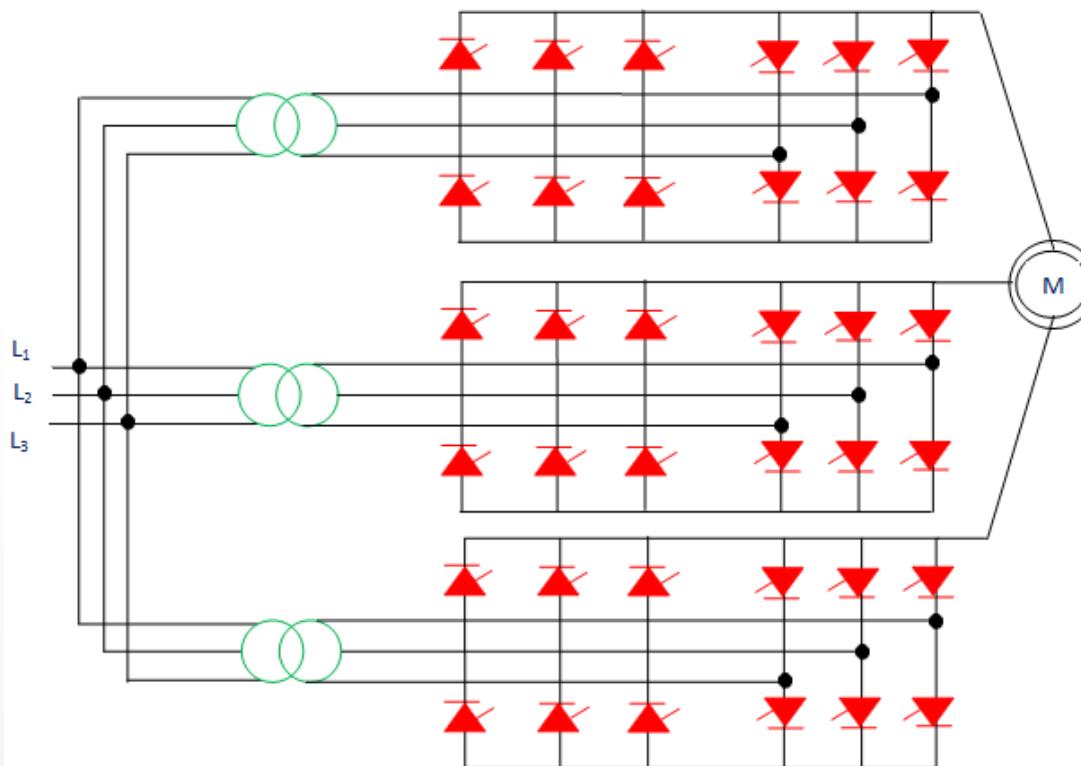
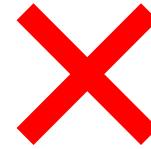
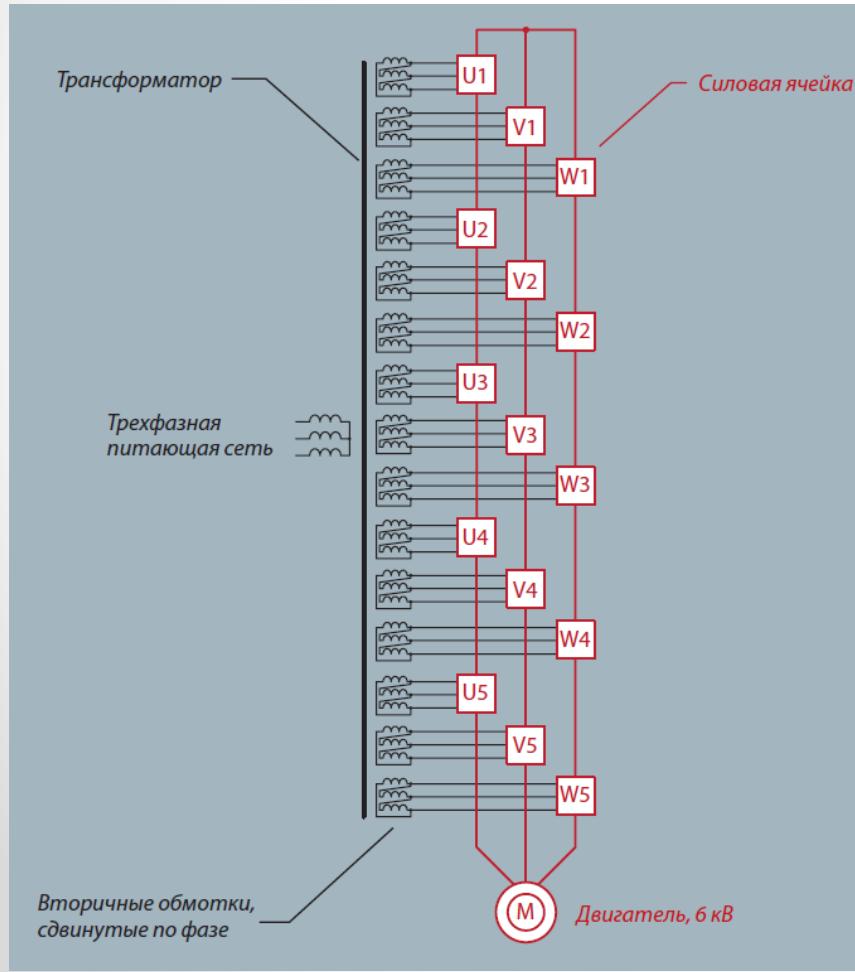


Figure 5



- Компактные габариты
- Высокие максимальные мощности (до 100МВт)
- Самый высокий уровень гармонических искажения в сеть
- Необходимость использования фильтров на входе и выходе
- Необходимость изготовления ПЧ под параметры конкретного двигателя
- Максимальная частота на выходе до 25Гц
- Пульсации момента двигателя
- Подходит для очень больших двигателей с высоким моментом инерции

## Многоуровневые инверторы с входным многообмоточным трансформатором

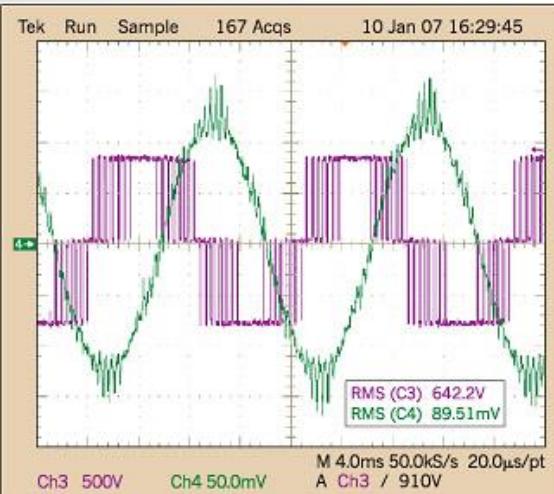


Самая перспективная компоновка высоковольтных преобразователей частоты в современной приводной технике.

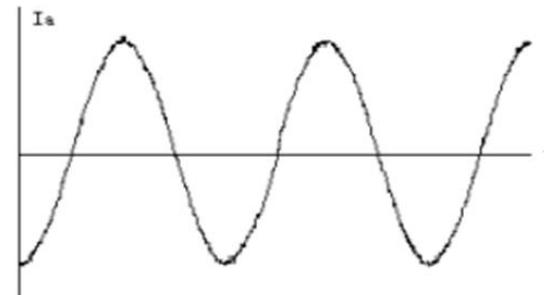
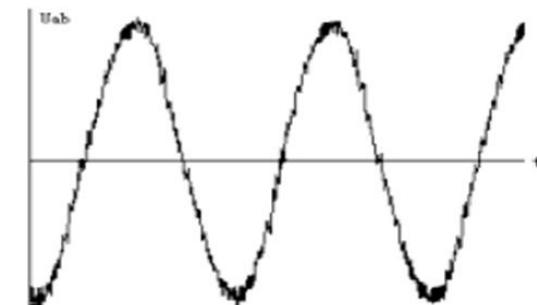
Возможность внедрения в существующие системы электропривода без замены электродвигателя

Широкие возможности по снижению энергопотребления и оптимизации технологических процессов

## Преимущества многоуровневой топологии Vedadrive:



- Крайне низкий уровень гармонических искажений на входе (<5%) и выходе (<4%) ПЧ. Не требует применения входных и выходных фильтров
- Высокий КПД преобразователя частоты (>96%)
- Высокий коэффициент мощности на входе ПЧ (>0,96), не требует применения УКРМ
- Широкий диапазон регулирования выходной частоты (0-100Гц)
- Возможность работы с устаревшими двигателями без дополнительного оборудования



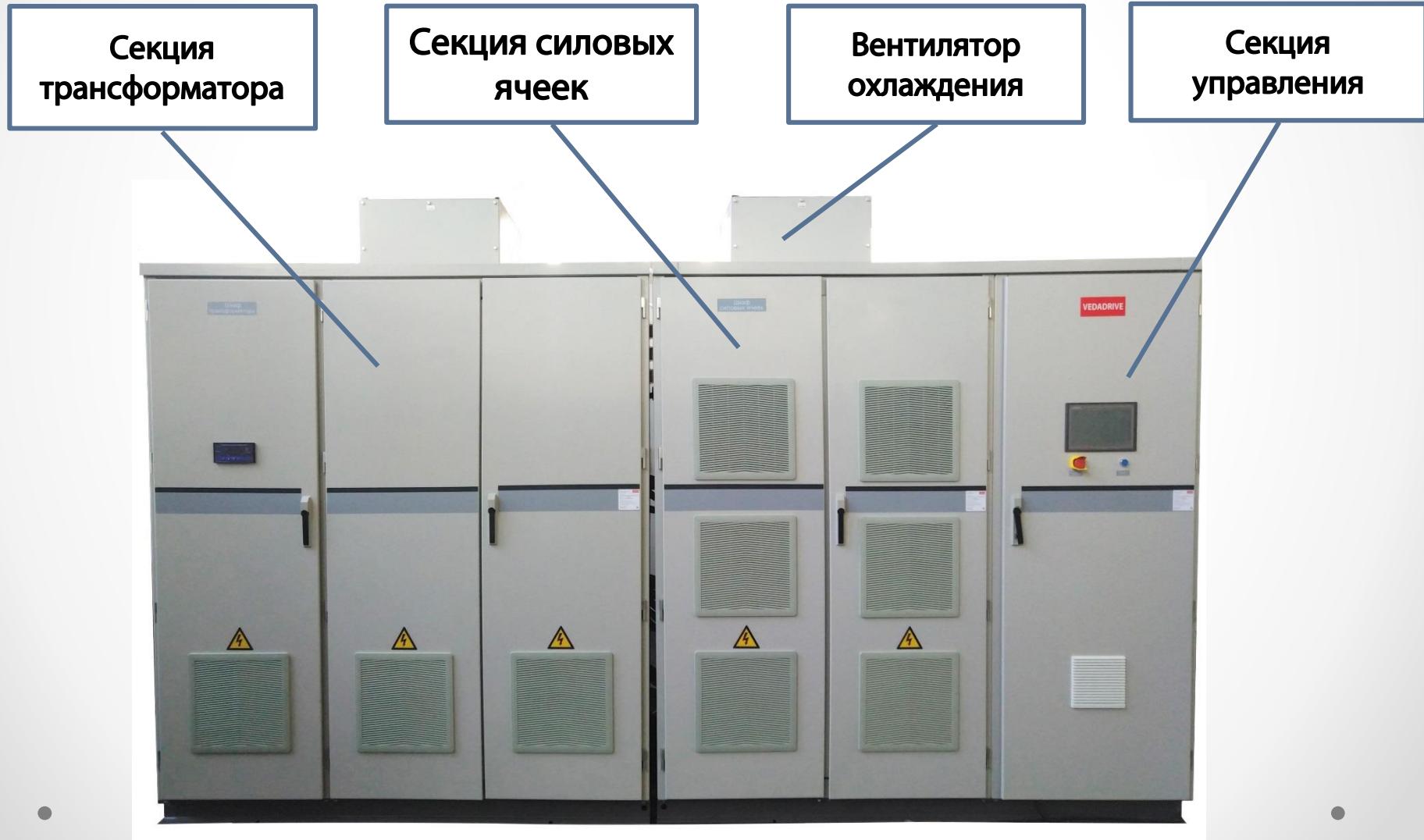
Оциллограмма выходного тока и напряжения ПЧ Vedadrive



Для обеспечения  
запросов заказчиков в  
сфере  
высоковольтных  
электроприводов,  
компания Данфосс  
представила линейку  
преобразователей  
частоты **Vedadrive** на  
напряжения  
3,3/ 6/ 6,6/ 10/ 11 кВ в  
диапазоне мощностей  
250-20000 кВА.



