

Инверторное управление холодильным агрегатом на основе технологии MPS

Основные сведения

1. MPS управление



MPS технология (Multi Power System) разработана и применяется для снижения энергозатрат и экономии моторесурса при работе как для кондиционерного так и для холодильного оборудования.

В составе такой системы обычно два или более компрессоров с постоянной скоростью.



Иллюстрация работы такой системы приведена на графике.

Предположим, что тепловая нагрузка возросла до 30%.

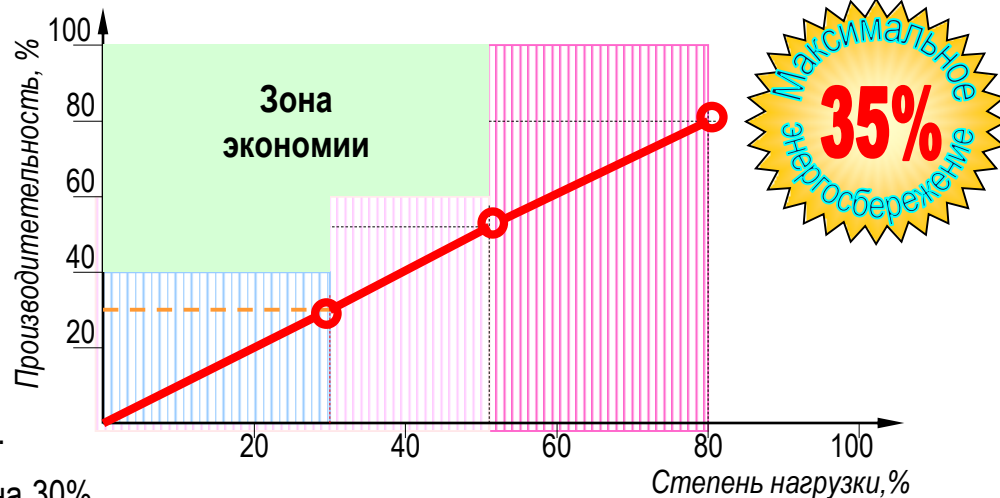
Это должно вызвать увеличение производительности на 30%

На самом деле включается компрессор с производительностью 40%

Предположим теперь, что тепловая нагрузка возросла до 50%. **Компрессор с производительностью 40% - выключается.**

И включается компрессор с производительностью 60%.

Дальнейшее увеличение нагрузки, например, до 80%, заставит включиться оба компрессора и достичь производительности 100%.



Таким образом, мы видим, как при неполной тепловой нагрузке происходит экономия энергозатрат и моторесурса компрессорного оборудования.

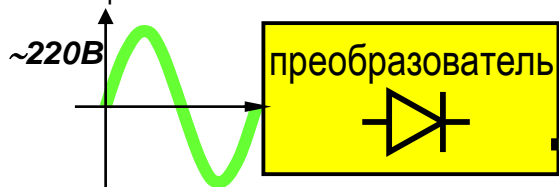
2. Принцип инверторного управления

2.1 Инвертором* - называют устройство преобразования питающего напряжения сети 220 В, 50 Гц или 380 В, 50Гц в напряжение переменной частоты для питания электродвигателя компрессора, вентилятора и т.д.

*) **inverter** (англ.)= преобразователь

Выглядит это следующим образом:

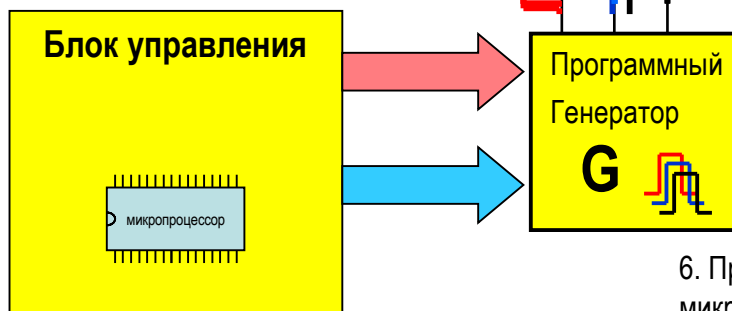
1. В начале питающее напряжение поступает на преобразователь, где из переменного получается постоянное напряжение = 400 В



2. Это напряжения используется для питания усилителя мощности.

4. Напряжение с выхода усилителя мощности подается на двигатель компрессора или вентилятора

3. Одновременно на усилитель мощности поступает трехфазная последовательность импульсов с программного генератора



