



TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION

---

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

# ***TMdrive-MV***

## **ИНВЕРТОР СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**Российская Электронная Группа – Индустриальные Системы**

<http://www.regr-is.ru>

[info@regr-is.ru](mailto:info@regr-is.ru)

---

Москва 2008

## Краткое описание TМdrive-MV

TМdrive-MV – это высокоэффективный инвертор прямого преобразования, выполненный на базе IGBT транзисторов, для привода асинхронных электродвигателей с номинальным напряжением от 3 до 11кВ и основанный на концепции «чистый синус».

Этот инвертор был разработан с применением самых передовых технологий силовой электроники и приводов переменного тока. Будучи примененным взамен демпферных или клапанных систем регулирования, инвертор TМdrive-MV, регулируя скорость вращения насосов, вентиляторов и воздуходувок, позволит осуществить значительную экономию электроэнергии, а также продлить ресурс электродвигателя и снизить нагрузку на питающие сети.

Высокий коэффициент полезного действия и коэффициент мощности благодаря многоуровневому ШИМ управлению, высокая надежность и простота в эксплуатации позволяют строить идеальные системы приводов переменного тока на основе инверторов TМdrive-MV и уже имеющихся электродвигателей.



### Основные области применения:

- Насосы, вентиляторы и дымососы
- Миксеры, экструдеры и др.
- Многодвигательные установки (системы с синхронизированным байпасом двигателей на сеть)

# 12 преимуществ TMdrive-MV

## 1) Адаптивность

- Выходной ток близок к синусоидальному благодаря многоуровневому ШИМ
- Двигатель сохраняет свою номинальную мощность
- Допускается применение стандартного двигателя, так как, благодаря уникальному ШИМ управлению, коммутационные перенапряжения незначительны
- Может использоваться с механизмами, имеющими постоянный момент нагрузки и высокий стартовый момент (смесители, экструдеры и т.п.)
- Позволяет решать проблемы перегрузки питающей сети при запуске электродвигателя и старта высокоинерционных нагрузок
- Совместимость со стандартными сетевыми коммуникациями

## 2) Стабильное управление скоростью

- Векторное управление, как с датчиком скорости, так и без него
- Новый режим V/f управления с векторными расчетами

## 3) Высокая надежность

- В управлении применяется специальный 32-битный процессор TOSHIBA PP7
- Используются IGBT транзисторы класса 1700В, что позволяет сократить число элементов и повысить надежность силовых цепей

## 4) Безотказная работа системы

- Продолжение работы при кратковременном исчезновении питания (до 300 мсек.)
- Автоматический подхват вращающегося двигателя и его плавный перезапуск

## 5) Высокая эффективность

- Высокий общий к.п.д. инвертора (не менее 97%)
- Малые гармонические потери в электродвигателе
- Снижены тепловые потери в IGBT транзисторах

## 6) Высокий коэффициент мощности

- Не менее 95% благодаря 18-пульсной схеме выпрямления

## 7) Не требуется входной фильтр гармоник

- Уровень гармоник на входе соответствует стандарту IEEE519

## 8) Отсутствует выходной трансформатор

- Прямое управление электродвигателем
- Минимизируются тепловые потери в инверторе
- Значительно упрощается монтаж оборудования

## 9) Каскадное управление группой двигателей

- Система синхронизированного байпаса и подхвата двигателя позволяет TMdrive-MV управлять группой двигателей (многонасосная станция)

## 10) Энергосбережение

- Высокая эффективность инвертора
- Оптимальное управление двигателем в широком диапазоне изменения скорости вращения

## 11) Удобство для пользователя

- Простота в применении и управлении
- Технологичность монтажа, обслуживания и ремонта
- Диагностика аварий

## 12) Конструктивные особенности

- Компактный дизайн
- Фронтальное обслуживание
- Эффективное воздушное охлаждение
- Возможность «горячей» замены силовой ячейки инвертора

## Конструкция TMdrive-MV



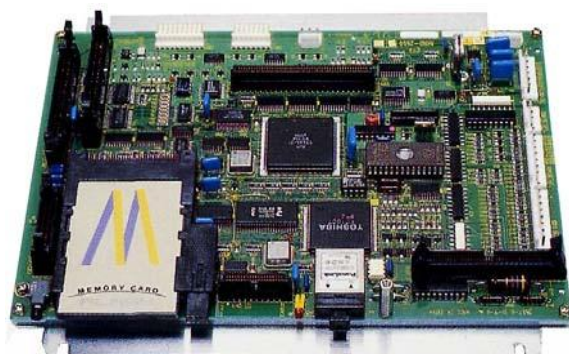
Входной трансформатор специальной конструкции (многообмоточный, сухого типа)

---



Отсек инвертора – фронтальное одностороннее обслуживание  
Ячейки инвертора выдвигаются из отсека при необходимости замены

---



Блок системы управления со специальным процессором PP7

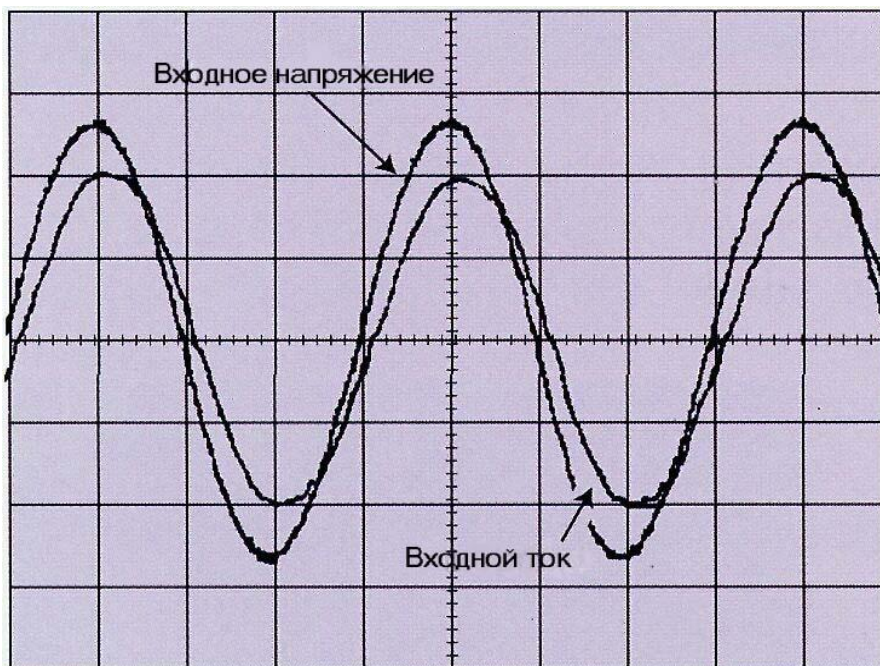
---

## В основе инвертора TMdrive-MV принцип «чистый синус»

В настоящее время благодаря быстрому прогрессу в области таких полупроводниковых приборов как транзисторы и тиристоры, силовая электроника все более широко используется в промышленном оборудовании. Однако при эксплуатации такого промышленного оборудования возникает проблема генерируемых им гармонических токов.

С целью снижения гармонических токов, генерируемых силовым электронным оборудованием, были установлены стандарты, регулирующие содержание гармоник, и в соответствии с которыми разрабатывался инвертор TMdrive-MV.

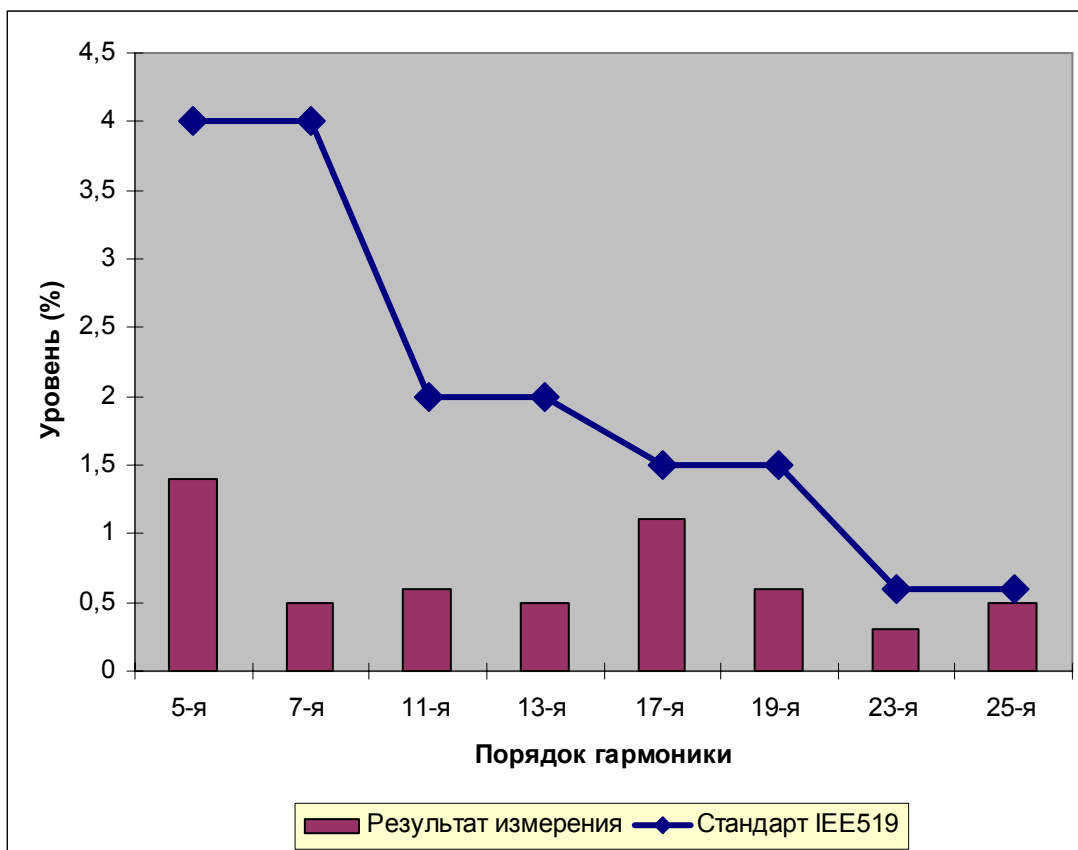
Входной трансформатор специальной конструкции и **система 18-пульсного выпрямления** позволяют инвертору TMdrive-MV соответствовать требованиям стандарта IEEE-519 (1992) и нормативам, установленным MITI (Министерство международной торговли и промышленности Японии).