## Конструкция преобразователей частоты Vedadrive

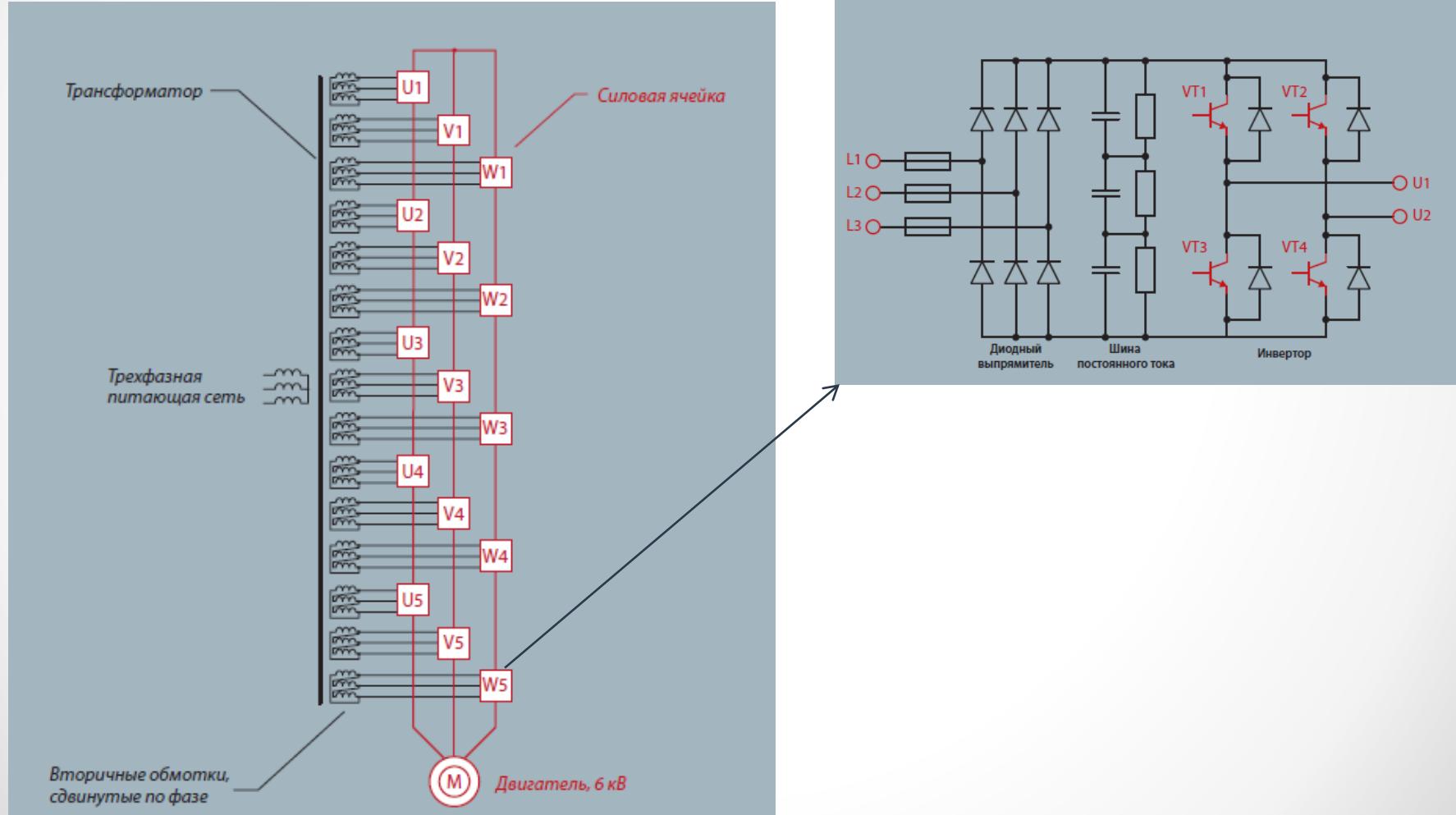


Секция трансформатора

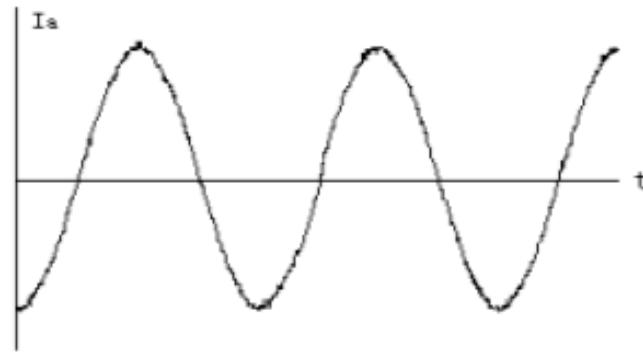
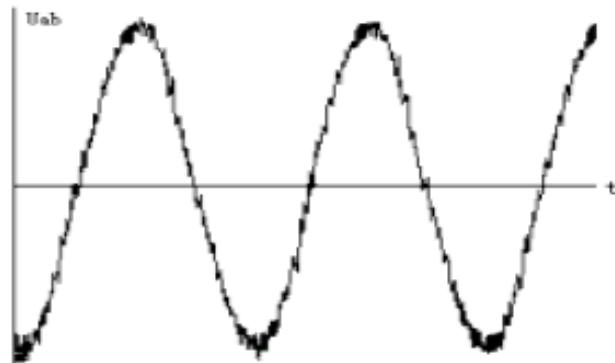
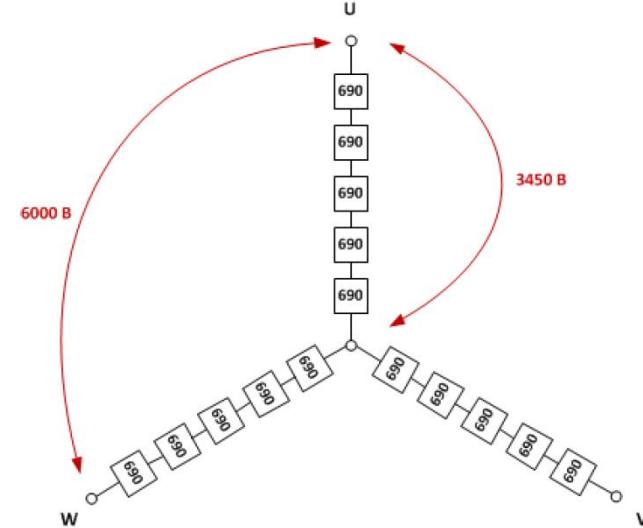
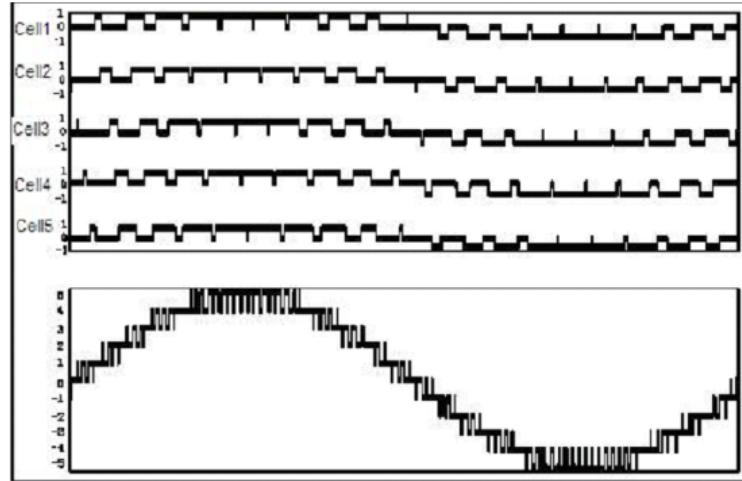
Секция силовых ячеек и секция управления



## Компоновка силовой части ПЧ Vedadrive Силовая ячейка



## Формирование выходного напряжения в ПЧ Vedadrive



Оscиллограмма кривой выходного напряжения ПЧ

Оscиллограмма кривой выходного тока ПЧ



## Простота и удобство монтажа и обслуживания

- Силовая ячейка преобразователя представляет из себя готовый модульный компонент
- Не требуется особых навыков и инструментов для замены силовой ячейки
- Все подключения выполнены с лицевой стороны силовой ячейки
- Ячейки в преобразователе идентичны и взаимозаменяемы.

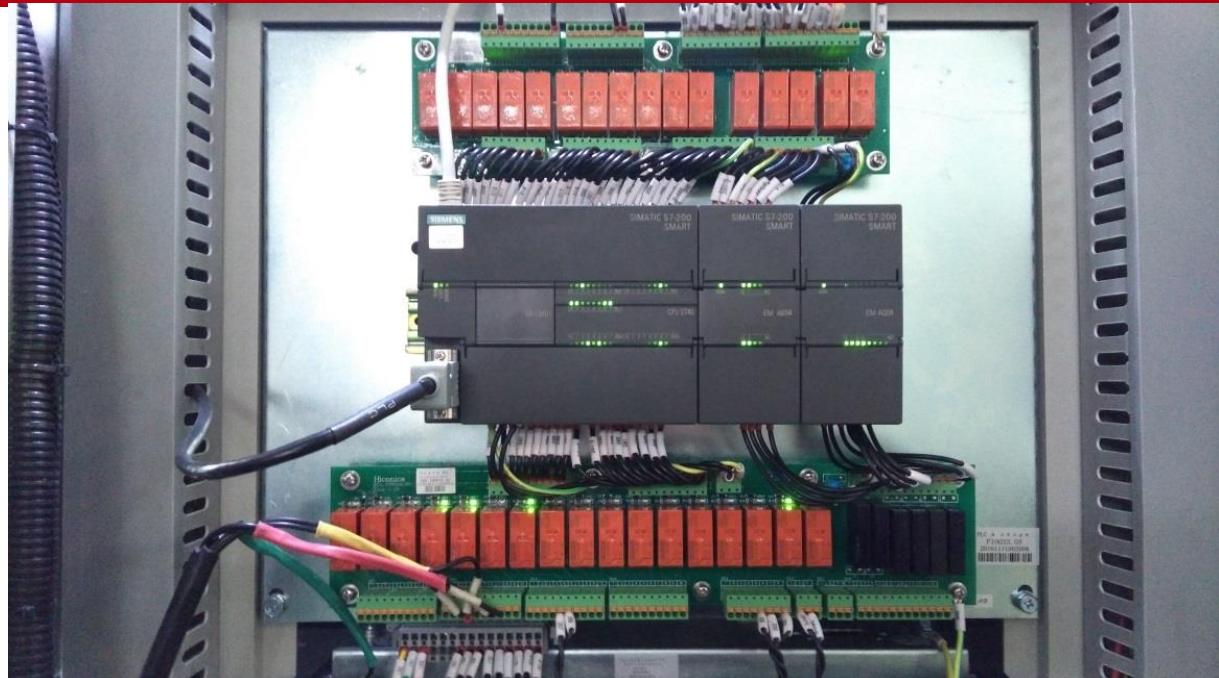


## Безопасность обслуживающего персонала

Датчики  
открывания дверей  
высоковольтных  
секций

Электромагнитные  
замки  
дверей высоковольтных  
секций

Двери шкафов высоковольтных секций снабжены концевыми выключателями, для обеспечения безопасности обслуживающего персонала. При открытии любой двери высоковольтной секции при наличии высокого напряжения в ПЧ, формируется сигнал на отключение вводного высоковольтного выключателя.



Применение только высококачественных электронных компонентов от ведущих производителей.

IGBT транзисторы: Infineon

Выпрямитель: Semikron

Электролитические конденсаторы: Epcos

Вентиляторы: Ziehl-Abegg

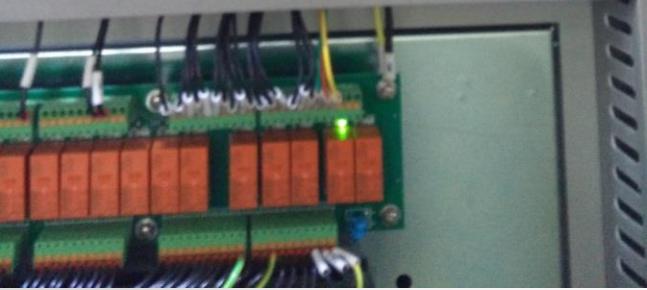
Модули оптоволоконной связи: Agilent (США)

Опторазвязка: Agilent (США)

Реле и элементы плат: Weidmuller, Siemens, WAGO

Промежуточные реле: Siemens

Светосигнальная арматура: Siemens



## Высокая надежность при перебоях питания

- Дублированная схема питания цепей управления и вентиляторов:
  - От внешней линии питания от заказчика
  - От дополнительной обмотки собственных нужд входного трансформатора ПЧ
- Встроенный ИБП питания цепей управления
- Возможность подключения внешнего ИБП заказчика.

Применение данных опций позволяет обеспечивать непрерывность технологического процесса при нестабильном напряжении электросети или при срабатывании АВР по сети 0,4 кВ.

- Интуитивно понятный графический интерфейс для контроля состояния и управления с 10-дюймовой сенсорной панелью.
- Для работы с приводом не требуется ноутбук и специальное ПО.
- Возможность дополнительной поставки кнопочных и сенсорных пультов дистанционного управления.

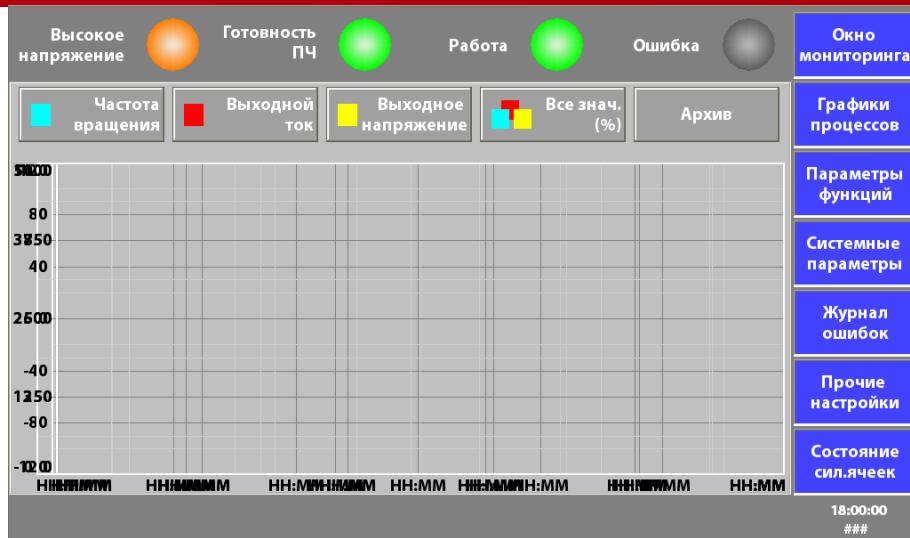
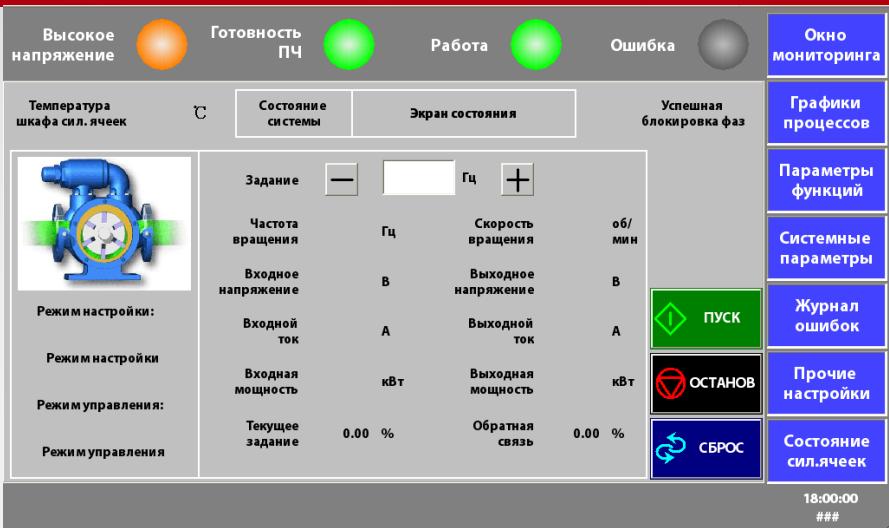