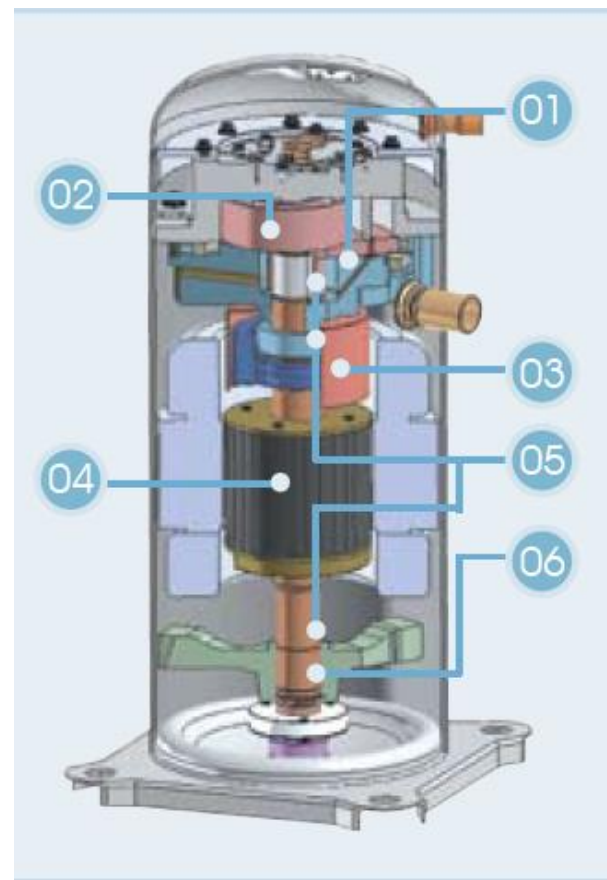
5. При увеличении тепловой нагрузки микропроцессор, управляющий генератором, увеличивает частоту вращения двигателя компрессора или вентилятора

6. При снижении тепловой нагрузки микропроцессор, управляющий генератором, понижает частоту вращения двигателя компрессора или вентилятора

2. Устройство компрессора с инверторным управлением

2.2 Некоторые особенности внутреннего устройства инверторного компрессора

- ① *Оптимизированная модель спирали*
- ② *Механизм впрыскивания масла*
 - высокая надежность при работе на малых оборотах
 - высокая эффективность при работе с частичной нагрузкой
- ③ *Понижение выброса масла*
 - высокая надежность при работе на высоких оборотах
 - улучшение циркуляции масла
- ④ *Мотор инвертора постоянного тока*
 - Высокая эффективность, низкие шумы
- ⑤ *Подшипник с тефлоновым покрытием*
- ⑥ *Высокопроизводительный масляный насос*



2. Устройство компрессора с инверторным управлением

2.3 Устройство электродвигателя компрессора



BLDC двигатель

Спиральный компрессор постоянного тока

- широкий частотный диапазон
- широкий диапазон производительности
- лучшее управление при низкой или частичной нагрузке
- высокая эффективность и низкие вибрации
- Увеличенное время работоспособности компрессора
- сниженное энергопотребление
- плавное начало работы
- использование мотора типа BLDC

- **BLDC motor** отличается от мотора переменного тока как формой, так и материалами. С.О.Р. Изменяется в зависимости от рабочей частоты мотора постоянного тока.
- С.О.Р. У мотора BLDC намного больше чем у мотора переменного тока, Специальное внимание было уделено улучшению эффективности на низкой рабочей частоте.

2. Принцип инверторного управления компрессором

2.4 Работа электродвигателя

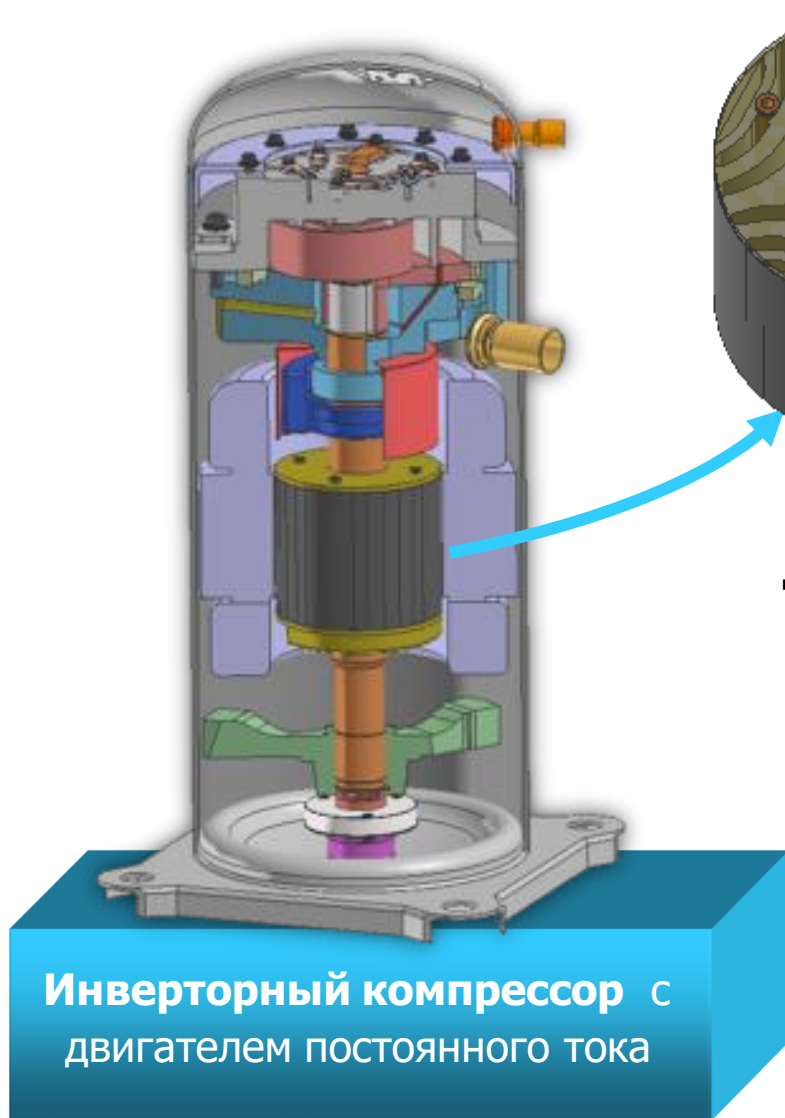
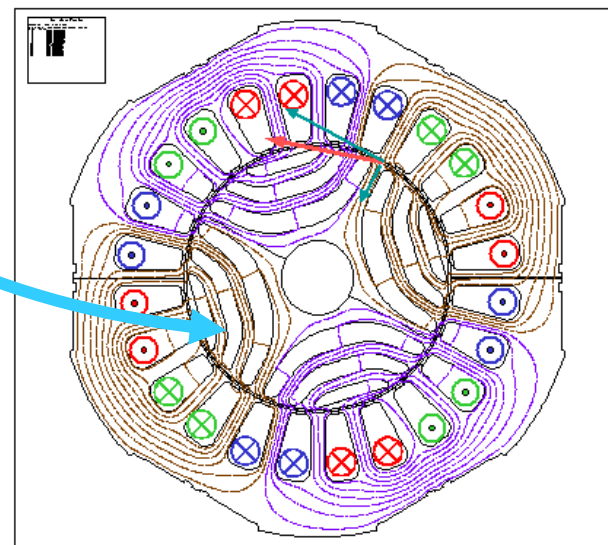
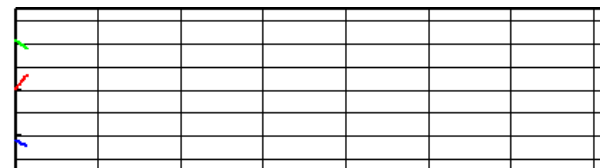
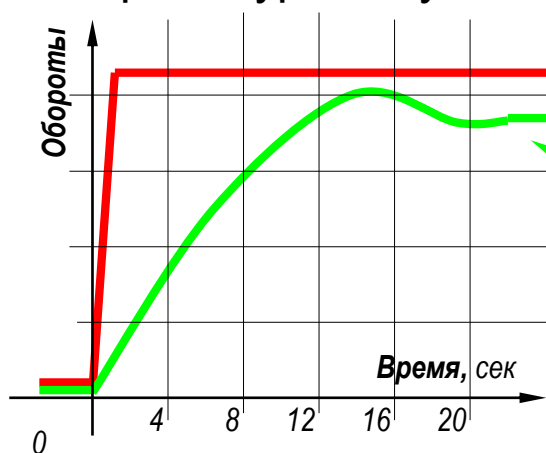