Форма волны входного тока и напряжения TMdrive-MV

## Содержание гармоник во входном токе

(Результат теста TМdrive-MV (1800кВА) под нагрузкой)



Порядок гармоники (нечетные)	5-я	7-я	11-я	13-я	17-я	19-я	23-я	25-я
TМdrive-MV (%)	1,4	0,5	0,6	0,5	1,1	0,6	0,3	0,5
Стандарт IEEEE-519 (1992) (%)	4,0	4,0	2,0	2,0	1,5	1,5	0,6	0,6

Уровень гармонических токов, производимый инвертором TМdrive-MV, очень мал, не перегружает источник питания и минимально влияет на работоспособность другого оборудования.

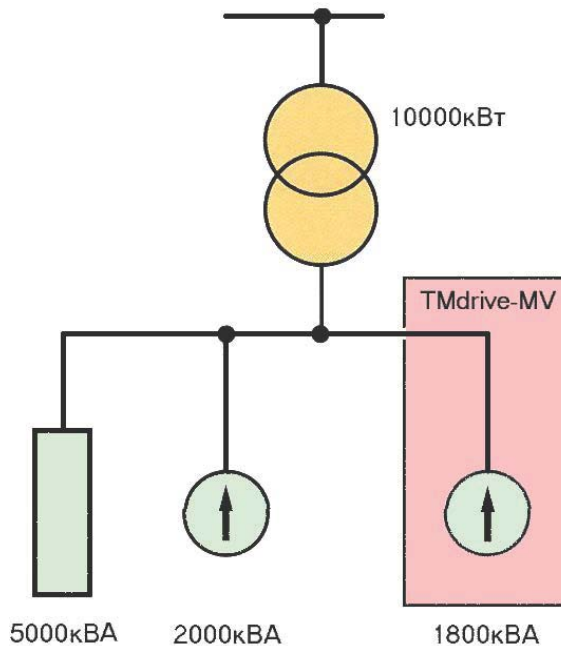
Благодаря заложенным конструктивным решениям TМdrive-MV соответствует нормам без принятия дополнительных мер, таких как установка фильтра гармоник

Рассматриваемый ниже пример показывает влияние установки инвертора TМdrive-MV в существующую систему и пример расчетов.

## Пример

Инвертор TМdrive-MV 1800кВА встраивается в уже существующую систему (напряжение 6,6кВ, нагрузка до 10000кВА) со следующей нагрузкой:

- Основная нагрузка 5000кВА (100% нагрузка)
- 6-пульсный выпрямитель 2000кВА (100% нагрузка)



- Содержание гармонических токов в существующей системе (6,6кВ)

Порядок гармоники	5-я	7-я	11-я	13-я	17-я	19-я	23-я	25-я
Гармонический ток (%)	17,5	11,0	4,5	3,0	1,5	1,25	0,75	0,75
Гармонический ток (А)	30,6	19,2	7,9	5,2	2,6	2,2	1,3	1,3

- Содержание гармонических токов, генерируемых инвертором TМdrive-MV (6,6кВ)

Порядок гармоники	5-я	7-я	11-я	13-я	17-я	19-я	23-я	25-я
Гармонический ток (%)	1,4	0,5	0,6	0,5	1,1	0,6	0,3	0,5
Гармонический ток (А)	2,2	0,8	0,9	0,8	1,7	0,9	0,5	0,8

- Суммарное содержание гармонических токов после внедрения TМdrive-MV и допустимые пределы (6,6кВ)

Порядок гармоники	5-я	7-я	11-я	13-я	17-я	19-я	23-я	25-я
Общее содержание гармонических токов (А)	32,8	20,0	8,8	6,0	4,3	3,1	1,8	2,1
Верхний предел гармонических токов (А)	35,0	25,0	16,0	13,0	10,0	9,0	7,6	7,0

Установка инвертора TМdrive-MV не вносит существенных изменений в существующую систему

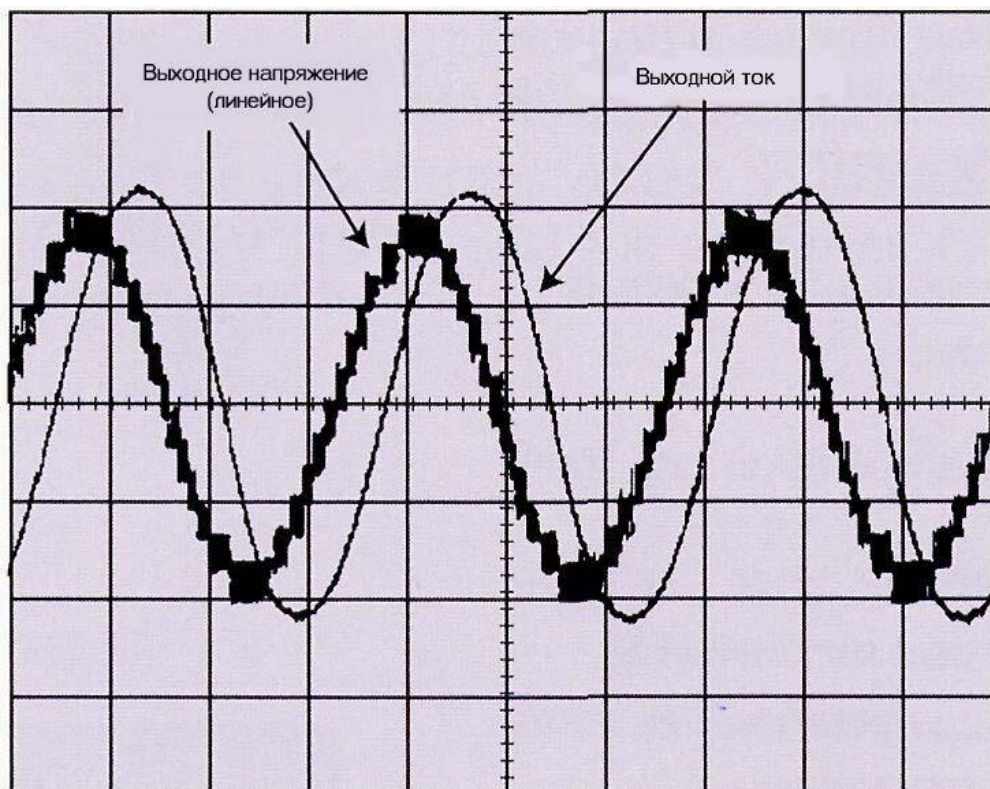
## Выходной ток близок к синусоидальному

Благодаря уникальному многоуровневому ШИМ управлению форма выходного напряжения инвертора TMdrive-MV представляет собой ступенчатую синусоиду. Технические средства инвертора TMdrive-MV позволяют получить выходное напряжение максимально приближенное по форме к синусоидальному, что дает следующие преимущества по сравнению с другими решениями:

- Не требуется применение синус-фильтра на выходе инвертора
- Выходной ток также близок к синусоидальному, поэтому снижаются дополнительные тепловые потери в двигателе, вызванные гармоническими токами
- Коммутационные перенапряжения, вызывающие разрушение изоляции обмоток двигателя, значительно меньше перенапряжений, свойственных двухуровневым инверторам

Не требуется снижения нагрузки на валу двигателя ввиду отсутствия его повышенного нагрева, упрощается монтаж и процесс модернизации оборудования

Примечание: Необходимо убедиться в возможности работы конкретного электродвигателя и приводимого им механизма в режиме с переменной скоростью (учитывается эффективность охлаждения двигателя, эффективность смазки редуктора и т.д.).