Графический интерфейс панели состоит из нескольких окон:

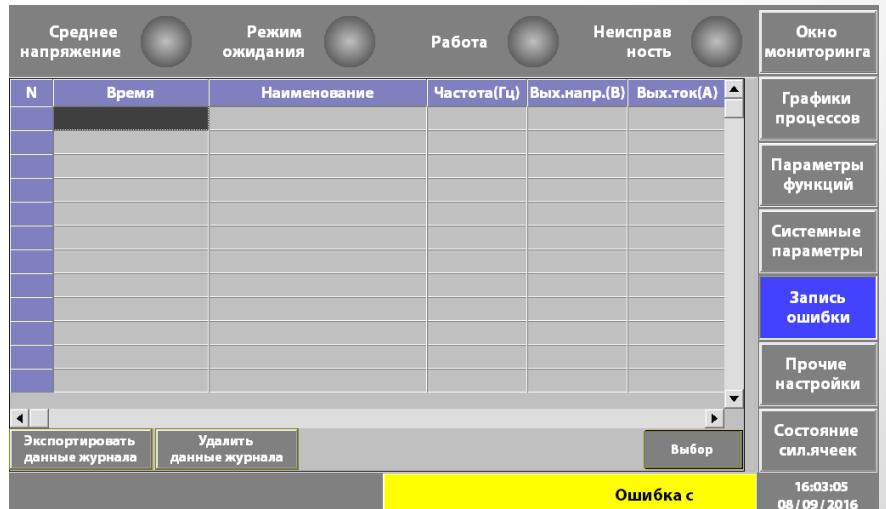
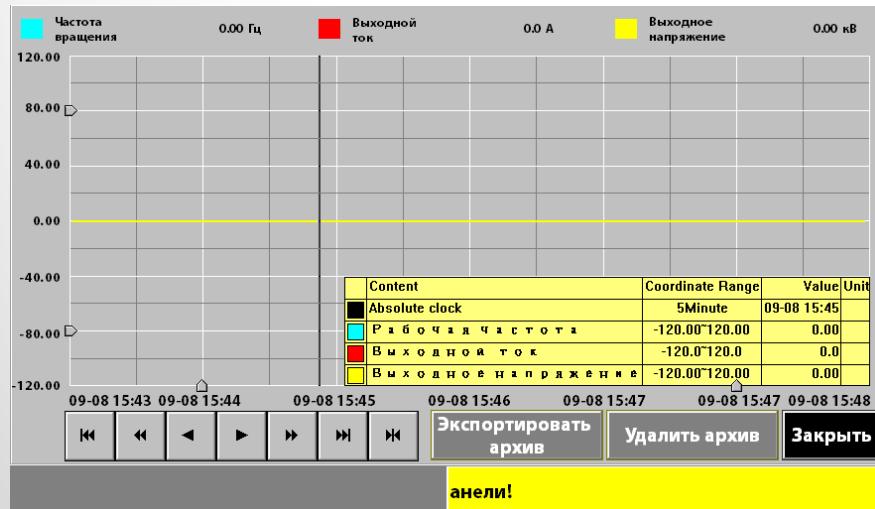
- Окно мониторинга
- Окно графиков процесса
- Окно параметров функций
- Окно системных параметров
- Журнал записей ошибок
- Окно прочих настроек
- Окно состояния силовых ячеек

# Устройство преобразователей частоты Vedadrive

## Интерфейс управления



## Внешний вид окон графического операторского интерфейса управления



## Широкие возможности по подключению внешних датчиков к ПЧ

### Технология:

- Датчики расхода/давления
- Датчики разрежения
- Датчики уровня

ко встроенному ПИД-регулятору



### АСУТП предприятия

DI/DO; AI/AO; Modbus RTU

Profibus DP; Ethernet; Profinet

### Электродвигатель:

- Датчики температуры обмоток/  
подшипников
- Датчики вибрации
- Энкодер
- Предпусковой  
контроль изоляции

### Приводной механизм:

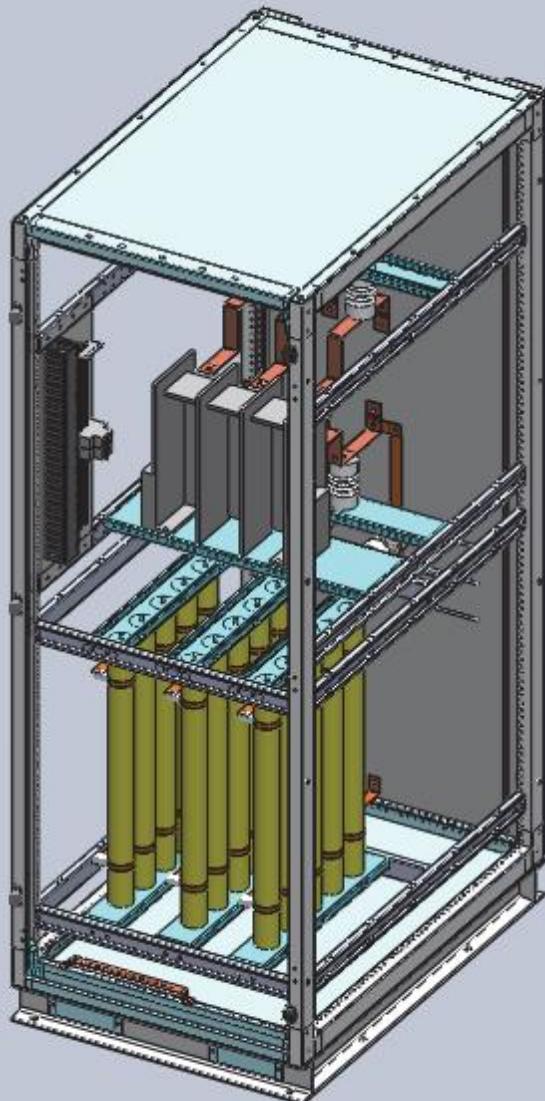
- Датчики температуры
- Датчики вибрации
- Датчики сухого хода



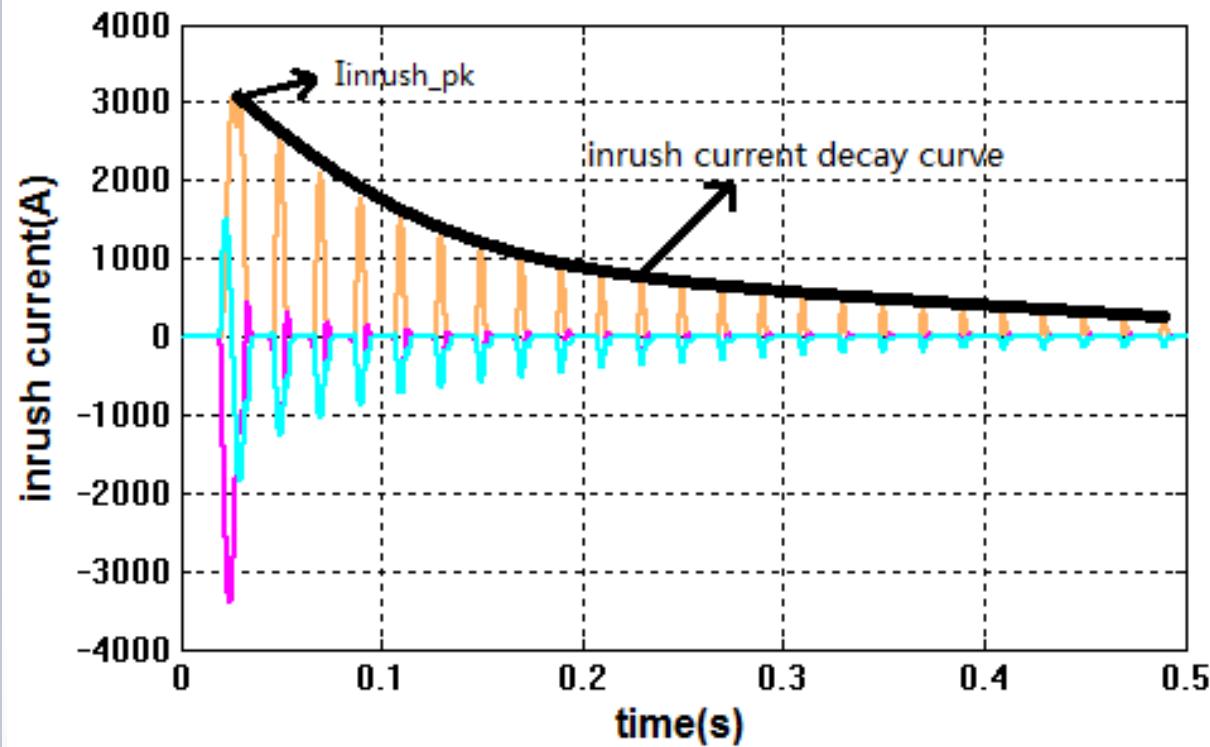
## Нетребовательность к качеству питающей сети

Как правило преобразователи частоты очень чувствительны к просадкам питающего напряжения

- Бесперебойная работа при просадках питающей сети высокого напряжения до 25%
- Функция автостартапа для более глубоких просадок и перебоев питания



Для уменьшения влияния пусковых токов ПЧ в условиях слабых и нестабильных сетей в качестве опции могут применяться шкафы пусковых сопротивлений или модуль предзаряда конденсаторов ячеек



## Варианты исполнения ПЧ Vedadrive по степени защиты

### Исполнение в блок-боксе

- Мобильное здание
- Быстроустанавливаемые модульные здания
- Контейнерное исполнение