График рабочего цикла



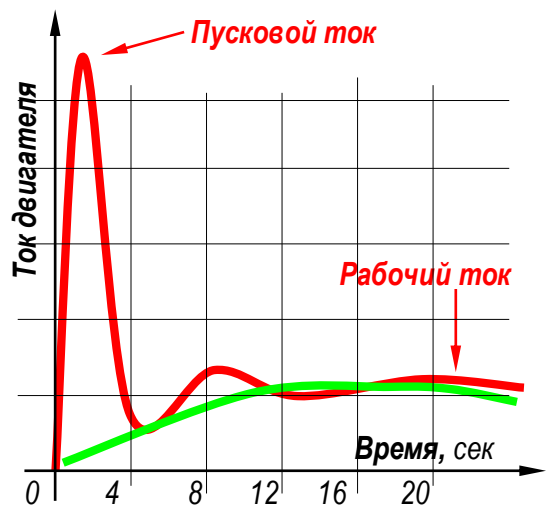
2. Принцип инверторного управления компрессором

2.5 Процедура запуска двигателя



Двигатель с постоянной скоростью набирает обороты за очень короткий промежуток времени и затем работает с постоянной частотой вращения до выключения.

Двигатель с инверторным управлением плавно набирает обороты за более длительный промежуток времени и затем изменяет частоту вращения поддерживая необходимую производительность для поддержания установленной температуры



Для достижения максимальных оборотов за короткий промежуток времени приходится «платить» большим пусковым током. Пусковой ток в таком двигателе может достигать величины в 5-6 раз превышающей рабочий ток. Обмотка двигателя, как и его движущиеся части испытывают в этот момент колоссальные перегрузки.

Обратите внимание, что при этом броска пускового тока вообще нет. Ток двигателя изменяется пропорционально оборотам! Нет перегрузок! Жизнь двигателя протекает плавно, и даже повышение оборотов не сопровождается экстремальными перегрузками.

2. Принцип инверторного управления компрессором

2.6 Процесс управления компрессором рассмотрим при работе кондиционера

В обычной системе кондиционирования при регулировании температуры кондиционер включает компрессор, который работает до тех пор, пока температура в помещении не опустится на $2^{\circ}\dots3^{\circ}$ ниже установленной и только затем выключит его.