Форма выходного тока и напряжения для TMdrive-MV

Гармонические токи, присутствующие в токе статора двигателя, вызывают пульсации момента, что проявляется в крутильных колебаниях вала двигателя и, соответственно, приводимого им механизма. Если частота колебаний совпадает с собственными резонансными частотами двигателя и механизма, то из-за резонансных явлений вибрации значительно усиливаются.

Уровень гармоник в выходном токе TMdrive-MV очень мал, и в большинстве случаев пульсациями момента можно пренебречь.

Пульсации момента двигателя незначительны благодаря малому уровню гармонических токов

## Высокая эффективность TMdrive-MV

Высокая эффективность TMdrive-MV обеспечивается следующими моментами:

1. Общее количество полупроводниковых приборов (и, соответственно, потери в них) в силовой цепи снижено за счет применения IGBT транзисторов класса 1700В.
2. Потери на переключение IGBT транзисторов снижены, благодаря снижению частоты переключений при многоуровневом ШИМ управлении.
3. Исключены потери в выходном трансформаторе.

Таким образом, коэффициент полезного действия инвертора TMdrive-MV вместе с входным трансформатором превышает 97%!

Измеренное экспериментально значение составило 97,6% для инвертора мощностью 1800кВА под полной нагрузкой.

К.п.д. > 97%

## Высокий коэффициент мощности TMdrive-MV

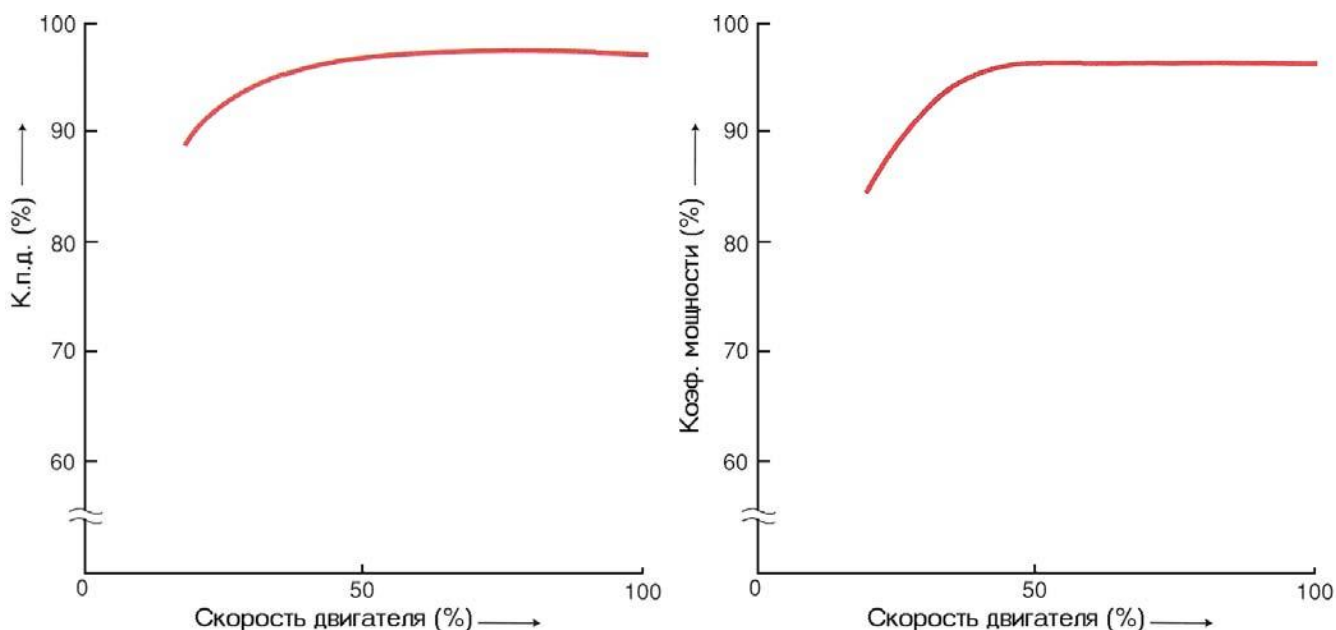
TMdrive-MV состоит из группы последовательно соединенных однофазных ШИМ инверторов (ячеек-инверторов) в каждой фазе.

Каждая ячейка инвертора содержит 6-пульсный мостовой выпрямитель, но в совокупности со специальным входным трансформатором, обеспечивающим фазовый сдвиг токов во вторичных обмотках, образуется **система 18-пульсного выпрямления**.

Такое конструктивное решение обеспечивает коэффициент мощности на входе TMdrive-MV на уровне порядка 95% практически во всем диапазоне скоростей и не требуется никаких дополнительных мер для коррекции коэффициента мощности.

Высокий входной коэффициент мощности TMdrive-MV сохраняется, даже если инвертор приводит во вращение многополюсный асинхронный электродвигатель с низким коэффициентом мощности.

К.м. > 95%



Результат заводских измерений для (для механизма с вентиляторной нагрузкой)

## Стратегическая эффективность TMdrive-MV

Выбирая более эффективное решение еще на этапе проекта, пользователь в будущем помимо технологических получает еще и дополнительные преимущества, которые позволяют упростить монтаж, рациональнее использовать имеющиеся площади и оборудование, а также значительно снизить расходы на внедрение и на эксплуатацию инвертора.

### Преимущества TMdrive-MV

1. Общий к.п.д. инвертора TMdrive-MV (97,6%), как показано выше, значительно выше по сравнению с общим к.п.д. традиционной системы с повышающим трансформатором (не более 90%), что позволяет потребителю дополнительно экономить на электроэнергии в течение всего срока эксплуатации инвертора!

Например, если сравнить эти два инвертора, управляющих двигателем мощностью 800 кВт, то при разности в к.п.д. до 10% при средней нагрузке 80% и наработке порядка 8000 часов в год разность энергопотребления составит приблизительно:

$$800(\text{кВт}) \times 80(\%) \times 8000(\text{часов}) \times 10(\%) = 512\,000 \text{ (кВт*ч в год)},$$

что эквивалентно дополнительным затратам порядка **1 000 000** рублей ежегодно!

2. К.п.д. инвертора имеет прямое отношение к потерям на тепловыделение. Соответственно, в случае использования более эффективного инвертора дополнительно снижаются затраты на вентиляцию и кондиционирование помещения.

Например, тепловые потери для TMdrive-MV (к.п.д. >97%) мощностью 800 кВА будут составлять около 20 кВт (2,5%), а для инвертора с общим к.п.д. 90% - не менее 75~85 кВт (10%)

В первом случае для утилизации тепловыделений оборудования потребуются система вентиляции в несколько раз меньшей мощности.

3. Благодаря 18-пульсной системе выпрямления, обеспечивающей низкий уровень гармоник во входном токе инвертора TMdrive-MV, гармонические потери в другом заводском оборудовании минимальны. (Гармонические токи, протекающие в общих цепях питания, не совершая полезной работы, вызывают дополнительный нагрев электрооборудования, а также влияют на работоспособность чувствительных электронных систем автоматики).

4. При установке инвертора TMdrive-MV значительно экономится пространство, занимаемое оборудованием, так как в случае применения инвертора TMdrive-MV:

- Входной трансформатор входит в состав шкафа инвертора
- Не требуется установка **сильноточной** низковольтной коммутирующей аппаратуры
- Не требуется установка входного фильтра гармоник
- Не требуется установка выходного синус-фильтра
- Не требуется выходной трансформатор

5. При внедрении инвертора TMdrive-MV пользователь экономит на монтажных работах и материалах:

- Отсутствуют расходы на низковольтные **кабели повышенного сечения**
- Отсутствуют расходы на прокладку низковольтных кабелей и соединение отдельных частей инвертора
- Отсутствуют расходы на подготовку размещения и монтаж трансформаторов

6. При внедрении инвертора TMdrive-MV экономится время на монтаж и пусконаладку:

- Время, затрачиваемое на монтаж TMdrive-MV – 2~3 рабочих дня
- Время, затрачиваемое на пусконаладку TMdrive-MV – от 3 до 5 рабочих дней

### Резюме

С учетом вышеизложенного, стоимость внедрения инвертора TMdrive-MV может оказаться сопоставимой со стоимостью внедрения двухтрансформаторной системы, однако эффективность эксплуатации инвертора TMdrive-MV значительно выше.

Кроме того, TMdrive-MV, оснащенный системой синхронизированного байпаса, способен каскадно управлять группой насосов. Для изменения общей производительности установки инвертор по сигналам внешней АСУ плавно запускает необходимое количество двигателей, безударно переводит их на работу от сети и управляет скоростью одного из них. В таком случае эффективность внедрения TMdrive-MV существенно возрастает, а срок окупаемости оборудования должен рассчитываться относительно суммарной мощности группы насосов.

# TMdrive-MV обеспечивает значительное энергосбережение при работе электродвигателя с переменной скоростью

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором очень часто используются для привода насосов и вентиляторов. Однако, если двигатель работает с постоянной скоростью, а расход или давление регулируются с помощью задвижки или управляемого клапана, то в результате – неоправданные потери энергии.

Эти потери могут быть снижены до минимума, если для регулирования расхода или давления управлять скоростью вращения двигателя с помощью инвертора.