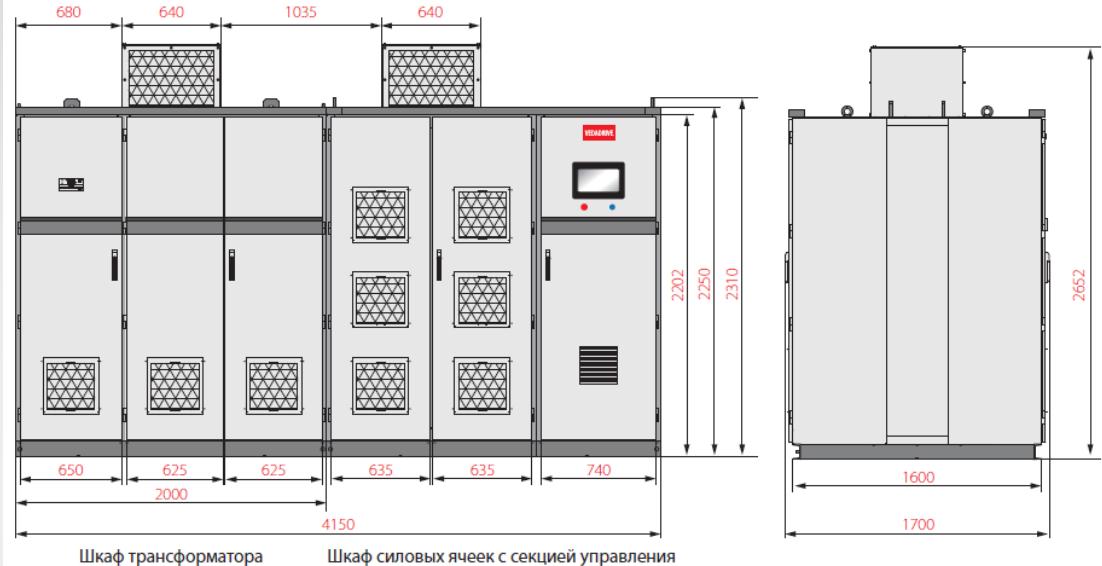


### Шкафное исполнение: IP31/41/42



## Шкафное исполнение

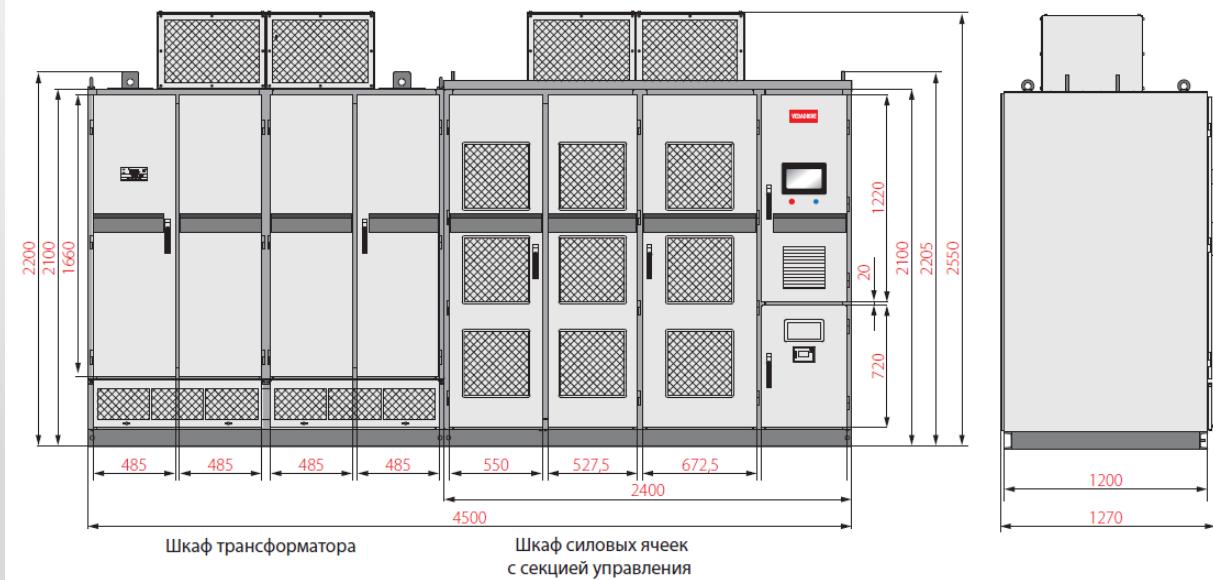
Односторонний/двухсторонний конструктив



## Два варианта конструктива шкафов

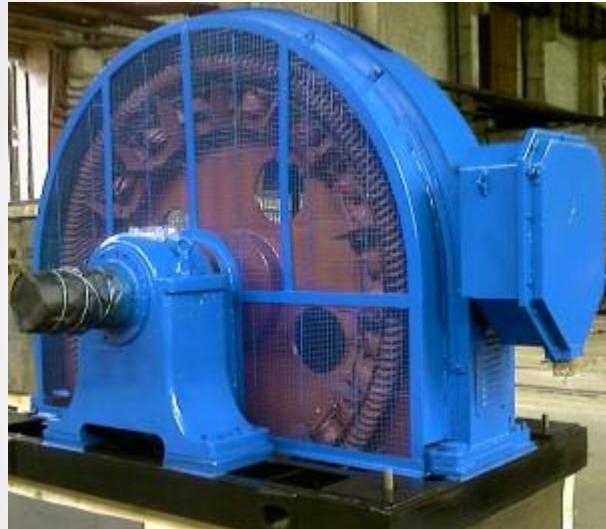
- Одностороннее
- Двухстороннее

## Двухстороннее исполнение корпуса



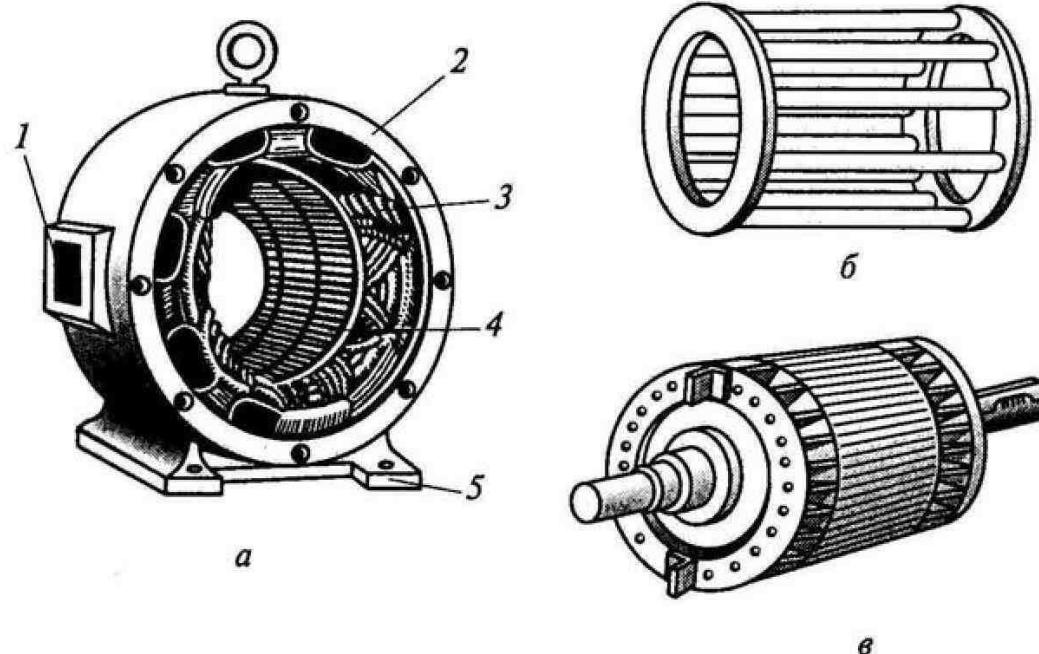
## Одностороннее исполнение корпуса

## Совместимость с различными видами электродвигателей

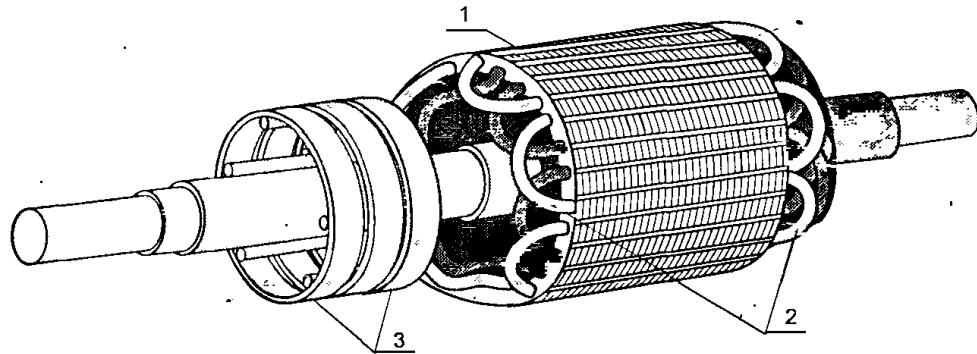
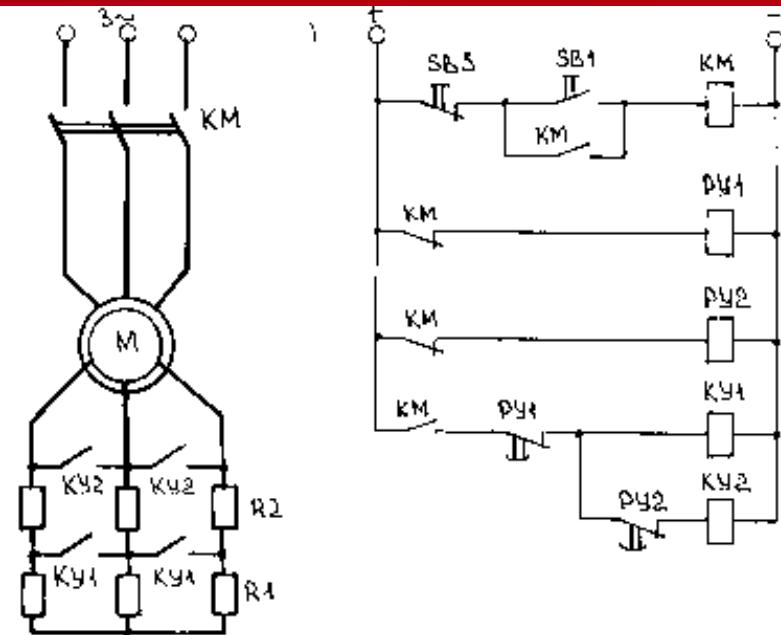


### ПЧ Vedadive позволяют работать с различными видами электродвигателей

- Асинхронный двигатель с КЗ ротором
- Асинхронный двигатель с фазным ротором
- Синхронный двигатель



- **Асинхронный двигатель с КЗ ротором – самый простой и распространенный вариант двигателей**
- **Не требует отдельного питания возбуждения**
- **Минимальное обслуживание**
- Для двигателей бкВ можно использовать ПЧ Vedadrive с 5 и 6 ячейками на фазу
- **Можно использовать байпас силовых ячеек**



- Асинхронный двигатель с фазным ротором при работе с закороченными обмотками ротора идентичен двигателю с КЗ ротором**
- При внедрении ПЧ требуется изменение стандартной схемы подключения**
- Не требует отдельного питания возбуждения**
- Требуется регулярное обслуживание и замена щеток**
- Для двигателей бкВ можно использовать ПЧ Vedadrive с 5 и 6 ячейками на фазу**
- Можно использовать байпас силовых ячеек**

## Принцип работы синхронного двигателя

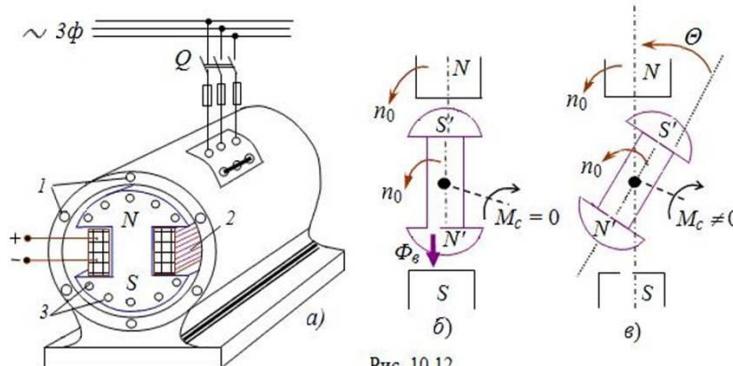


Рис. 10.12

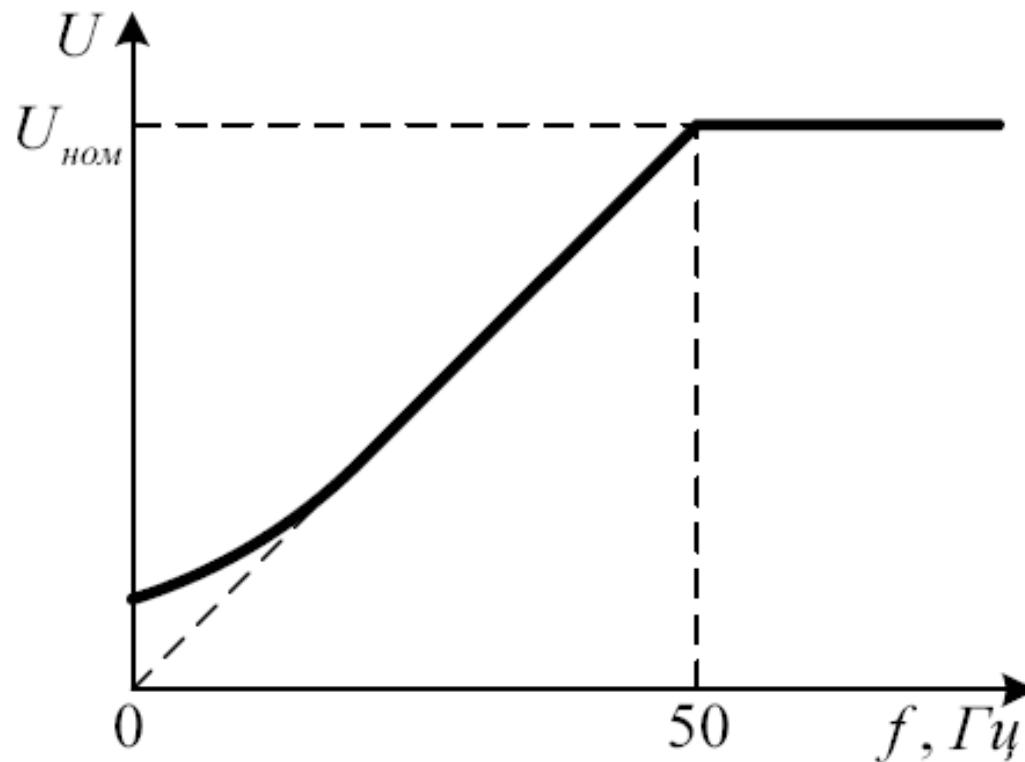
9

- Синхронные двигатели часто применялись на приводах большой мощности (компрессоры, воздуходувки, мельницы и т.д.)
- Требует наличия отдельного шкафа возбуждения (при работе от ПЧ шкаф должен иметь возможность удаленного управления) и шкафа автоматики
- Для двигателей бкВ можно использовать ПЧ Vedadrive ТОЛЬКО с 6 ячейками на фазу
- Нельзя использовать байпас силовых ячеек
- Не доступна функция подхвата двигателя

## Различные способы управления двигателем

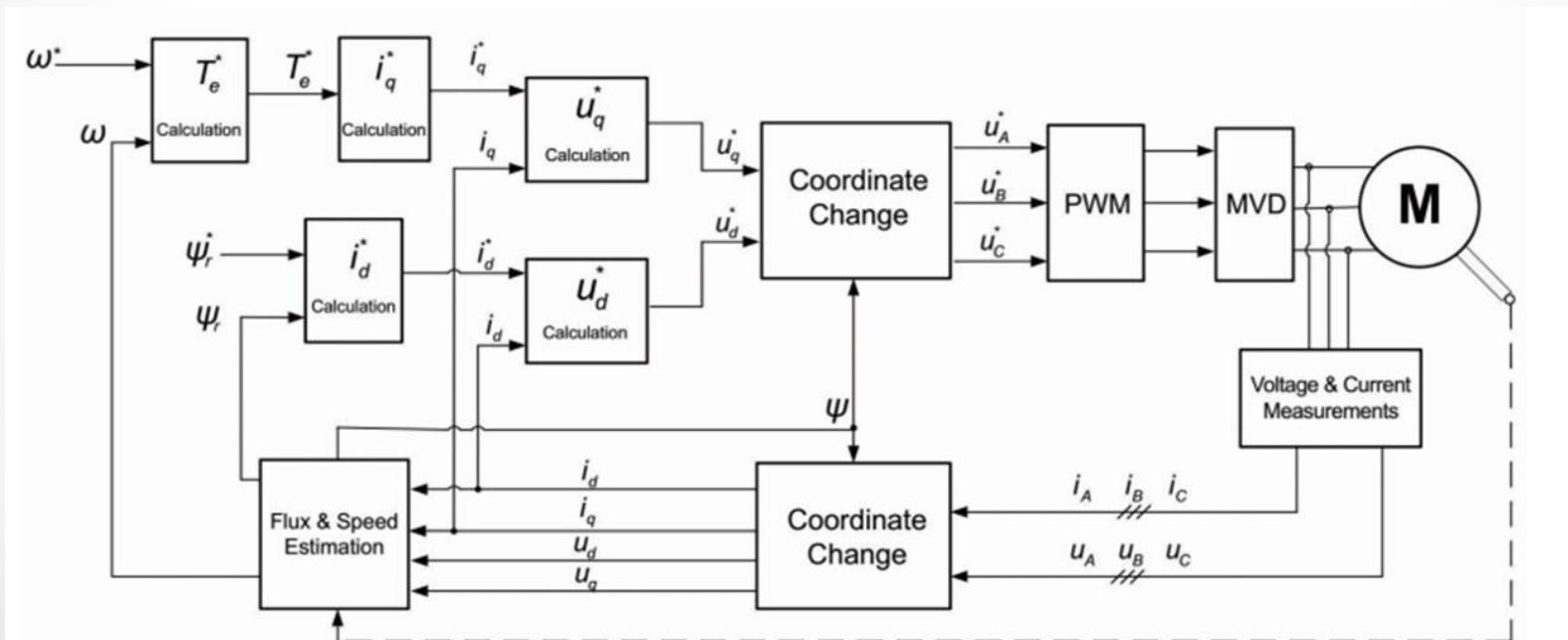
- Скалярное управление ( $U/f$ )