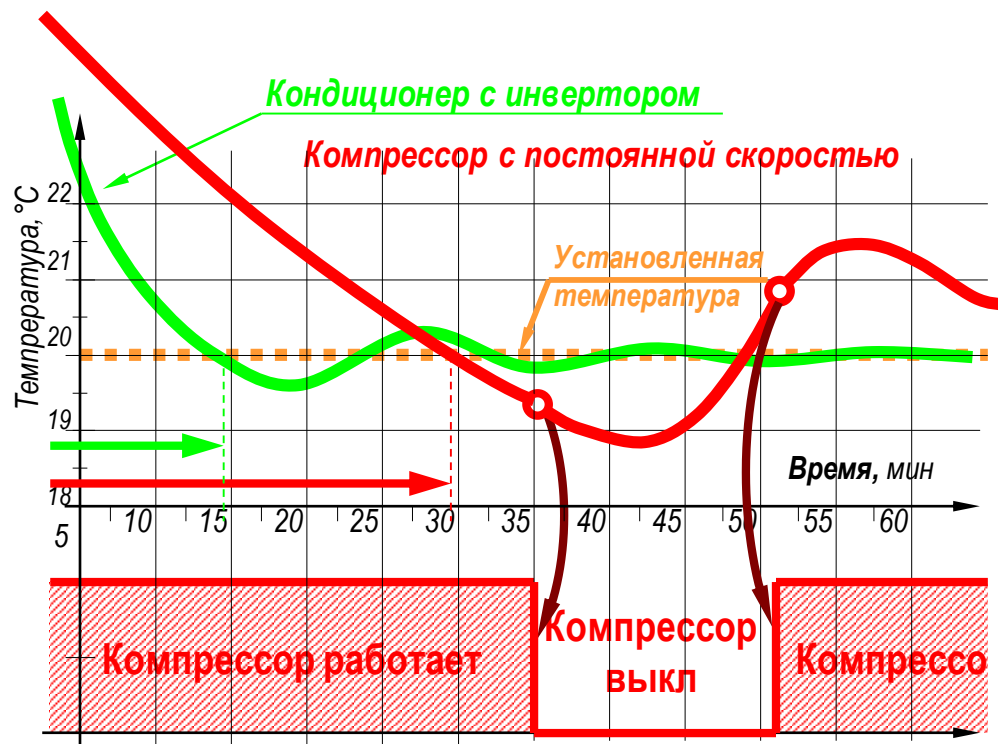
Затем, кондиционер «ждет» пока температура в помещении не повысится на $2^{\circ}\dots3^{\circ}$.

Обнаружив такую температуру, кондиционер снова включает компрессор, который работает до тех пор, пока она не опустится на $2^{\circ}\dots3^{\circ}$ ниже установленной. Эта процедура циклически повторяется, поддерживая установленную температуру в помещении.

Кондиционер с инверторным управлением, благодаря наличию дополнительного ресурса быстро и плавно достигает установленной температуры.

Обратите внимание, на то, что кондиционер с инверторным управлением достигает заданной температуры почти в 2 раза быстрее (соответственно расходуя в 2 раза меньше энергии) и поддерживает ее более точно, чем кондиционер с обычным компрессором

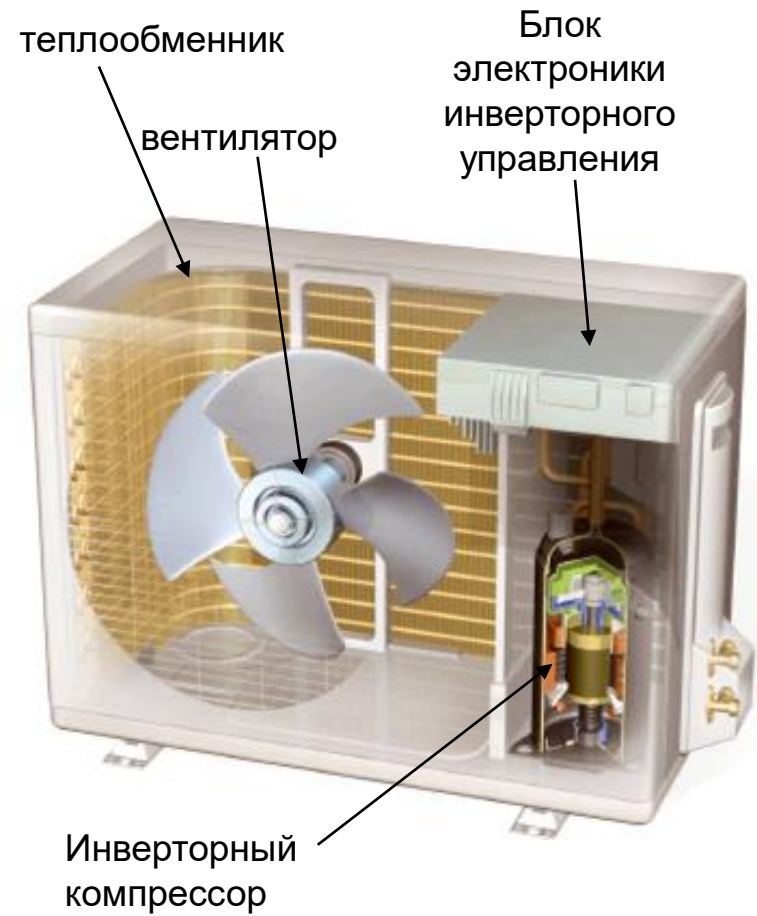
При использовании этой технологии в промышленном холоде мы получим практически те же показатели затрат электроэнергии что и в кондиционировании.