При этом имеют место следующие соотношения:

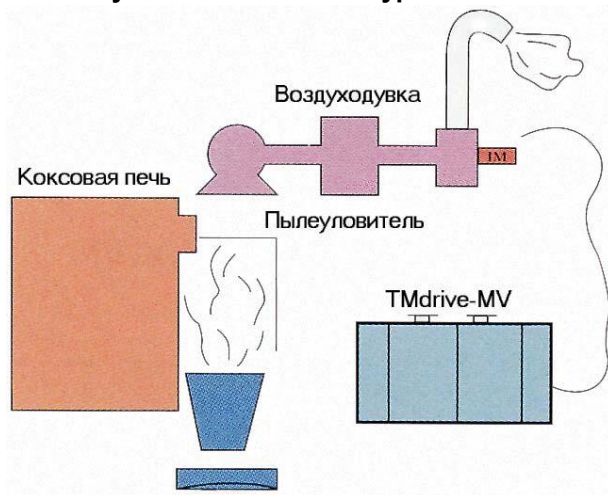
**Расход пропорционален скорости**

**Затрачиваемая мощность пропорциональна расходу (скорости) в кубе**

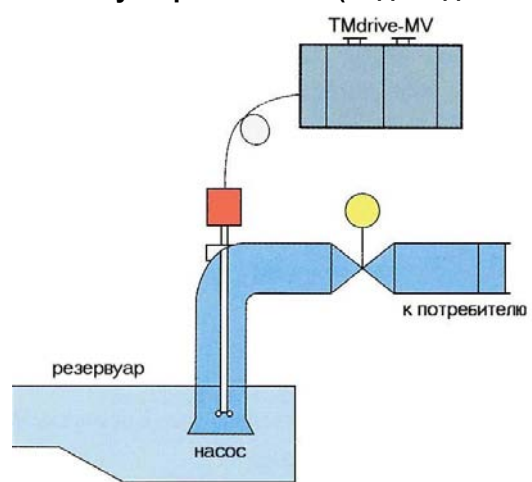
Например, при 80% расходе (скорости) необходимо затратить лишь  $(0,8)^3 \approx 50\%$  мощности.

Поэтому изменение расхода или скорости электродвигателя может позволить существенно экономить электроэнергию, как, например, в следующих характерных случаях применения инвертора:

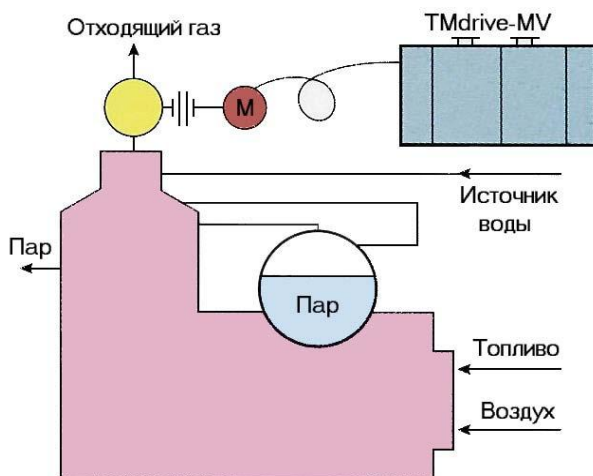
## Пылеуловитель в металлургии



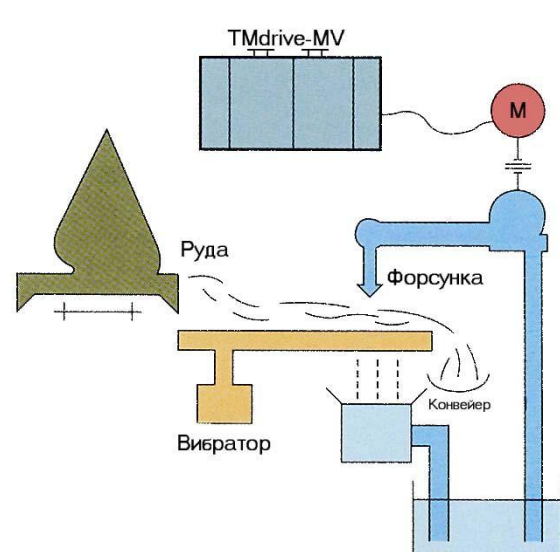
## Бустерный насос (водоподготовка)



## Дымосос котла



## Рудопромывочный насос



## Пример расчета энергосбережения

### (а) Энергопотребление при регулировании задвижкой

#### (Двигатель работает на номинальной скорости)

Основное соотношение между давлением воздуха (Н) и расходом (Q) для вентилятора (воздуходувки).

(Н= 1: номинальное давление воздуха, Q= 1: номинальный расход воздуха)

Мощность на валу (P<sub>1</sub>), требуемая для Q=1, – это номинальная мощность на валу (кВт) вентилятора (воздуходувки).

Мощность на валу (P<sub>0,7</sub>), требуемая для Q=0,7, равна:

$$P_{0,7} = P_1 \times Q_{0,7} \times H_{0,7} \text{ (если пренебречь к.п.д. вентилятора)}$$

Если к.п.д. двигателя η<sub>М</sub>, то мощность на входе (P<sub>i1</sub>), требуемая для Q=1, и (P<sub>i0,7</sub>) для Q=0,7:

$$P_{i1} = P_1 / \eta_M \text{ (кВт)}$$

$$P_{i0,7} = P_{0,7} / \eta_M \text{ (кВт) (Падением к.п.д. двигателя при снижении нагрузки также пренебрегаем)}$$

### (b) Энергопотребление при регулировании изменением скорости с помощью TМdrive-MV

При регулировании расхода насоса или вентилятора с помощью инвертора соотношения будут следующими:

Уравнение требуемой входной мощности P<sub>i1</sub> при Q=1 будет таким же, как и для случая регулирования дросселированием:

$$P_{i1} = P_1 / \eta_M \text{ (кВт)}$$

При расходе, равном 70% от номинального (Q'<sub>0,7</sub>) требуемая мощность на валу:

$$P'_{0,7} = P_1 \times Q'_{0,7} \times H' = P_1 \times (Q'_{0,7})^3$$

Если к.п.д. инвертора равен η<sub>INV</sub>, то требуемая входная мощность будет равна:

$$P'_{i0,7} = P'_{0,7} / \eta_M / \eta_{INV}$$

## ПРИМЕР РАСЧЕТА

К.п.д. двигателя = 96,5%

К.п.д. инвертора TМdrive-MV = 97% (включая входной трансформатор)

Мощность на валу вентилятора при номинальном

расходе: 1100кВт

Характеристика вентилятора: Н=1,4 отн.ед. при Q=0

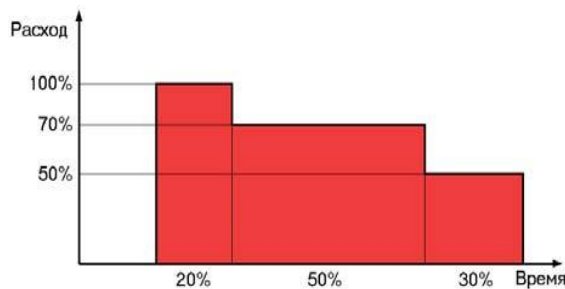
Наработка за год: 8000 часов

Характеристика загрузки вентилятора:

100% нагрузка - 20% рабочего времени

70% нагрузка - 50% рабочего времени

50% нагрузка - 30% рабочего времени



Стоимость электроэнергии принимается ~2 руб./кВт·ч

### А) Регулирование задвижкой (дросселирование)

Потребляемая мощность при 100% нагрузке → P<sub>100</sub> = 1100/0,965 = 1140 кВт

Потребляемая мощность при 70% нагрузке → P<sub>70</sub> = 1100 × 0,7 × (1,4 - 0,4 × 0,7 × 0,7)/0,965 = 961 кВт

Потребляемая мощность при 50% нагрузке → P<sub>50</sub> = 1100 × 0,5 × (1,4 - 0,4 × 0,5 × 0,5)/0,965 = 741 кВт

Стоимость израсходованной электроэнергии за все время работы вентилятора:

$$(1140 \times 0,2 + 961 \times 0,5 + 741 \times 0,3) \times 8000 \times 2 = 14\ 892\ 800 \text{ руб.}$$

### В) Регулирование изменением скорости

Потребляемая мощность при 100% нагрузке → P'<sub>100</sub> = 1100/0,965/0,97 = 1175 кВт

Потребляемая мощность при 70% нагрузке → P'<sub>70</sub> = 1100 × 0,7<sup>3</sup>/0,965/0,97 = 403 кВт

Потребляемая мощность при 50% нагрузке → P'<sub>50</sub> = 1100 × 0,5<sup>3</sup>/0,965/0,97 = 147 кВт

Стоимость израсходованной электроэнергии за все время работы вентилятора:

$$(1175 \times 0,2 + 403 \times 0,5 + 147 \times 0,3) \times 8000 \times 2 = 7\ 689\ 600 \text{ руб.}$$