Простое и надежное решение – оптимально для насосов и вентиляторов



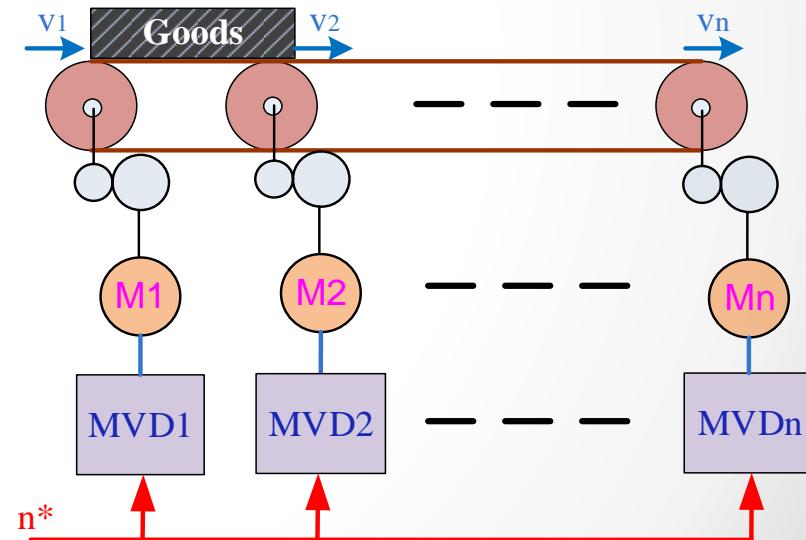
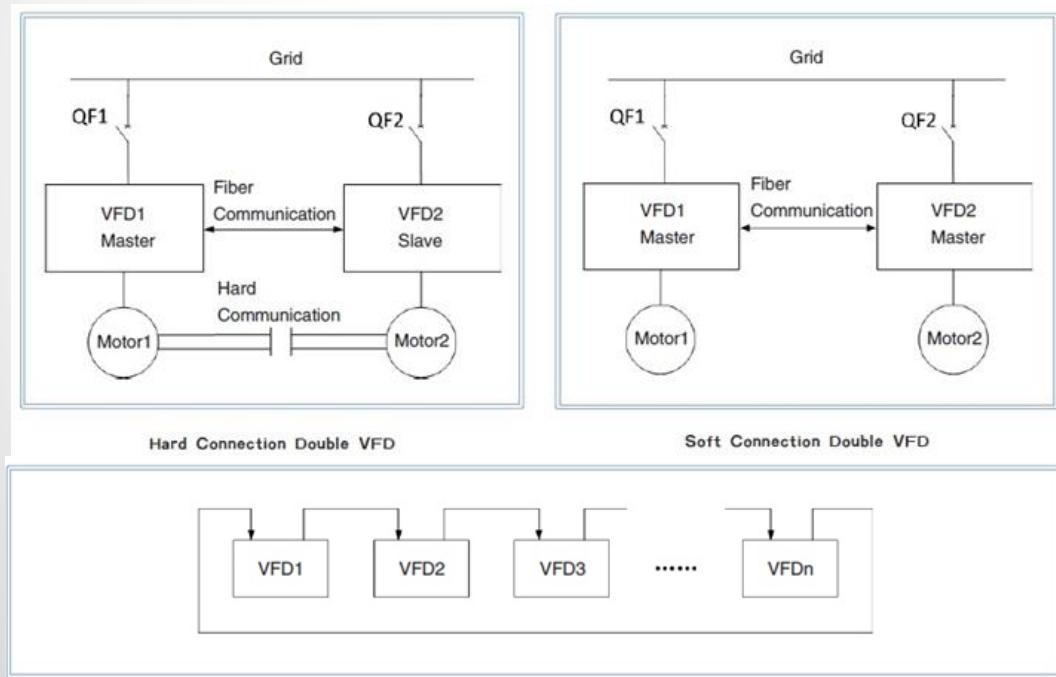
## Различные способы управления двигателем

- Векторное управление с датчиком скорости и без - технологичное решение для приводов с тяжелыми режимами пуска или требующих высокой точности регулирования скорости (Мельницы, экструдеры, конвейеры, дробилки и т.д.)



Vector control structure diagram

## Функция ведущий-ведомый для управления несколькими приводами, имеющими механическую связь (конвейеры, многодвигательные привода)



Подбор ПЧ по току производится с учетом номинального тока двигателя и типа приводимого механизма

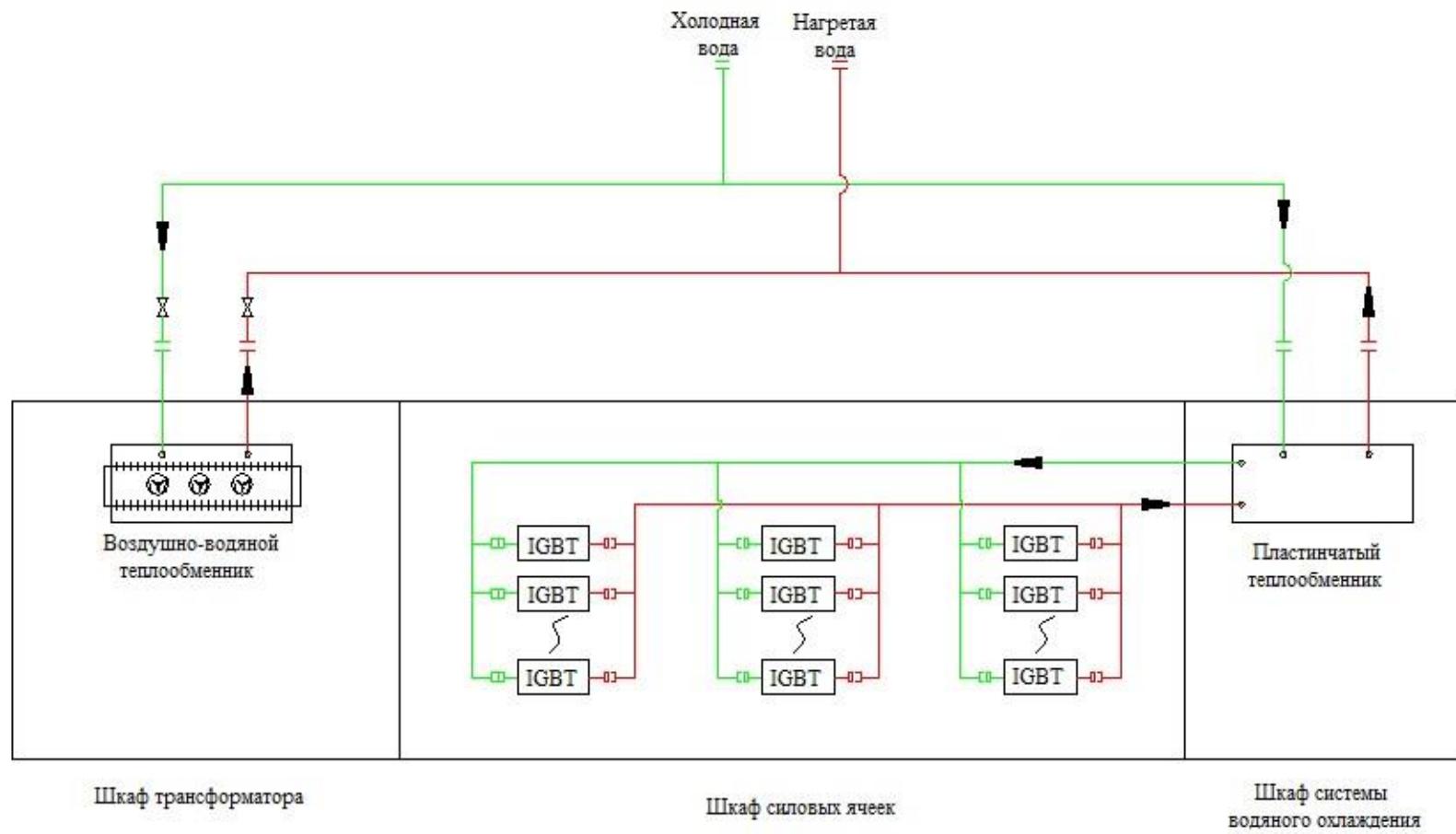
Применение	$M_{пуск}/M_{ном}$
Центробежные насосы	1,1
Вентиляторы	1,1
Погружные насосы	1,1-1,5 (зависит от вязкости среды)
Поршневые насосы	До 2
Дробилки	1,6-2,5
Компрессоры	1-2
Станки	1,1-2
Конвейеры	1,5-2

## Исполнение ПЧ Vedadrive с Жидкостным охлаждением

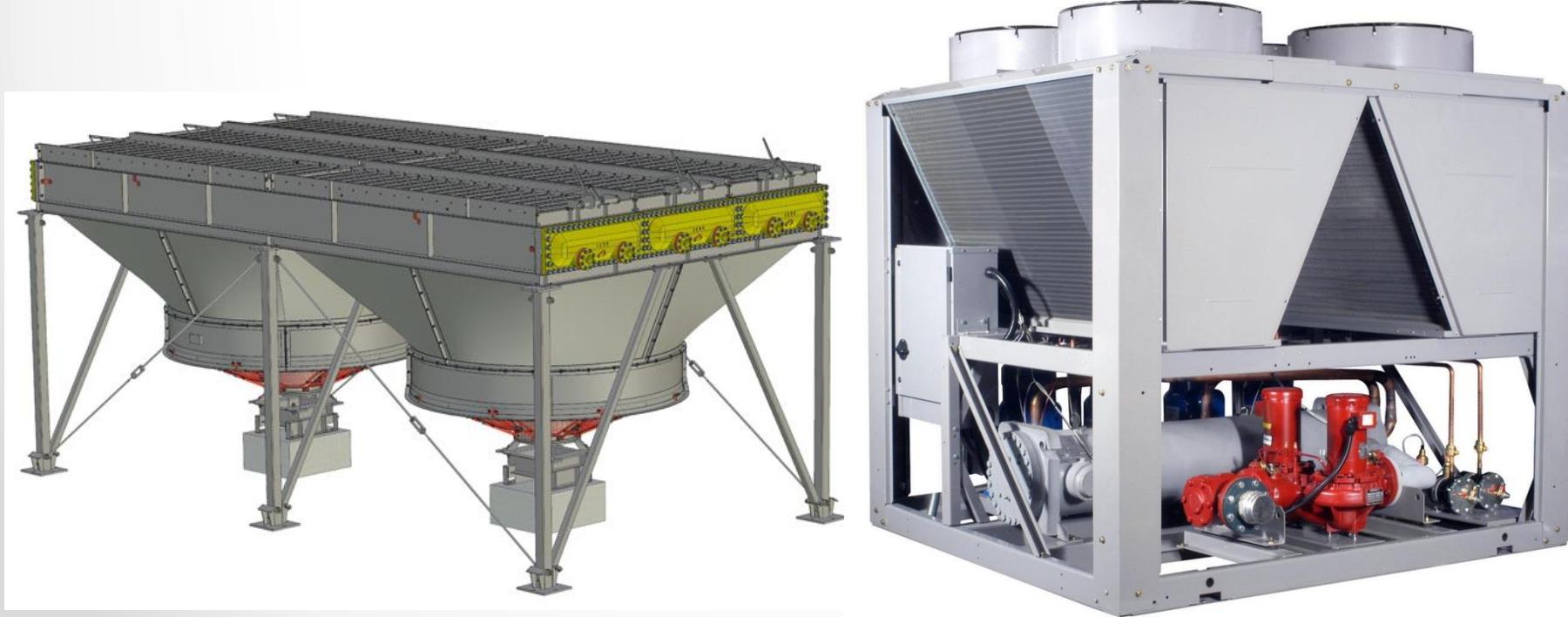
- Доступно для номинального тока от 275 до 1250А



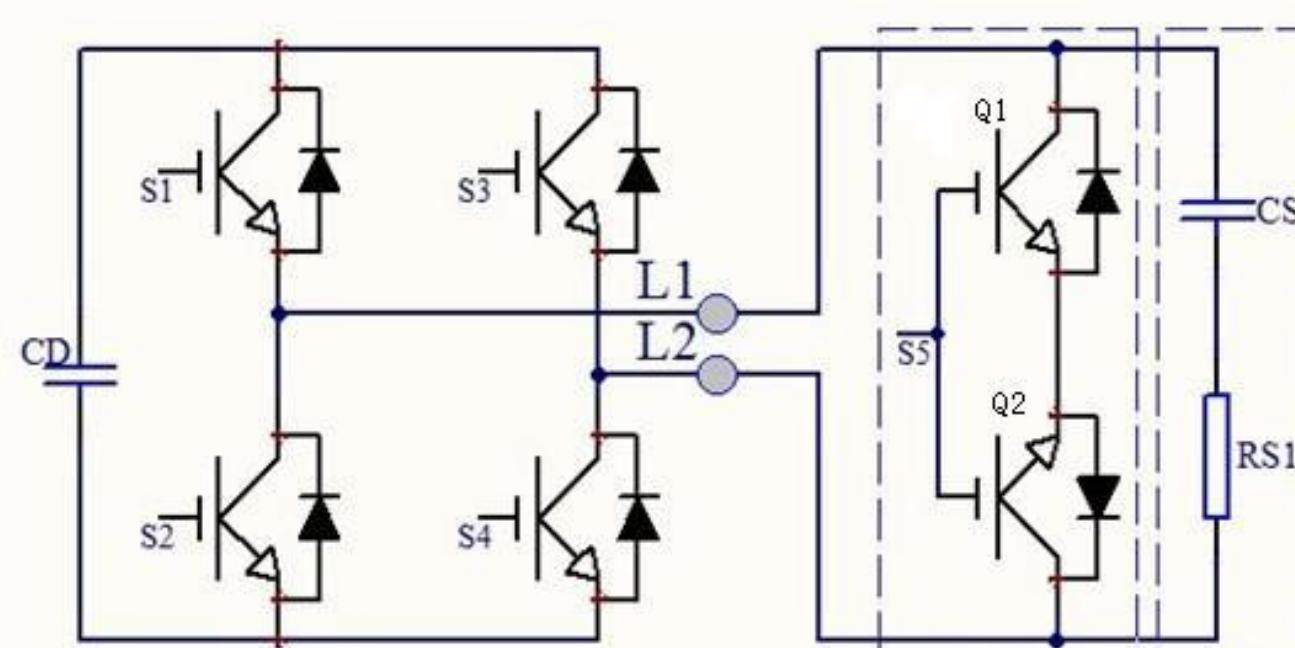
## Схема циркуляции жидкости в системе охлаждения