2. Устройство компрессора с инверторным управлением





2.7 Наружный блок инверторного кондиционера

- Устройство наружного блока инвертора несколько отличается от аналогичного блока с постоянным компрессором наличием блока электроники инверторного управления.
- В этом блоке формируется напряжение питания компрессора, частота которого определяется как информацией, поступающей от внутреннего блока, так и информацией поступающей от датчиков температуры, давления, напряжения, тока и других в наружном блоке



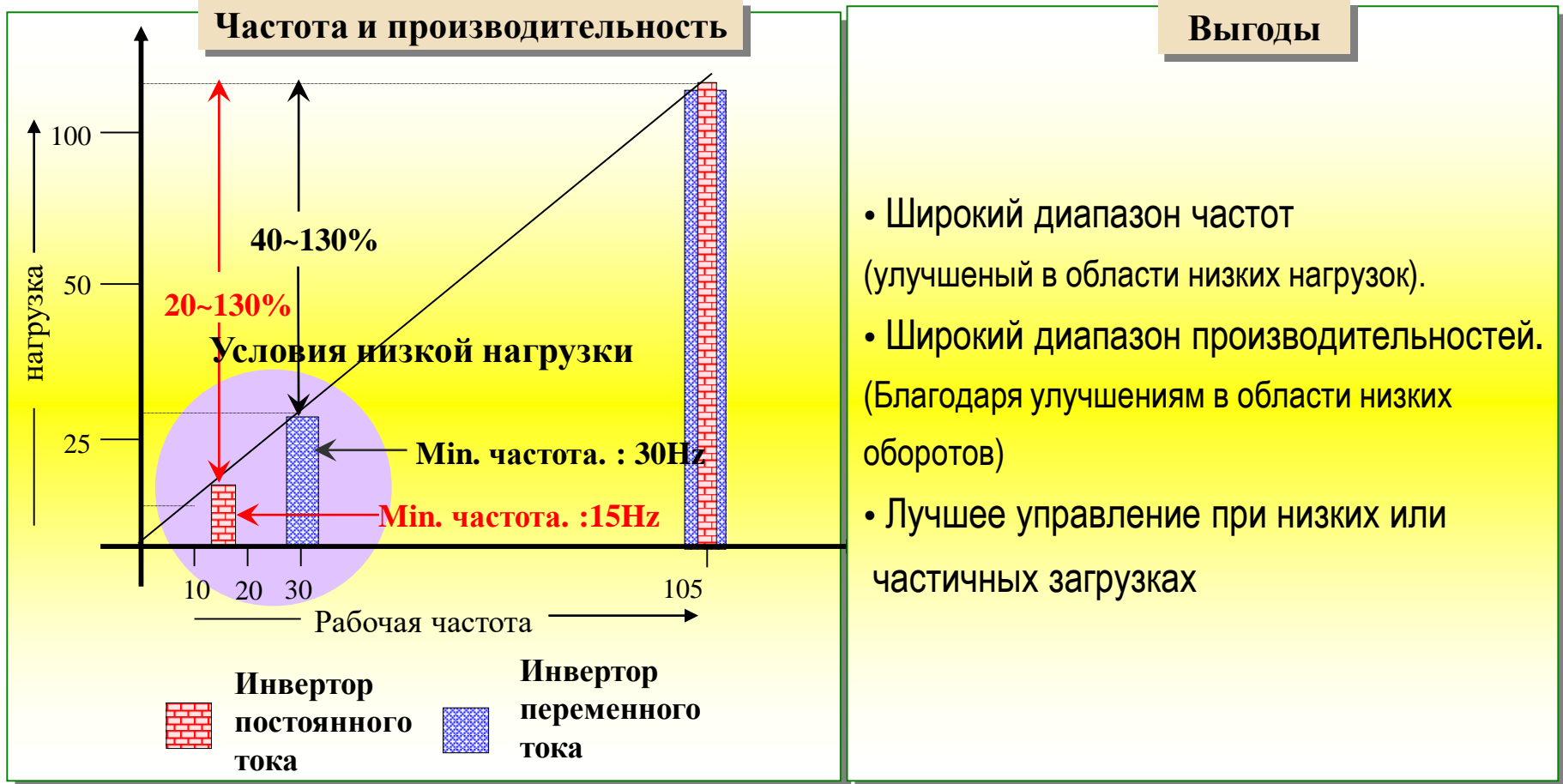
2. Устройство компрессора с инверторным управлением

2.8 Сравнение особенностей компрессоров с двигателями переменного (AC) и постоянного (DC) тока

наименование	AC инвертор	DC инвертор
EER	Высокий по сравнению с постоянным	Высокий сравнительно с AC инвертор и очень высокий сравнительно с постоянным.
Шум	Низкий	Очень низкий
С.О.Р.	Высокий по сравнению с не инверторным	Высокий по сравнению с AC инвертором
Изменение производительн.	40~110%	20~130%
Вибрации	Меньше по сравнению с постоянным	Меньше по сравнению с AC инвертором
колебания темп. помещения	низкие	Очень низкие
Тип мотора	Индукционный мотор перем. тока	BLDC мотор
Конструкция мотора	 <p>Литая сталь</p> <p>статор ротор</p>	 <p>Постоянный электромагнит</p> <p>Статор ротор</p>
Ротор	Алюминиевая короткозамкнутая обмотка	 Ферритовый магнит  неодиумный магнит
размер	Большой чем не инвертор (обычный)	Меньше, чем AC инвертор

2. Устройство компрессора с инверторным управлением

2.9 Сравнение достоинств кондиционеров с инвертором постоянного и переменного токов