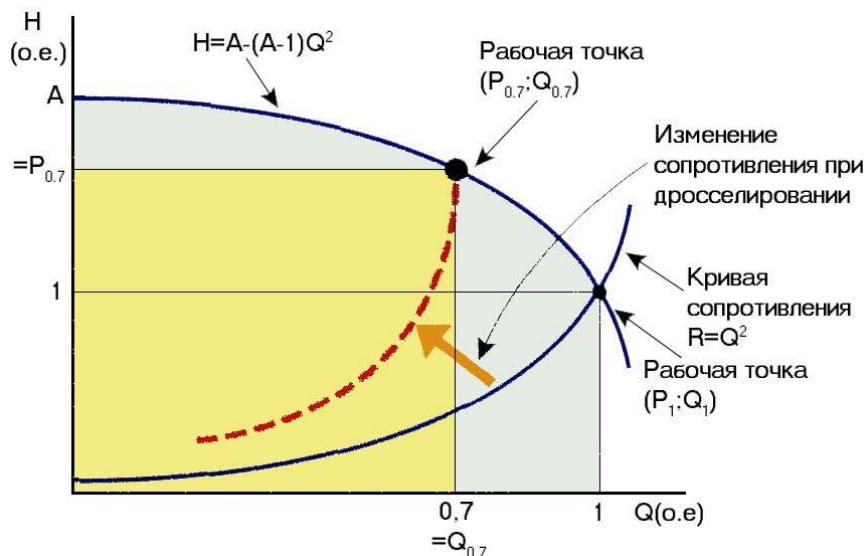
### С) Разница в стоимости израсходованной электроэнергии:

$$14\ 892\ 800 - 7\ 689\ 600 = 7\ 203\ 200 \text{ руб./год.}$$

## Принципиальные различия в способах регулирования расхода:

### Дросселирование потока

При регулировании расхода или давления с помощью заслонки (дросселирование) рабочая точка насоса (вентилятора) смещается за счет изменения характеристики трубопровода (изменяется его сопротивление):



Регулирование расхода с помощью заслонки

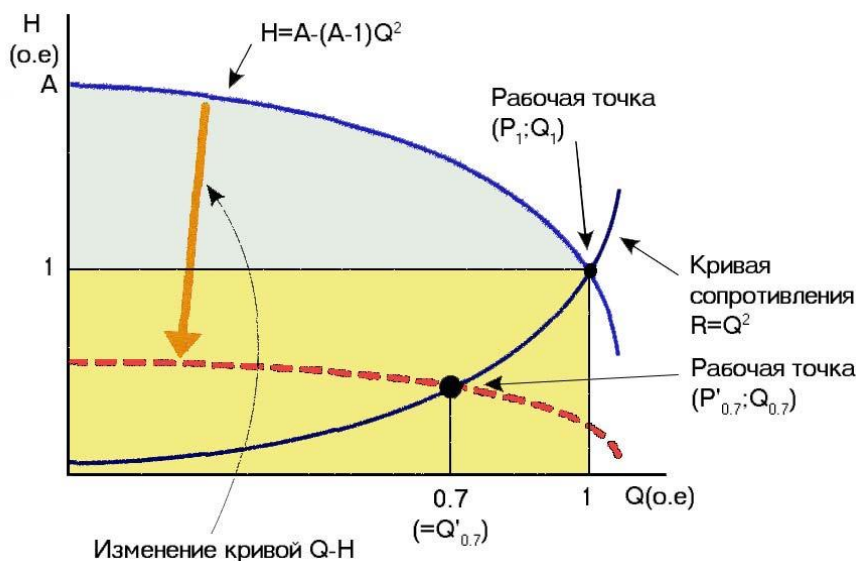
В таком случае при изменении расхода энергопотребление двигателем меняется незначительно, а избыток производительности бесследно теряется на запорной арматуре.

### Управление скоростью двигателя

При регулировании расхода или давления с помощью изменения скорости вращения двигателя рабочая точка смещается за счет изменения характеристики самого насоса (вентилятора).

В таком случае энергии затрачивается именно столько, сколько требуется для обеспечения заданной производительности агрегата.

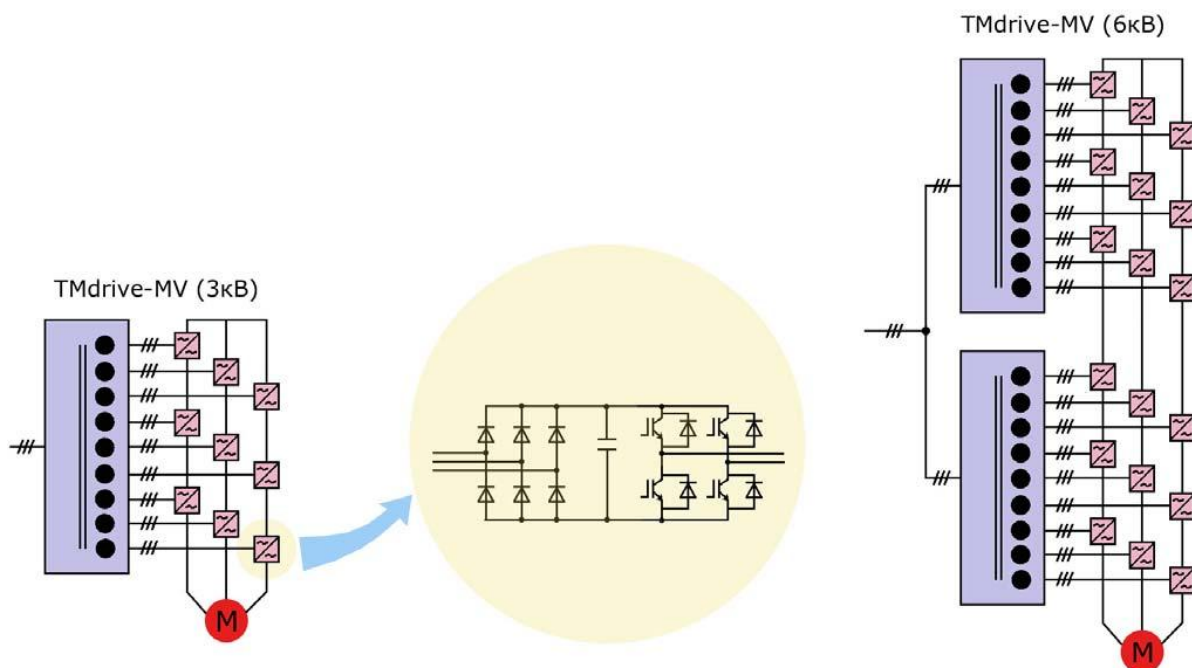
Плюс становится возможным непрерывное поддержание оптимальных параметров системы в автоматическом режиме, что обеспечивает максимальное энергосбережение и в то же время стабильность параметров (температура, расход или давление) для потребителя.



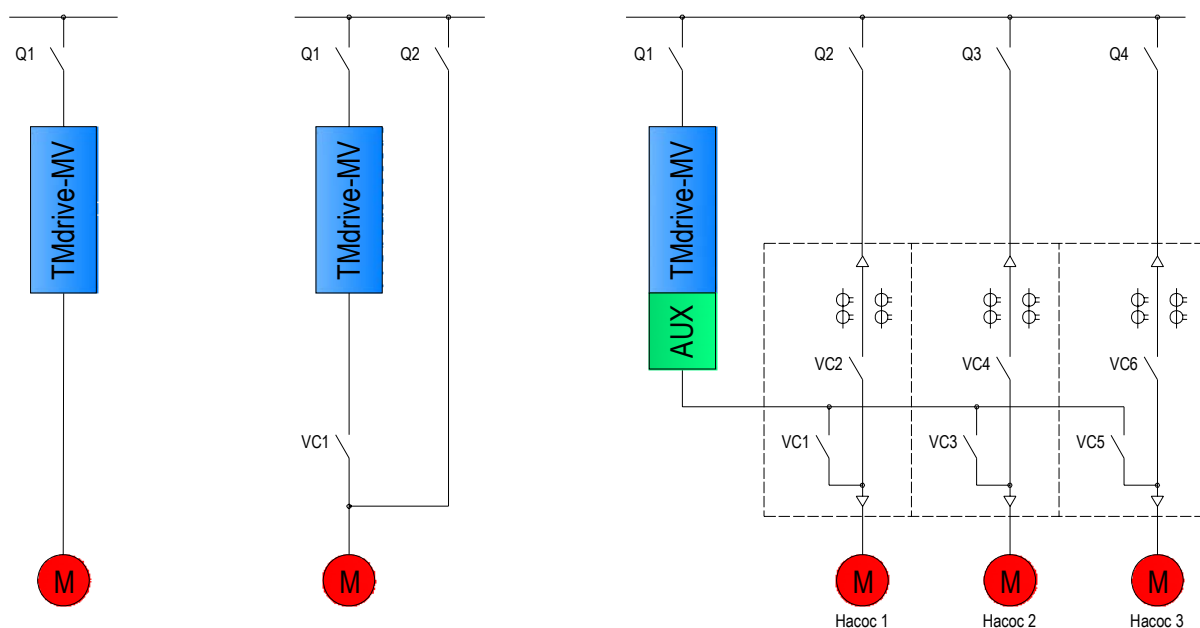
Регулирование расхода с помощью изменения скорости вращения

## Силовая схема TMdrive-MV

Силовая схема TMdrive-MV состоит из входного трансформатора специальной конструкции и ячеек инверторов (однофазных ШИМ инверторов). Инвертор TMdrive-MV с выходом 3,3кВ содержит по три последовательно соединенные ячейки в каждой фазе, а с выходом 6,6кВ – по 6 ячеек в каждой фазе. Аналогично устроены и инверторы на напряжение до 11кВ.