Для отведения тепла от охлаждающей жидкости применяются внешние  
водо-воздушные теплообменники



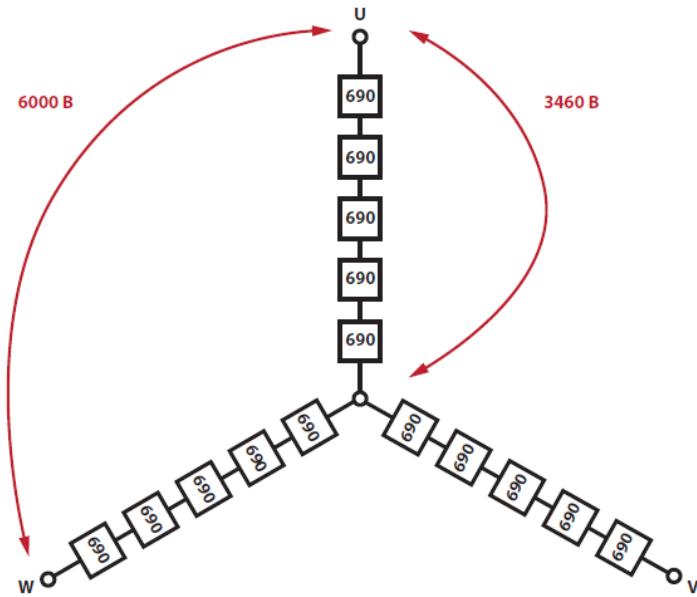
**Опция байпаса силовой ячейки позволяет ПЧ оставаться в работе при выходе силовой ячейки из строя**



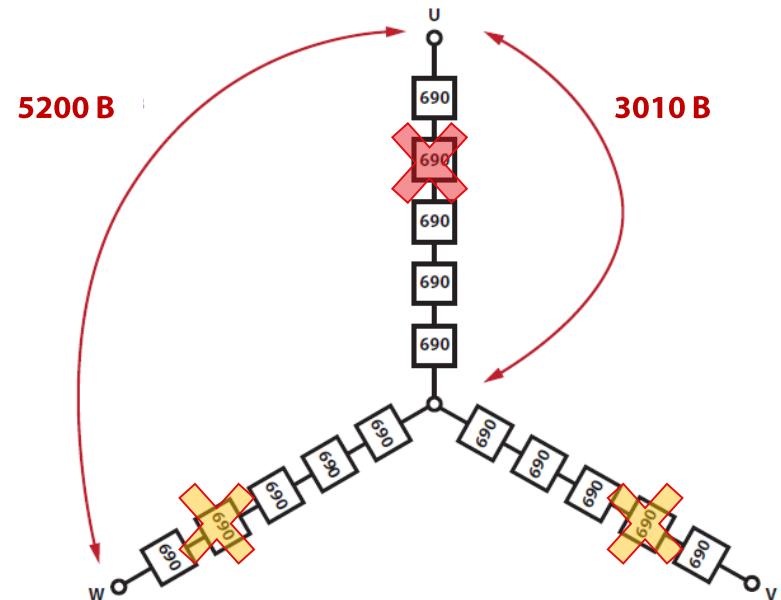
## Байпасс силовой ячейки

Преобразователи с 5 ячейками на фазу (Работа со снижением параметров)

Работа ПЧ при полностью исправных ячейках



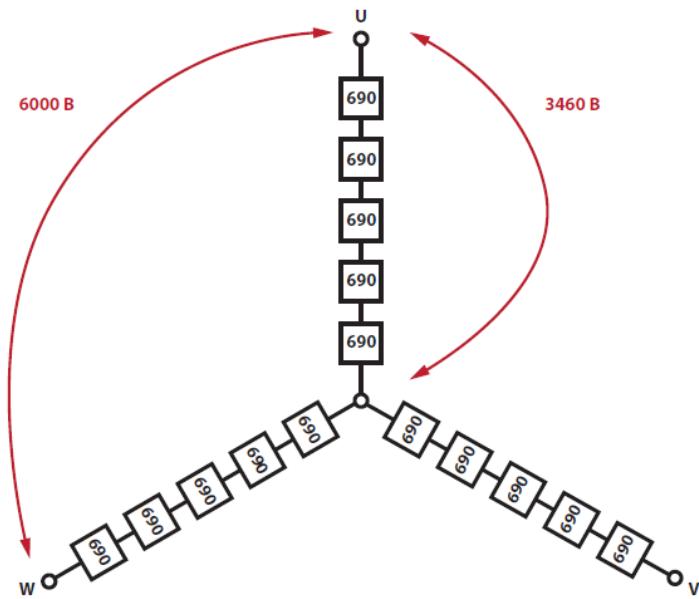
Работа ПЧ при байпасе одной ячейки



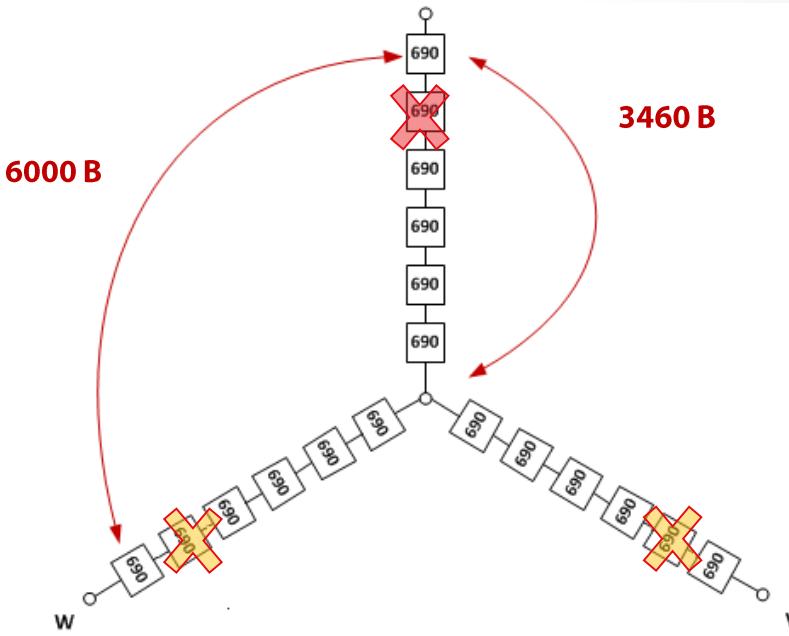
## Байпасс силовой ячейки

Преобразователи с 6 ячейками на фазу (Работа без снижения параметров)

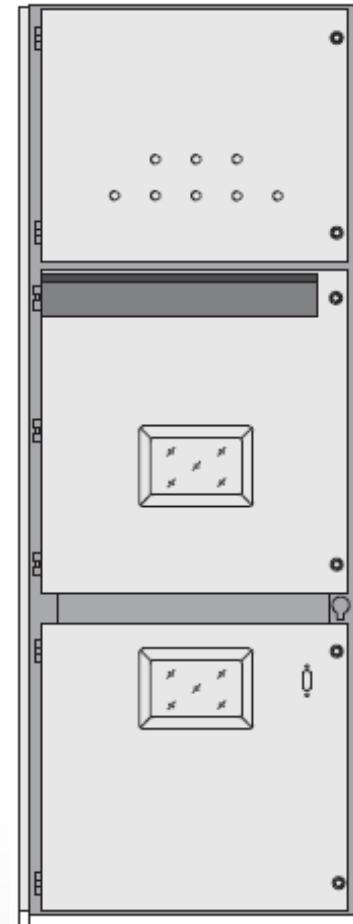
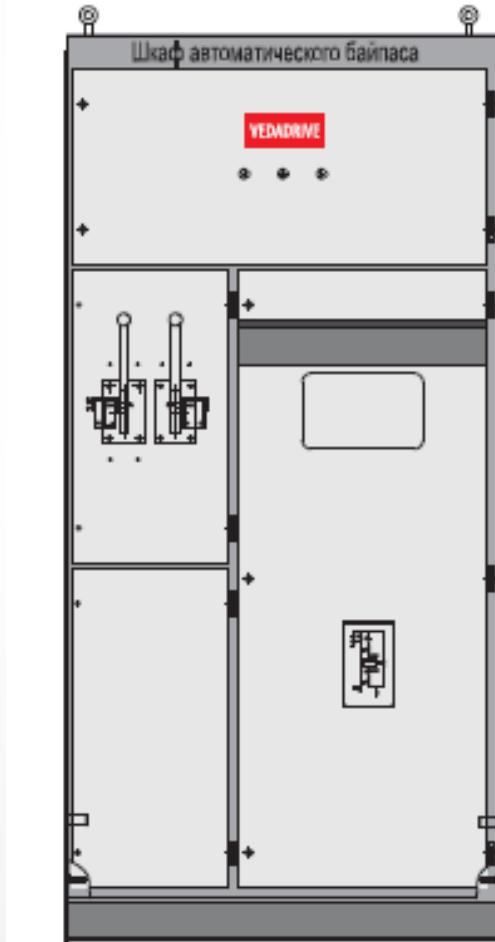
Работа ПЧ при полностью исправных ячейках



Работа ПЧ при байпасе одной ячейки



## Дополнительная силовая коммутация



Для «встраивания» ВВПЧ в электросеть предприятия требуется наличие вводного вакуумного выключателя с встроеннымми функциями защиты.

Существующая ячейка 6 (10) кВ

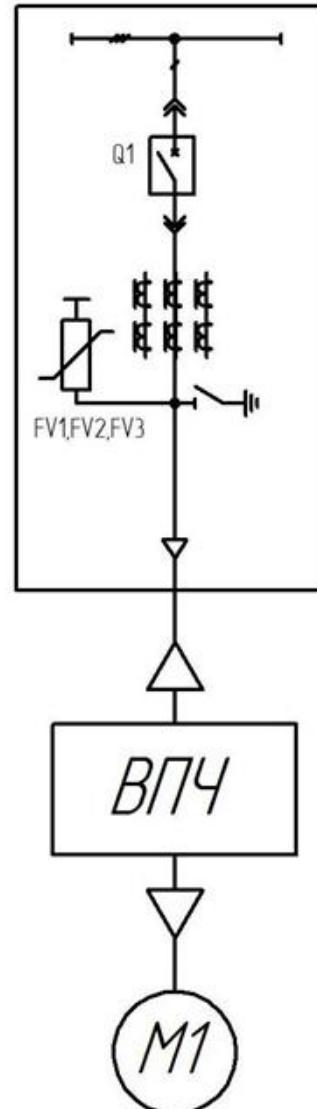
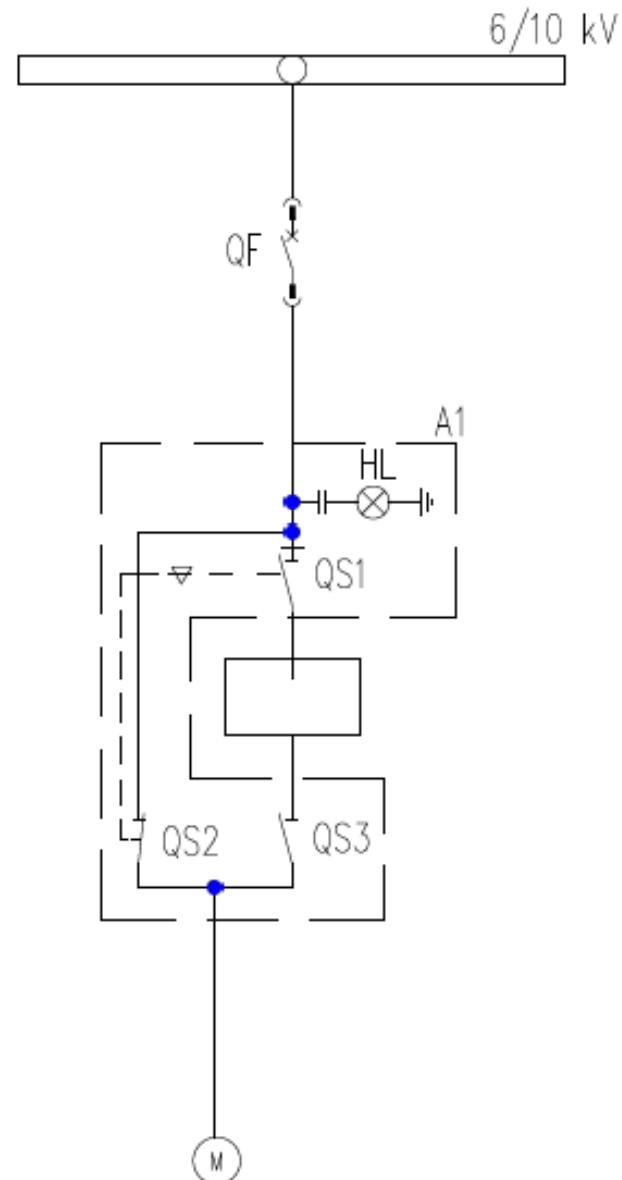


Схема реализована на базе ВВПЧ, подключаемого в разрыв существующей высоковольтной ячейки и приводного электродвигателя.