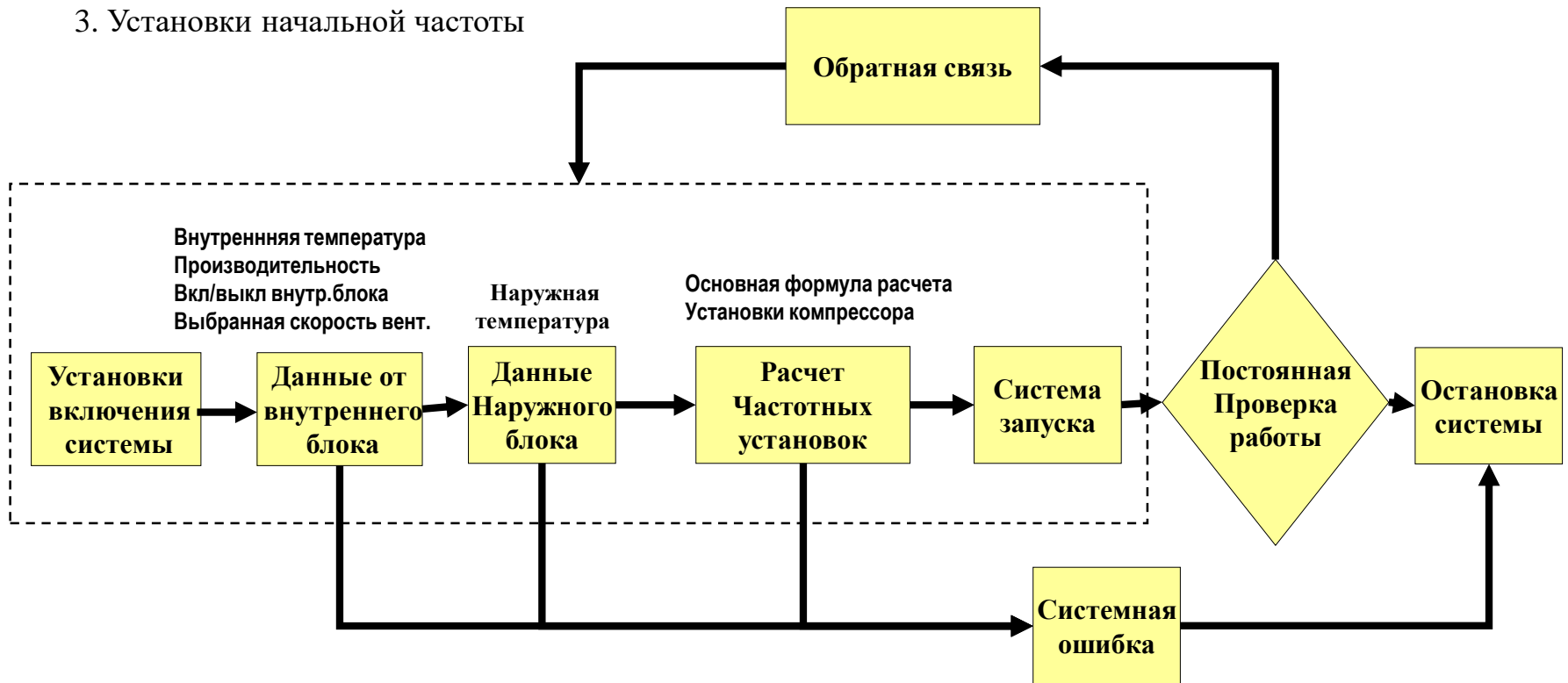
3. Логика управления инверторного компрессора

Управление частотой

Частота, которая соответствует тепловой нагрузке в комнате будет определяться согласно разнице температуры в камере и заданной температурой на пульте управления.

Среди различных факторов, определяющих частоту:

1. Величина производительности внутреннего блока .
2. Фактор температурной компенсации
3. Установки начальной частоты