### Варианты конфигурации системы для инвертора TMdrive-MV (условно)



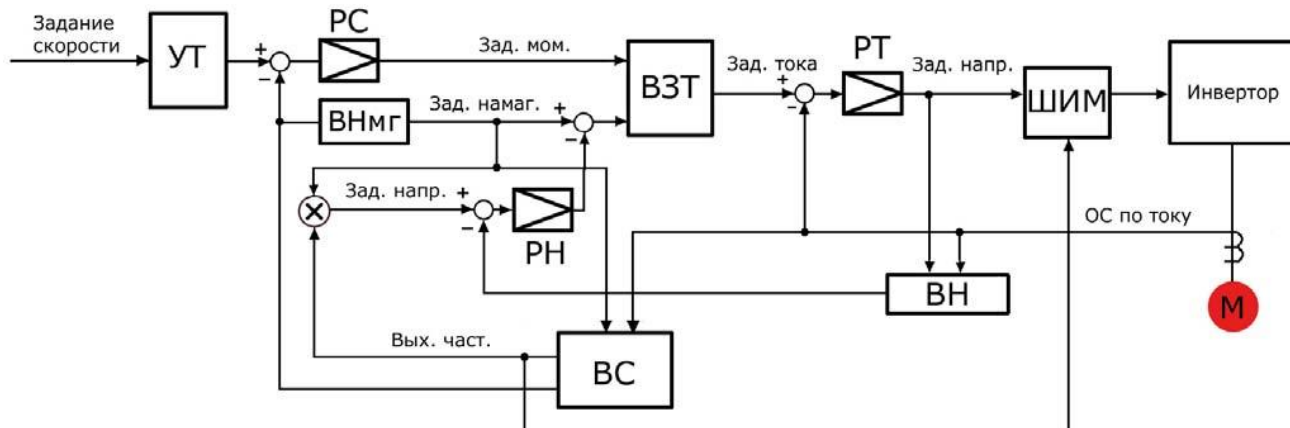
1) Двигатель управляется только от инвертора TMdrive-MV.

2) Двигатель нормально управляется от инвертора TMdrive-MV, но также может быть подключен и к промышленной сети. Такая схема применяется в случаях, когда необходимо предусмотреть резервный источник питания для двигателя или возможна длительная работа двигателя на постоянной скорости.

3) Каскадное управление многодвигательными системами. Специальная система синхронизированного байпаса позволяет плавно запускать и безударно переводить любой двигатель из группы с инвертора на работу от сети и обратно. Выбор двигателя и режима его работы (пуск от инвертора или от сети, работа с переменной скоростью или безударный байпас на сеть) осуществляется в произвольном порядке сигналами от внешней АСУ.

## Функциональная схема системы управления

Бессенсорное векторное управление обеспечивает стабильное управление скоростью. Высокая надежность управления достигается за счет применения специально разработанного компанией TOSHIBA 32-битного микропроцессора (модель PP7) для применения в силовой электронике.



**УТ** – блок ускорения-торможения  
**РС** – регулятор скорости  
**ВНМг** – блок вычисления намагничивания  
**РН** – регулятор напряжения  
**ВС** – блок вычисления скорости

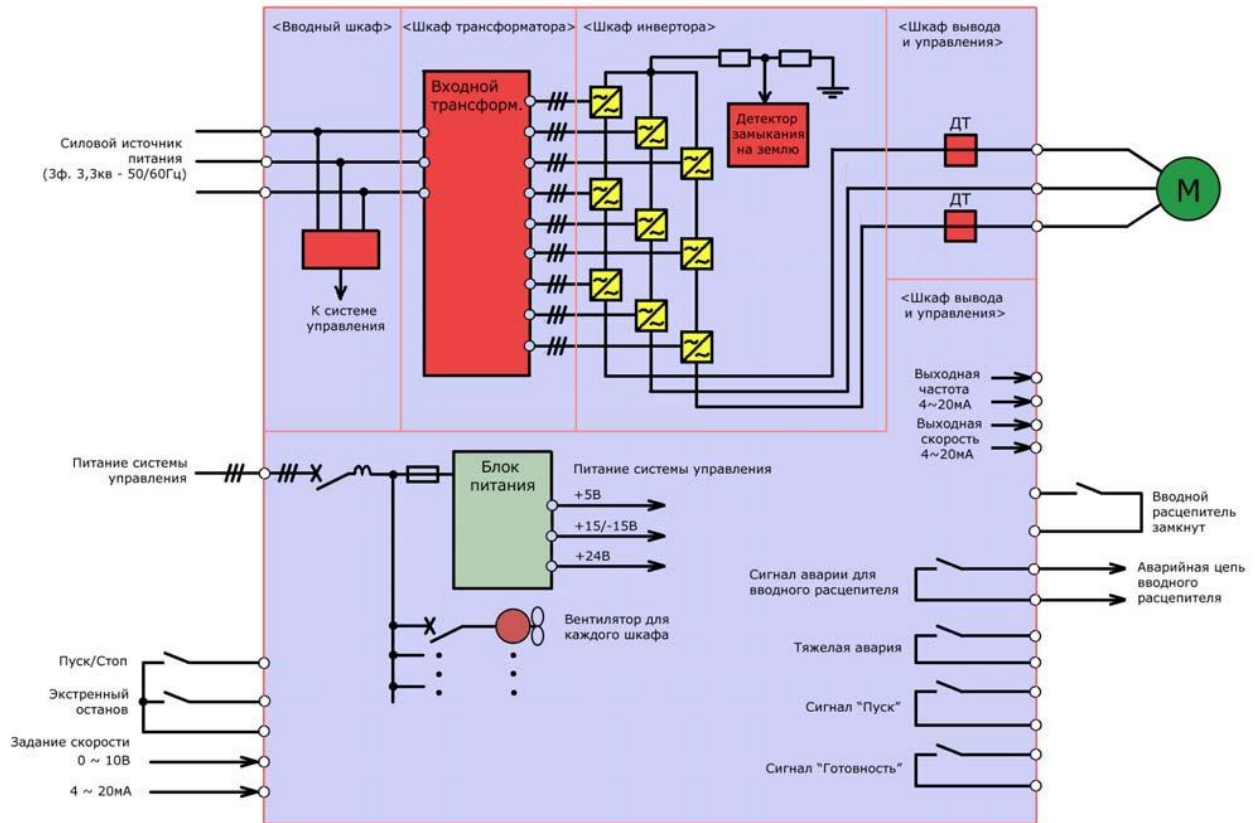
**ВЗТ** – блок вычисления задания тока  
**РТ** – регулятор тока  
**ВН** – блок вычисления напряжения  
**ШИМ** – широтно-импульсный модулятор

### Опционально

Для систем, где требуется повышенный стартовый момент или управление скоростью с высокой точностью, может применяться векторное управление с обратной связью по скорости.

Допускается также и обычное V/f управление с разомкнутым контуром обратной связи по скорости.

## Стандартное подключение



## Стандартный интерфейс

Подключение к TMdrive-MV		
Силовой источник питания	Питание силовой части	
Источник питания системы управления	Питание системы управления	~380В-3ф-50Гц
Выходные сигналы TMdrive-MV		
Сигнал Старт/Стоп	Замкнут: Старт и разомкнут: Стоп	«Сухой» контакт, =24В-12мА
Сигнал аварийного останова	Разомкнут: Аварийный останов	«Сухой» контакт, =24В-12мА
Состояние входного выключателя	Замкнут: Выключатель включен	«Сухой» контакт, =24В-12мА
Состояние выходного контактора (если имеется)	Замкнут: Контактор замкнут	«Сухой» контакт, =24В-12мА
Сигнал задания скорости	0-10В или 4-20мА	Входной импеданс 1 МОм
		Входной импеданс 10 Ом
Выходные сигналы TMdrive-MV		
Сигнал готовности инвертора	Замкнут: Инвертор готов	«Сухой» контакт Макс. нагрузочная способность: ~ 220В - 0,8А = 110В - 0,2А = 24В - 1,5А
Сигнал работы	Замкнут: Привод в работе	
Сигнал аварии	Замкнут: Авария инвертора	
Сигнал аварии для входного расцепителя	Замкнут: аварийное отключение	
Выходной ток	4-20мА	Импеданс нагрузки <500 Ом
Скорость двигателя	4-20мА	Импеданс нагрузки <500 Ом

### Опционально

ProfiBus-DP, ModbusPlus, DeviceNet, TOSLINE-S20.