## Ручной байпас ПЧ

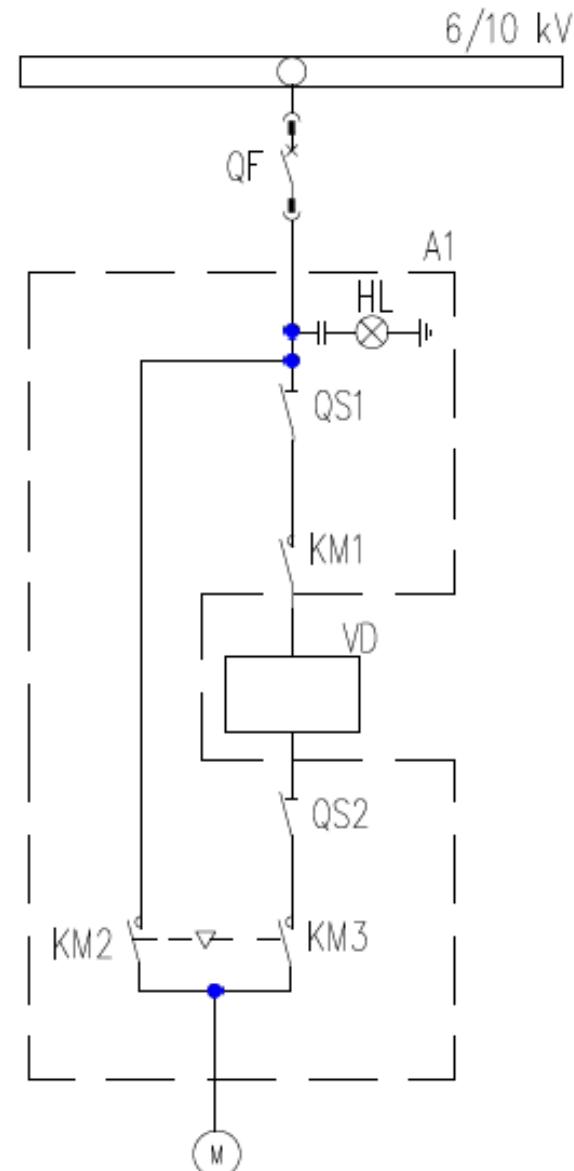
Бюджетный и простой вариант для возможности запуска двигателя напрямую от сети.



## Автоматический байпас ПЧ

Аналогично ручному байпасу  
позволяет запускать двигатель  
напрямую от сети.

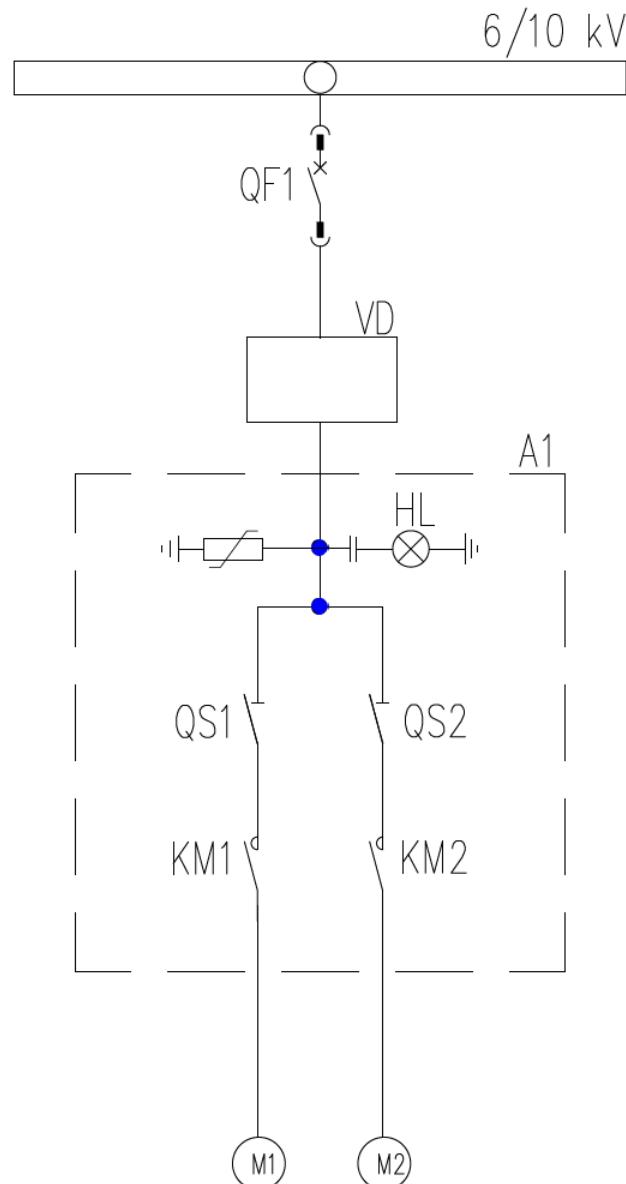
Позволяет производить  
переключения по удаленному  
сигналу и в автоматическом  
режиме.



## Опция рабочий/резервный электродвигатель. Автоматизированная

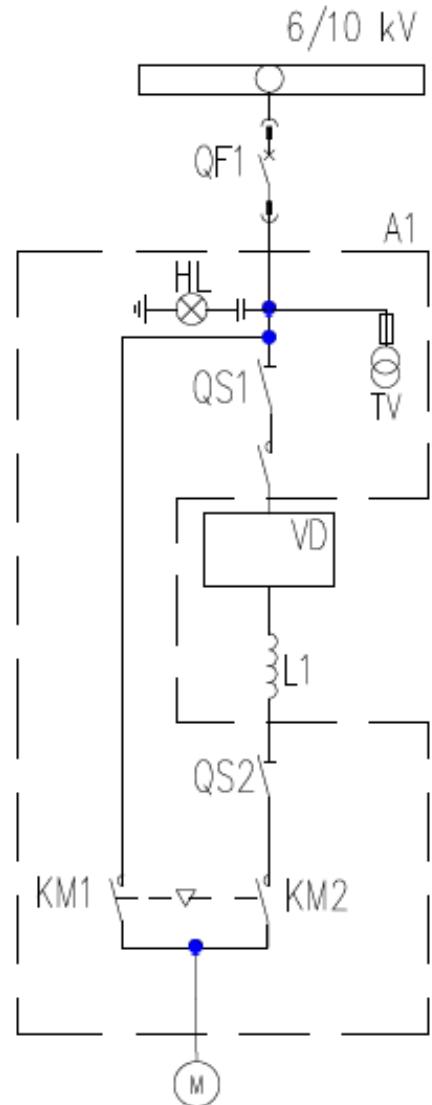
Позволяет производить  
переключение ПЧ между  
несколькими электродвигателями

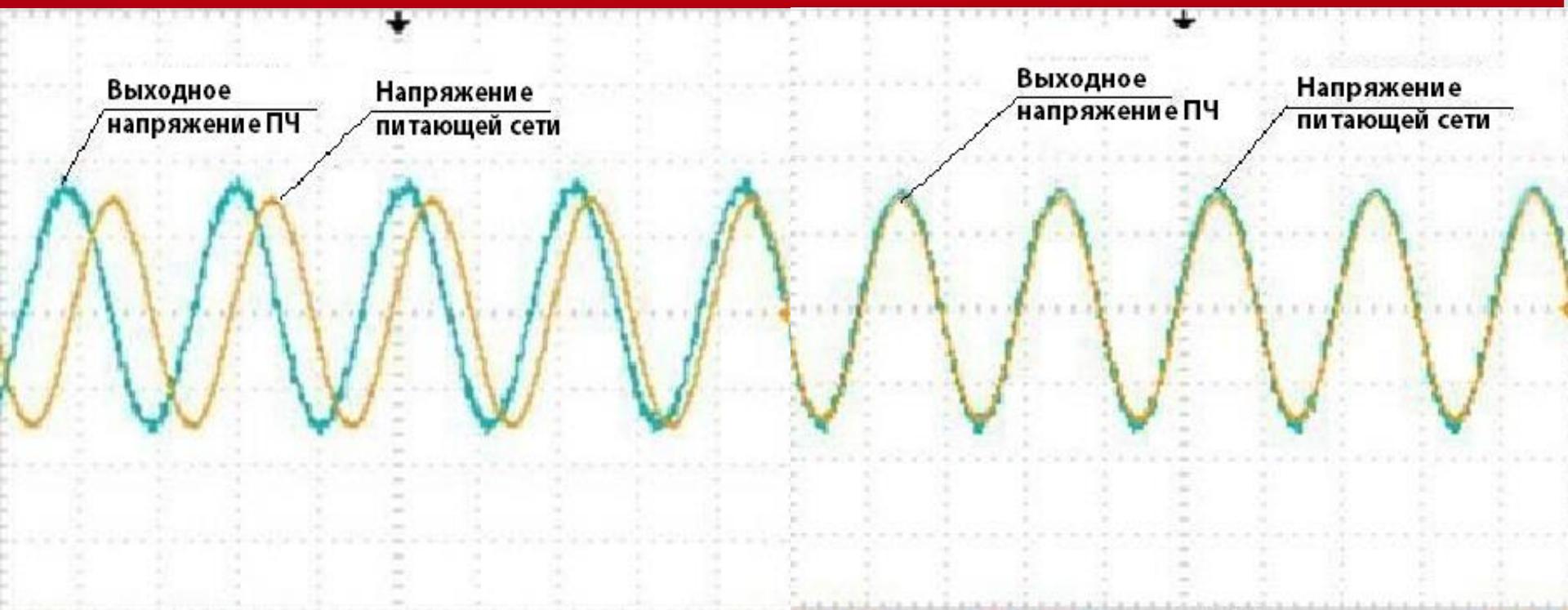
Позволяет производить  
переключения по удаленному  
сигналу и в автоматическом  
режиме.



## Синхронизированный байпас ПЧ

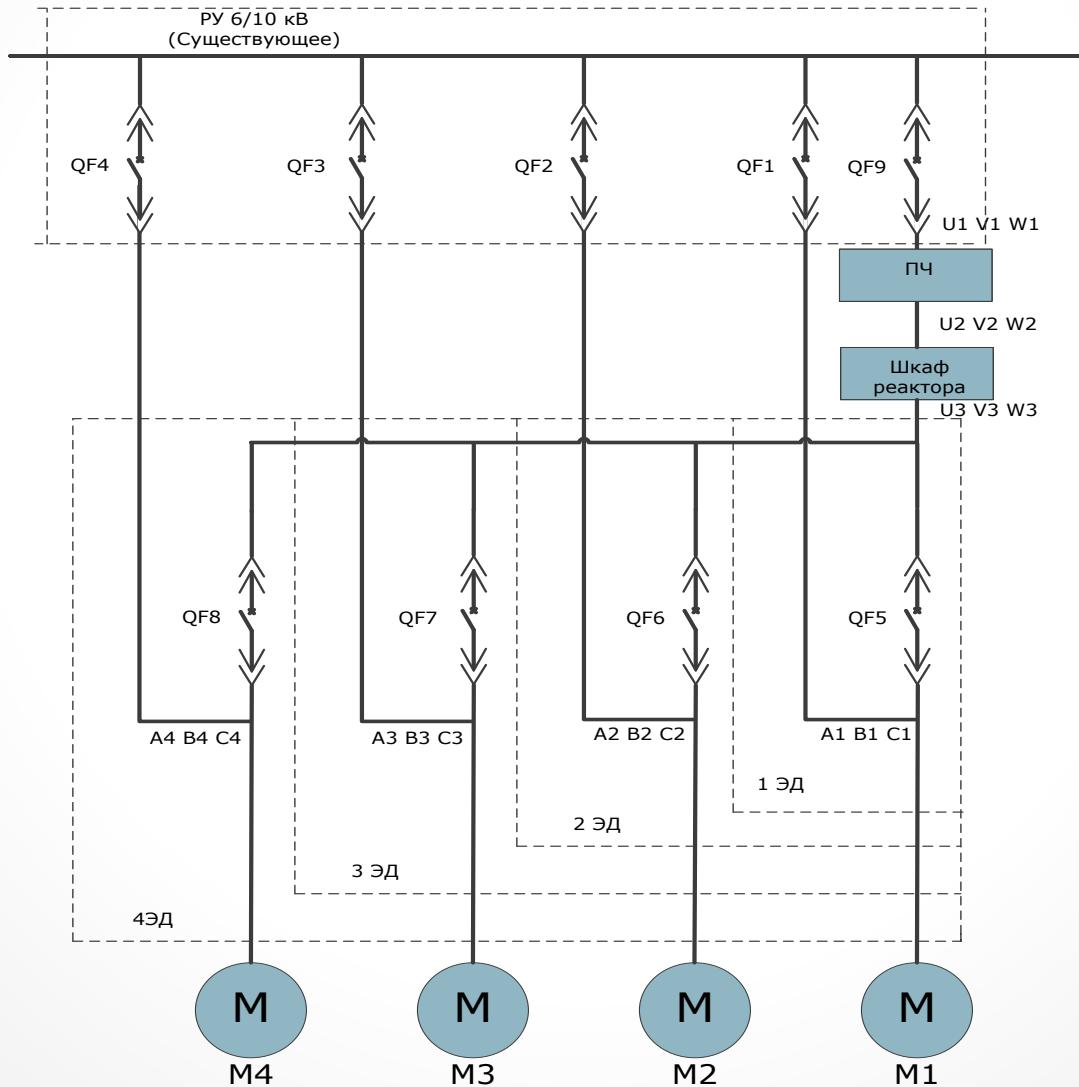
- Плавное переключение двигателя на сеть без ударных нагрузок и бросков тока
- Дополнительно устанавливается выходной реактор ПЧ для ограничения коммутационных токов
- Встроенный контроллер для управления выключателями.