3. Логика управления инверторного компрессора

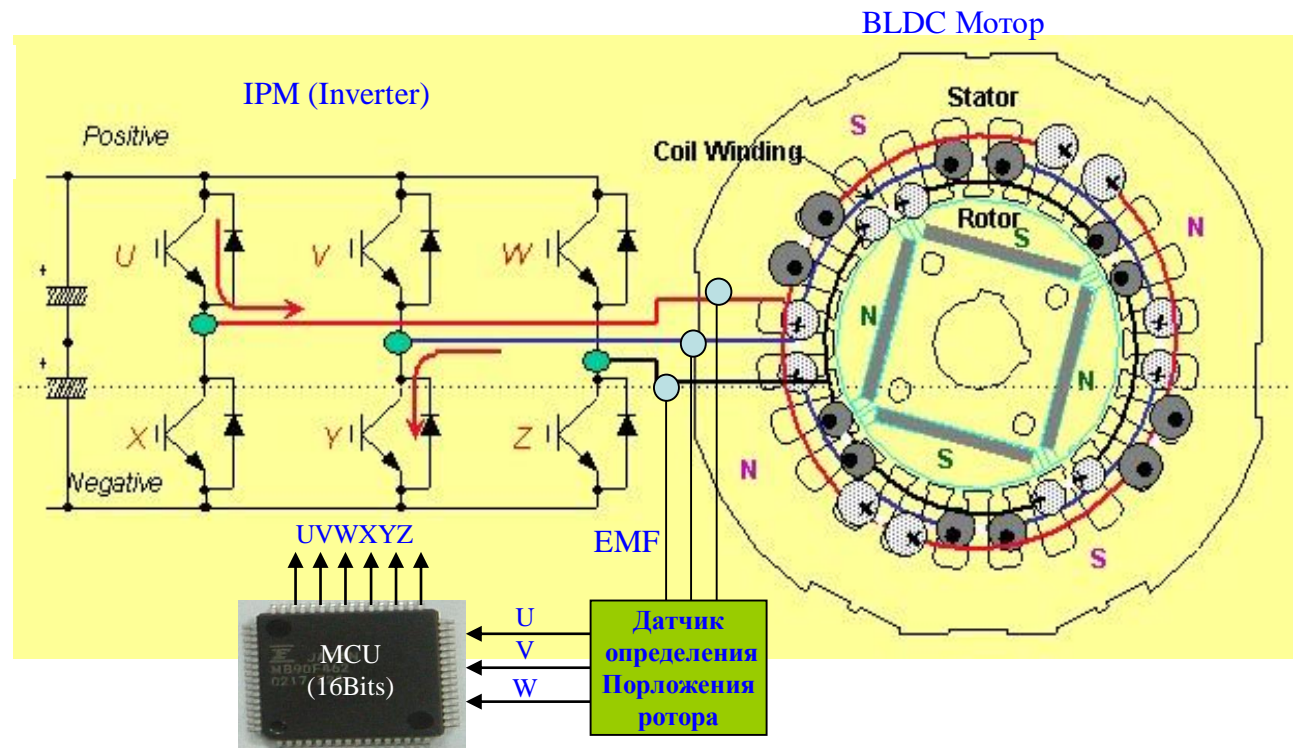
1.2 Базовый принцип

Базовый принцип состоит в управлении оборотами мотора изменением рабочей частоты входного тока. Трехфазное напряжение подается на двигатель, а время, каждого импульса контролируется ИРМ (компьютерным силовым модулем).

Переключение скорости этого модуля определяет изменение частоты входного тока двигателя.