## Управление и обслуживание с панели управления

На панели управления, оснащенной жидкокристаллическим дисплеем (8 строк × 40 символов), отображаются текущие условия работы инвертора, с ее помощью осуществляется настройка параметров и диагностика аварийных режимов.



### Функции панели управления:

#### • Дисплей

- Отображение условий работы: выходное напряжение, выходной ток и выходная частота.
- Отображение условий старта.
- Отображение условий аварии: условия аварий отображаются последовательно. При аварии ячейки инвертора отображается также номер неисправной ячейки.

#### • Настройка и управление

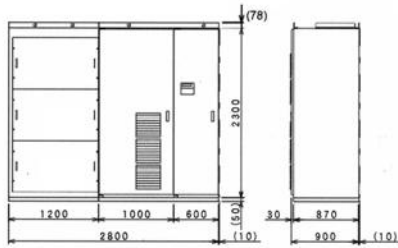
- Настройка параметров и сохранение изменений
- Управление пуском и остановом двигателя
- Изменение скорости и направления вращения двигателя
- На панели управления также имеются кнопки блокировки и сброса аварий
- Разъем Ethernet для подключения к ПК
- Контрольные аналоговые сигналы
- Блокировка запуска инвертора

#### • Сервисные инструменты (опционально)

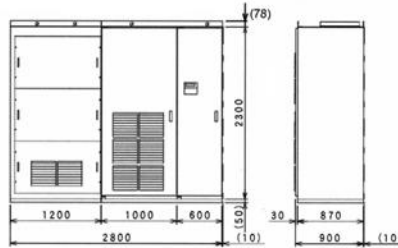
Для упрощения настройки, архивирования и восстановления параметров, слежения за работой TМdrive-MV и фиксации аварийных сообщений можно использовать персональный компьютер (опционально) с сервисным программным обеспечением под операционной системой Windows® 2000 или Windows® XP.

# Габаритные размеры TMdrive-MV

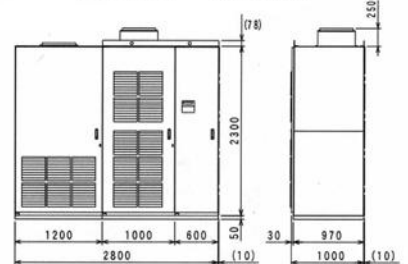
● 3,3кВ - 200 ~ 400кВА



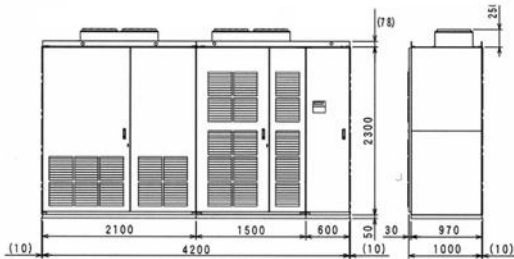
● 3,3кВ - 500 ~ 700кВА



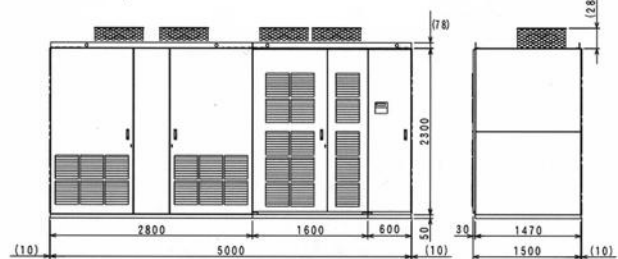
● 3,3кВ - 900кВА



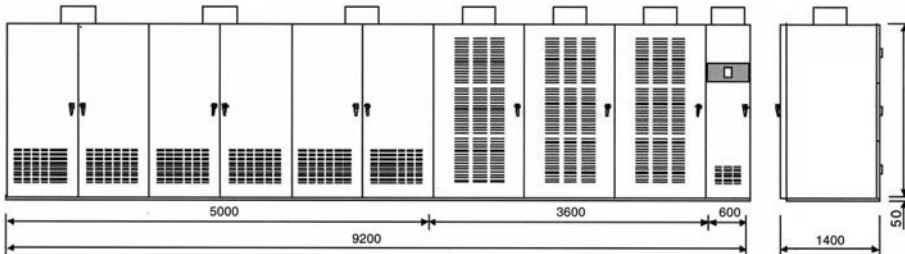
● 3,3кВ - 1200 ~ 1800кВА



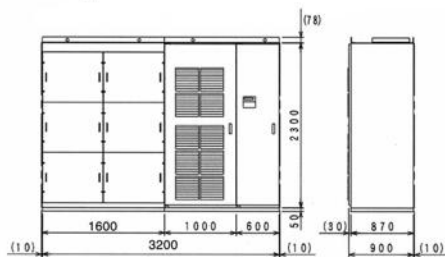
● 3,3кВ - 2400 ~ 3000кВА



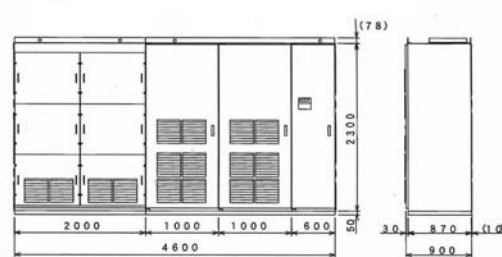
● 3,3кВ - 4200кВА



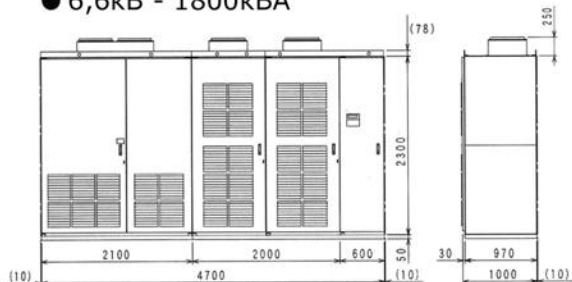
● 6,6кВ - 400 ~ 800кВА



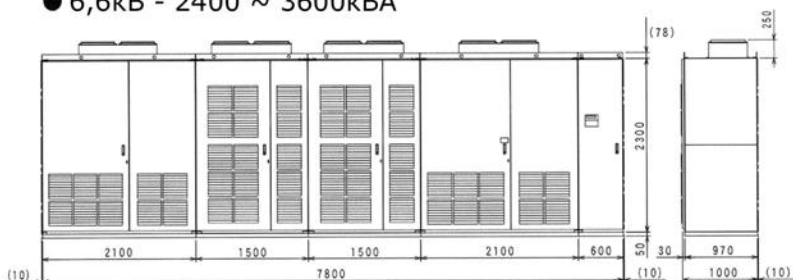
● 6,6кВ - 1000 ~ 1400кВА



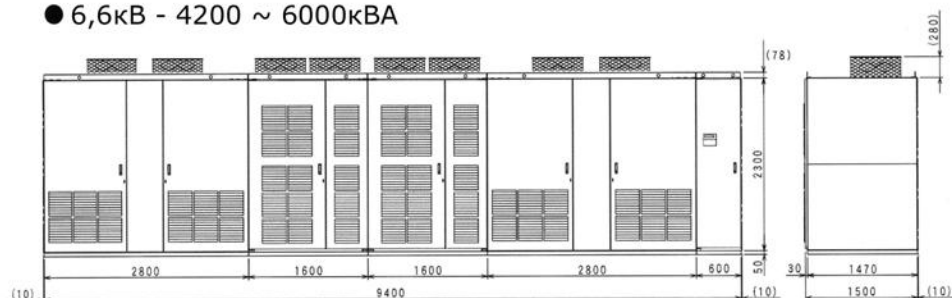
● 6,6кВ - 1800кВА



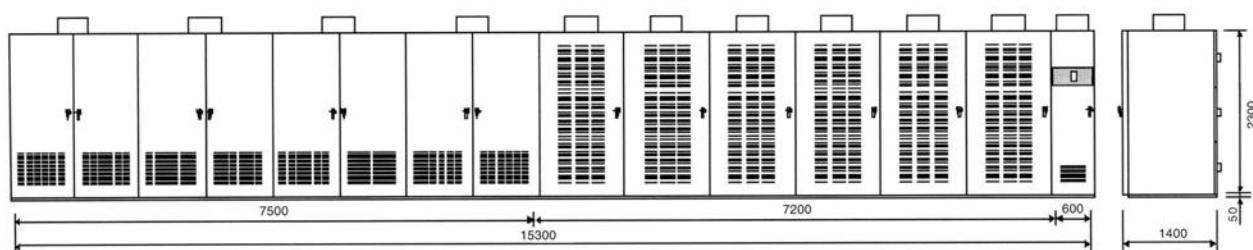
● 6,6кВ - 2400 ~ 3600кВА



● 6,6кВ - 4200 ~ 6000кВА



● 6,6кВ - 8500кВА



	Прим. вес (кг)	Габариты при двухрядной компоновке «спина-к-спине»	
		Ширина (мм)	Глубина (мм)
3,3кВ - 200 - 400кВА	3000	2200	1805
3,3кВ - 500, 700кВА	3600	2200	1805
3,3кВ - 900кВА	4100	2200	2005
3,3кВ - 1200 - 1800кВА	7000	2700	2005
3,3кВ - 2400, 3000кВА	9400	3400	3005
3,3кВ - 4200кВА	17000	-	-
6,6кВ - 400 - 800кВА	4200	2200	1805
6,6кВ - 1000, 1400кВА	5800	3200	1805
6,6кВ - 1800кВА	6300	3200	2005
6,6кВ - 2400 - 3600кВА	11400	4800	2005
6,6кВ - 4200 - 6000кВА	19900	5600	3005
6,6кВ - 8500кВА	32000	-	-

\* Габариты инверторов на номинальное напряжение до 11кВ оговариваются по запросу.