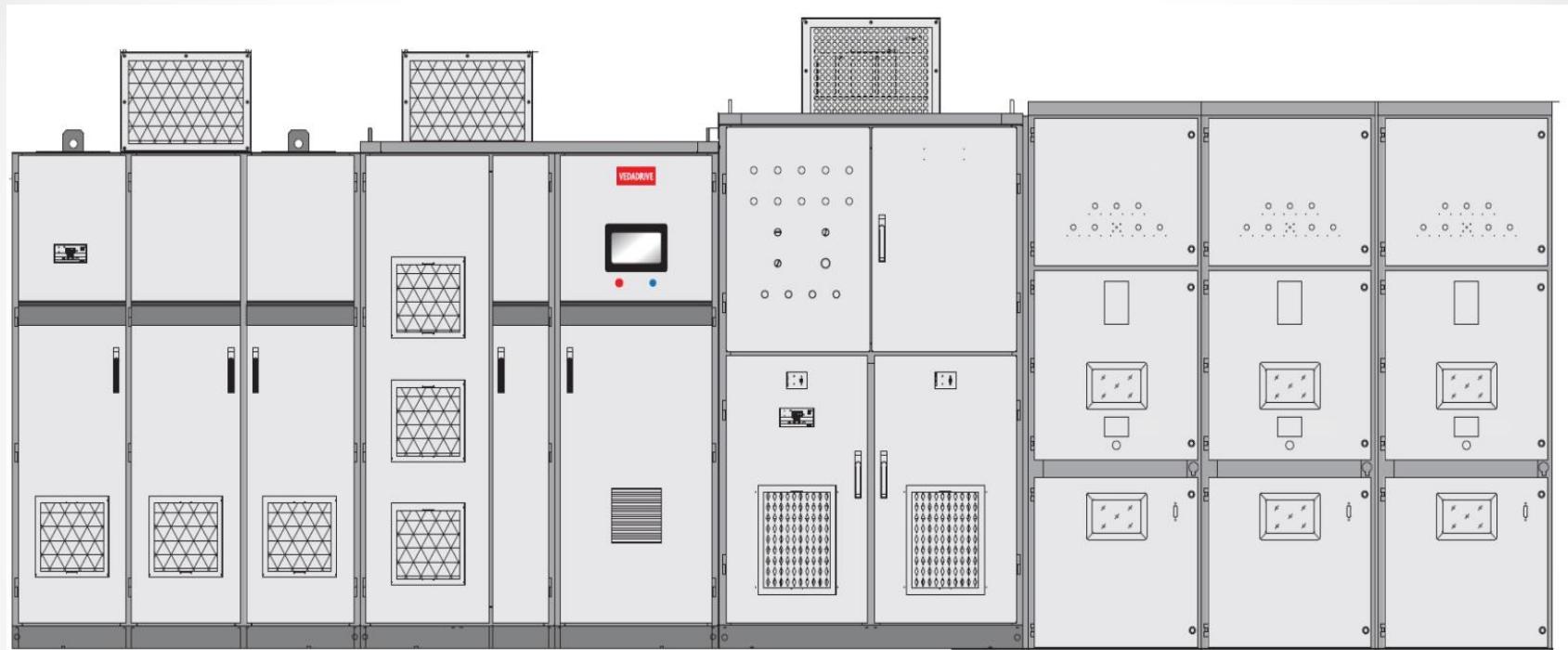




- Синхронизация входного и выходного напряжения ПЧ для безударного переключения двигателей
- Дополнительно используется выходной реактор ПЧ и система автоматики

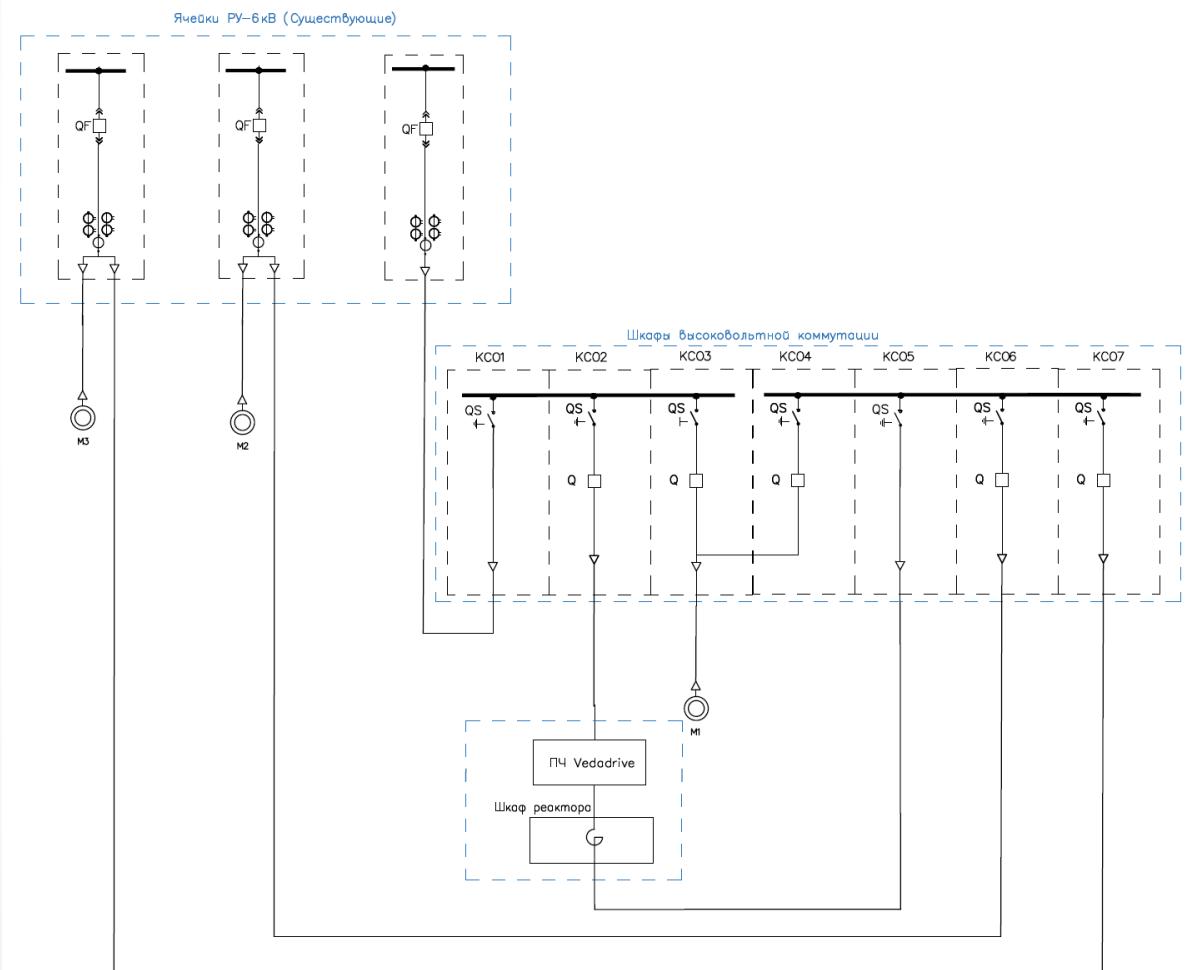
## Система каскадного пуска (Мультистарт)



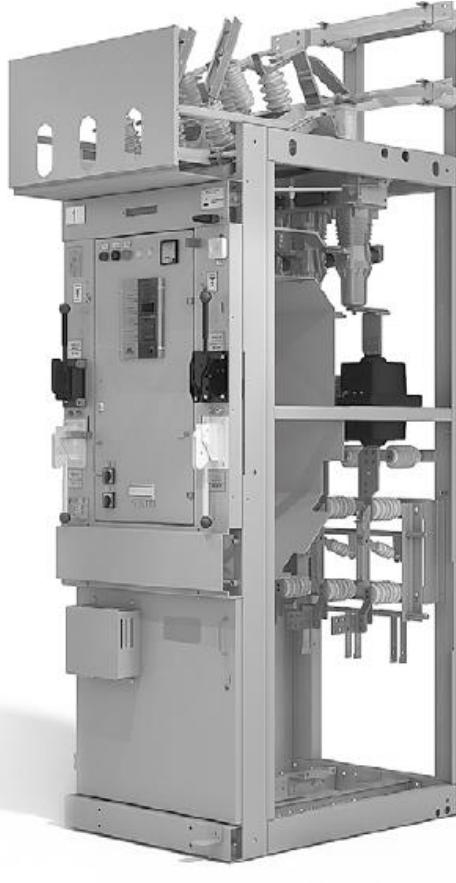


- Синхронизированный байпас на несколько двигателей
- Позволяет безударно переключать питание электродвигателя от ПЧ или от сети
- Актуальное решение для насосных станций
- Встроенный контроллер для управления выключателями.

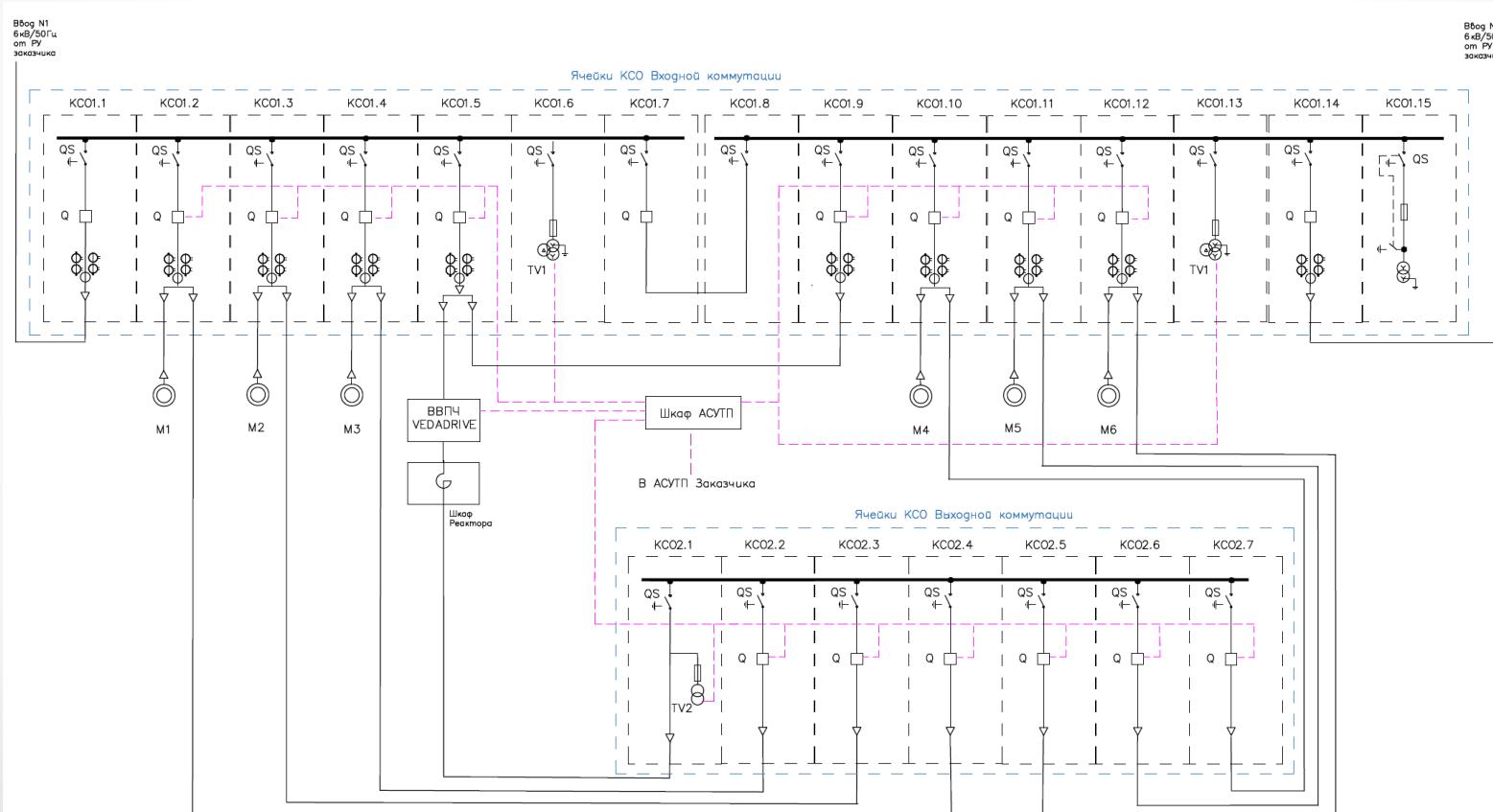
# Индивидуальные системы частотного регулирования под специализированные требования заказчика



Система частотного регулирования может быть укомплектована коммутационными ячейками КРУ и КСО различных производителей в зависимости от требований заказчика.



Индивидуальные проекты шкафов управления систем частотного регулирования позволяют реализовывать функции контроля технологических параметров/ архивирования данных/ блокировок и защиты.



**Все основные функции и параметры преобразователя частоты Vedadrive отображены в его типовом коде**

**Типовой код** частотного преобразователя состоит из 36 символов

Пример:

**VD-P800KU1F530ASX077AXAXXBXCXDX11EXD**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
V	D	-					U		F														A		B	C	D			E					

Описание	Поз.	Возможный выбор
Наименование изделия	1–2	VEDADRIVE
Номинальная полная мощность	4–8	315 – 14500 кВА
Номинальное напряжение питания	9–10	U1: 6 кВ U2: 6,6 кВ U3: 10 кВ U4: 11 кВ U5: 1,45 кВ U6: 2,2 кВ
Номинальная частота питающей сети	11–12	F5: 50 Гц F6: 60 Гц

Степень защиты корпуса	13–14	IP30 / IP31 / IP41 / IP42 / IP54
Тип управляемого двигателя	15	A: асинхронный двигатель S: синхронный двигатель
Серия / режим управления двигателем	16	S: скалярное управление V: векторное управление
Силовая опция торможения	17	X: без опции торможения B: тормозной транзистор R: рекуператор энергии
Номинальный выходной ток	18–20	31 – 900 А
Тип охлаждения	21	A: воздушное охлаждение L: жидкостное охлаждение
Опция байпаса силовой ячейки	22	X: без функции байпаса силовой ячейки C: с функцией байпаса силовой ячейки
Тип дополнительной опции А	23–24	AX: без опции А A1: автоматический байпас ПЧ A2: ручной байпас ПЧ A3: система "мульти-старт" A4: система "ведущий-ведомый"
Количество двигателей для опции А	25	1 – 4 (X: опция А не используется)
Тип дополнительной опции В	26–27	BX: без опции В B1: модуль подключения энкодера B2: модуль Ethernet IP B3: модуль Profibus DP

Тип дополнительной опции С	28–29	CX: без опции С C1: выходной трансформатор 10-6 кВ C2: выходной трансформатор 10-6,6 кВ C3: выходной трансформатор 6-10 кВ C4: выходной трансформатор 6,6-10 кВ
Тип дополнительной опции D	30–31	DX: без опции D D1: управление возбудителем синхронного двигателя
Расположение ввода питающего кабеля	32	1: кабельный ввод снизу 2: кабельный ввод сверху
Расположение вывода кабеля двигателя	33	1: кабельный вывод снизу 2: кабельный вывод сверху
Тип дополнительной опции Е	34-35	EX: без опции Е E1: выходной фильтр (реактор)
Зона обслуживания	36	S: односторонняя, обслуживание спереди D: двусторонняя, обслуживание спереди и сзади