# Спецификация TМdrive-MV

Класс напряжения		3300/3000В																	
3,3кВ Выходная мощность (кВА)		200	300	400	500	700	900	1000	1200	1500	1800	2000	2400	3000	3400	4200			
3,0кВ Выходная мощность (кВА)		180	270	360	450	630	810	900	1090	1360	1630	1810	2180	2720	3090	3810			
Ном. выходной ток (А)		35	53	70	88	123	158	175	210	263	315	350	420	525	595	735			
Мощность двигателя (кВт) (*1)		160	250	315	400	560	750	800	1000	1250	1400	1600	2000	2500	2800	3550			
Класс напряжения		6600/6000В																	
6,6кВ Выходная мощность (кВА)		400	600	800	1000	1400	1800	2000	2400	3000	3600	4000	4200	4800	5400	6000	6800	8500	
6,0кВ Выходная мощность (кВА)		360	540	720	900	1270	1630	1810	2180	2720	3270	3630	3810	4360	4900	5450	6180	7720	
Ном. выходной ток (А)		35	53	70	88	123	158	175	210	263	315	350	368	420	473	525	595	744	
Мощность двигателя (кВт) (*2)		315	400	650	850	1120	1400	1600	2000	2500	2800	3150	3550	4000	4500	5000	5600	7100	
Выходная частота (Гц)		50 или 60 Гц (максимальная частота 120Гц)																	
Перегрузочная способность		125% - 60сек.																	
Ввод	Силовая часть	3 фазы 3000/3300В-50/60Гц или 3 фазы 6000/6600В-50/60Гц																	
	Система управления	3 фазы 380В-50Гц																	
	Отклонение	Напряжение: ± 10% , частота: ± 5%																	
Кoeffициент мощности		Около 95% или более при работе на номинальной скорости																	
Управление	Метод управления	Бессенсорное векторное управление + многоуровневая ШИМ (широтно-импульсная модуляция) Опционально: векторное управление с датчиком скорости (резольвер, энкодер)																	
	Точность частоты	±0,5% максимальной выходной частоты (аналоговый вход)																	
	Характеристика нагрузки	Переменный (квадратичный) момент, постоянный момент																	
	Время ускорения/торможения	0,1 ~ 3270сек. (зависит от момента инерции (GD2) механизма)																	
	Основные функции управления	Автоматическое снижение нагрузки при перегрузке, функция подхвата двигателя (свободно вращающийся двигатель может быть плавно перезапущен), управление в режиме регенерации, безостановочная работа при потере сигнала задания, несколько настроек темпов ускорения/торможения. Опционально: Автоматический перезапуск при исчезновении питания от 0,3 до 6 секунд, система синхронизированного байпаса двигателя.																	
	Основные функции защиты	Ограничение тока, перегрузка, перегрузка по току, перенапряжение, низкое напряжение, замыкание на «землю», ошибка ЦПУ, отказ вентилятора охлаждения и др.																	
	Передача данных	Протоколы DeviceNet, ProfiBus-DP, ModBusPlus, TOSLINE-S20																	
Панель управления	Дисплей	ЖКИ дисплей (40 знаков-8 строк), 3 светодиодных индикатора («Готовность», «Пуск», «Авария»)																	
	Клавиатура	24-х кнопочная, включает кнопки навигации по меню, кнопки управления, в том числе, кнопки «Пуск», «Стоп», «Сброс аварии» и «Блокировка» (Экстренный останов)																	
Входной трансформатор		Специальный для TМdrive-MV, сухого типа, класс нагревостойкости изоляции Н, диапазон ответвлений первичной обмотки ±5%																	
Конструкция	Степень защиты	IP20 (IEC-529)																	
	Конструкция щитов	Свободно стоящая, фронтального обслуживания Опционально: Раздельная установка входного трансформатора и конфигурация шкафов «спина к спине»																	
	Охлаждение	Воздушное охлаждение																	
	Цвет щитов	Munsell 5Y7/1 (окраска в другие цвета опционально)																	
Условия эксплуатации	Температура среды	0~40° С																	
	Влажность	Макс. 85% (Без конденсации)																	
	Высота	Не более 1000 м над уровнем моря																	
	Вибрация	0,5g или менее при частоте 10~50Гц																	
	Установка	Внутри помещения																	
Применение		Вентиляторы, воздуходувки, насосы, компрессоры, экструдеры и т.д.																	
Стандарты		Электрические характеристики: IEC Компоненты и прочее: JIS, JEC, JEM																	

## Примечание:

(\*1) Примерно для стандартного 4-х полюсного асинхронного двигателя при номинальном напряжении 3,3кВ.

(\*2) Примерно для стандартного 4-х полюсного асинхронного двигателя при номинальном напряжении 6,6кВ.

Некоторые характеристики инверторов 3,3кВ – 3400, 4200кВА и 6,6кВ – 6800, 8500кВА отличаются от стандартных.

\*\* Технические характеристики инверторов на номинальное напряжение до 11кВ оговариваются по запросу.

Заполнение опросного листа обязательно для получения подробной информации об этом оборудовании

<b>Наименование и контактные данные предприятия, где будет установлен преобразователь:</b>
ОБЯЗАТЕЛЬНО К ЗАПОЛНЕНИЮ

<b>Наименование предприятия и контактные данные технического исполнителя заказчика:</b>	
ОБЯЗАТЕЛЬНО К ЗАПОЛНЕНИЮ	
ФИО	
Должность	
Тел./Факс	E-mail:

<b>Применение (специфика оборудования или его класс):</b>	
---	--

<b>Тип нагрузки (вентилятор, насос, дымосос, компрессор и т. д.):</b>	
---	--

<b>Характеристика момента нагрузки:</b>		
Момент инерции на валу двигателя		кг*м <sup>2</sup>
Кривая скорость-момент нагрузки		Квадратичная, постоянная, др.
Необходимое время разгона / торможения		сек

<b>Приводной электродвигатель:</b>		
Тип:		
Номинальная мощность		кВт
Номинальное напряжение		В
Номинальная частота		Гц
Номинальный ток		А
Число пар полюсов		
Номинальная скорость вращения		мин <sup>-1</sup>
Год выпуска		
Необходимость замены двигателя на новый		Имеется/Не имеется

<b>Диапазон регулирования скорости двигателя:</b>		мин <sup>-1</sup>
---	--	-------------------

<b>Сигнал управления частотой:</b>		
Аналоговый (0-10В; (0)4-20мА)		4-20мА
Дискретный (фиксированные скорости)		
Сетевой протокол обмена данными		Profibus-DP?

<b>Параметры питающей сети:</b>		
Напряжение		В
Частота		Гц
Количество вводов		
Наличие системы АВР		

<b>Условия эксплуатации:</b>	
Температура воздуха	0 - 40 °С
Отн. влажность воздуха	0 – 85% (Без конденсации влаги)
Высота над уровнем моря	<1000
Система вентиляции помещения	
Агрессивность среды	
<b>Степень защиты оборудования: IP20</b>	<b>Размещение: В помещении</b>

## Дополнительные сведения

<b>Алгоритм работы системы:</b>	
Количество основных агрегатов (двигателей)	
Количество резервных агрегатов (двигателей)	
Количество инверторов	
Необходимость работы двигателя от сети	
<b>Дополнительные требования и режим работы:</b>	

<b>Каскадное управление группой агрегатов одним инвертором (многонасосная станция):</b>	
Синхронный байпас на промышленную сеть	Предусматривать / Не предусматривать
Количество двигателей в группе	
Используемое распределительно-защитное оборудование	
Схемы распредустройства и коммутации двигателей	Просим предоставить
<b>ПРИМЕЧАНИЕ: В данной системе управления используются инвертор TМdrive-MV, оснащенный специальным контроллером синхронизированного байпаса, совместно со специальной системой коммутации двигателей на базе высоковольтных контакторов TOSHIBA.</b>	

Расположение вводов силовых кабелей:	Предусмотреть ввод СНИЗУ или СВЕРХУ
Расположение вводов и кабелей управления:	Предусмотреть ввод СНИЗУ или СВЕРХУ

<b>Ограничения по свободному пространству, подъемному оборудованию:</b>

<b>Дополнительные условия:</b>

### Примечание:

Полный опросный лист в электронном виде доступен по запросу или загружен с сайта [www.regr-is.ru](http://www.regr-is.ru).