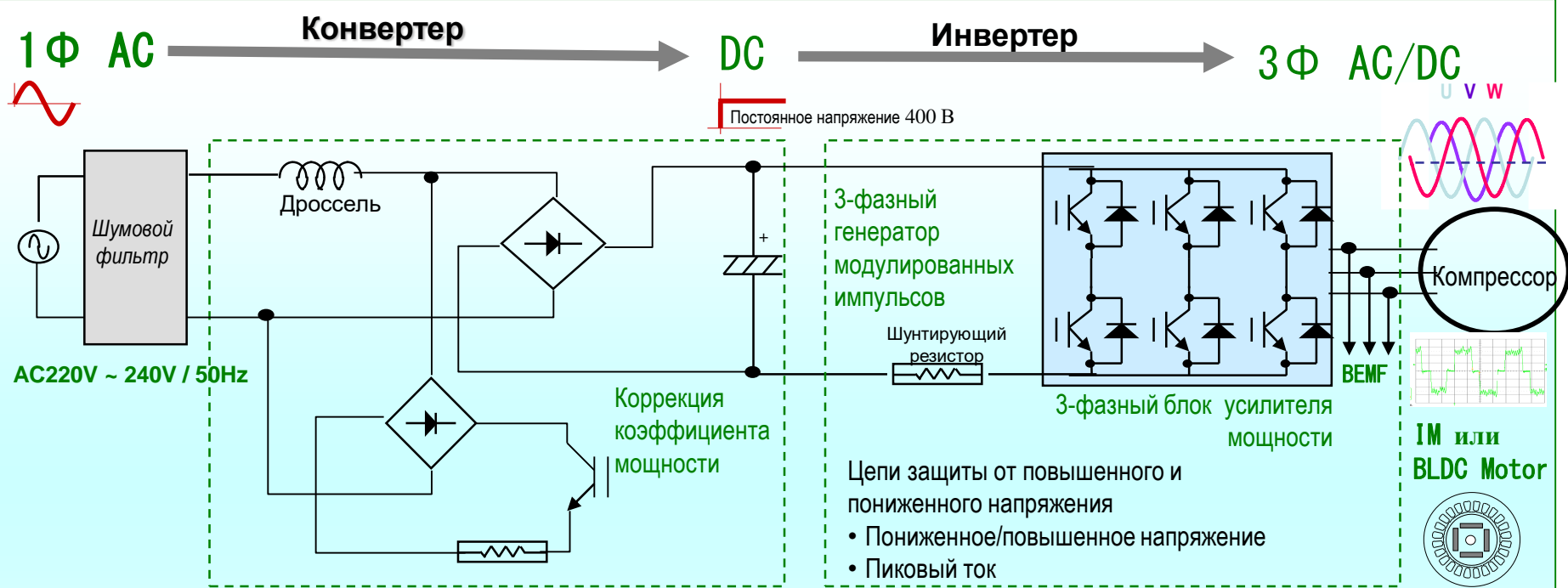
$$\text{RPM} = \frac{120 f}{P}$$

RPM → оборотов/мин
f → Частота
P → Число полюсов

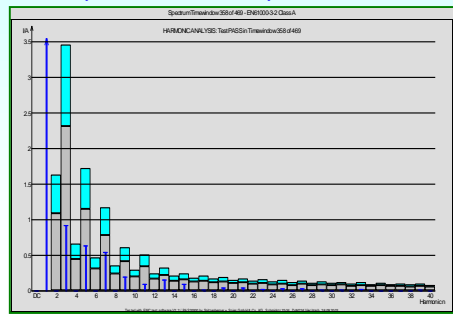


3.2 Подробности внутреннего устройства

DC / AC Инвертер



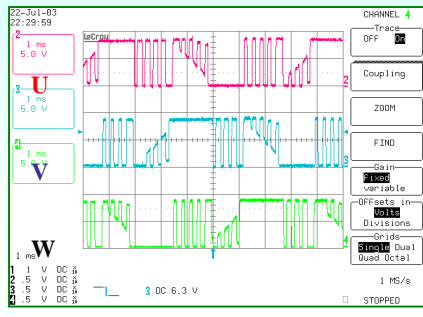
◆ Гармоники и вибрации (IEC 6002.3.2)



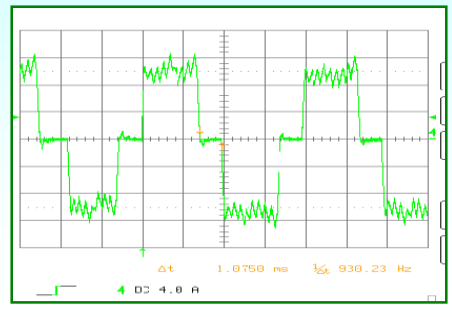
◆ Форма сигналов ($K_m = 98\% \uparrow$)



◆ Сигнал обратной связи (BEMF)



◆ Форма фазового тока



3.3. Подробности управления

Управление с обратной связью

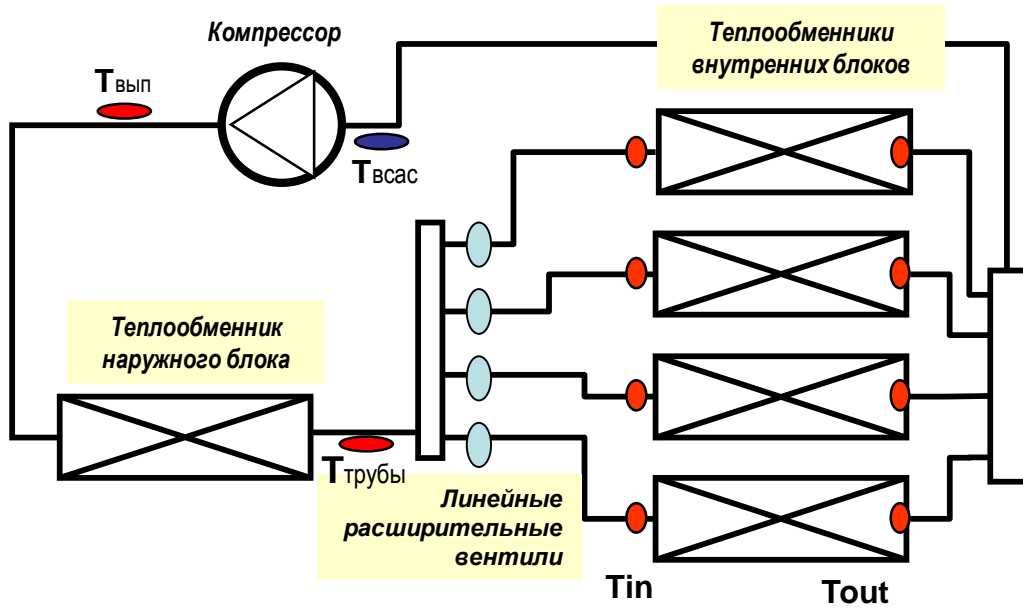
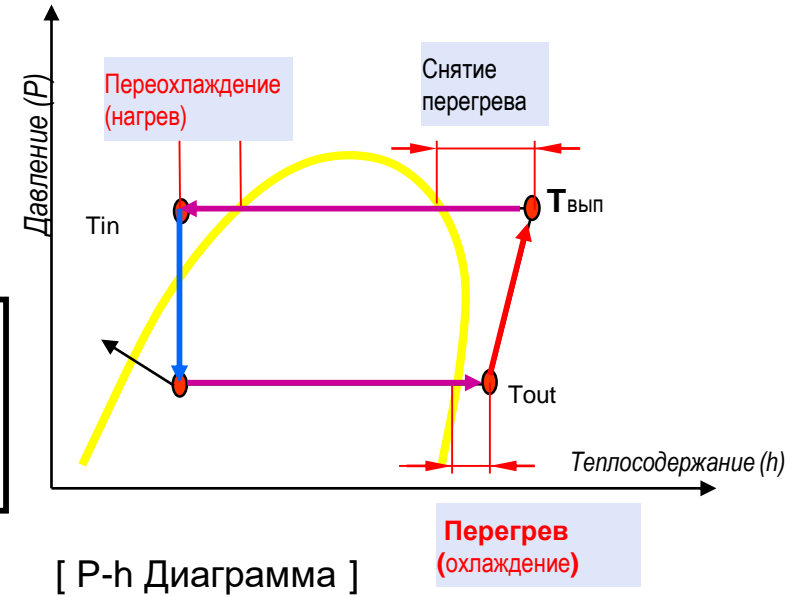


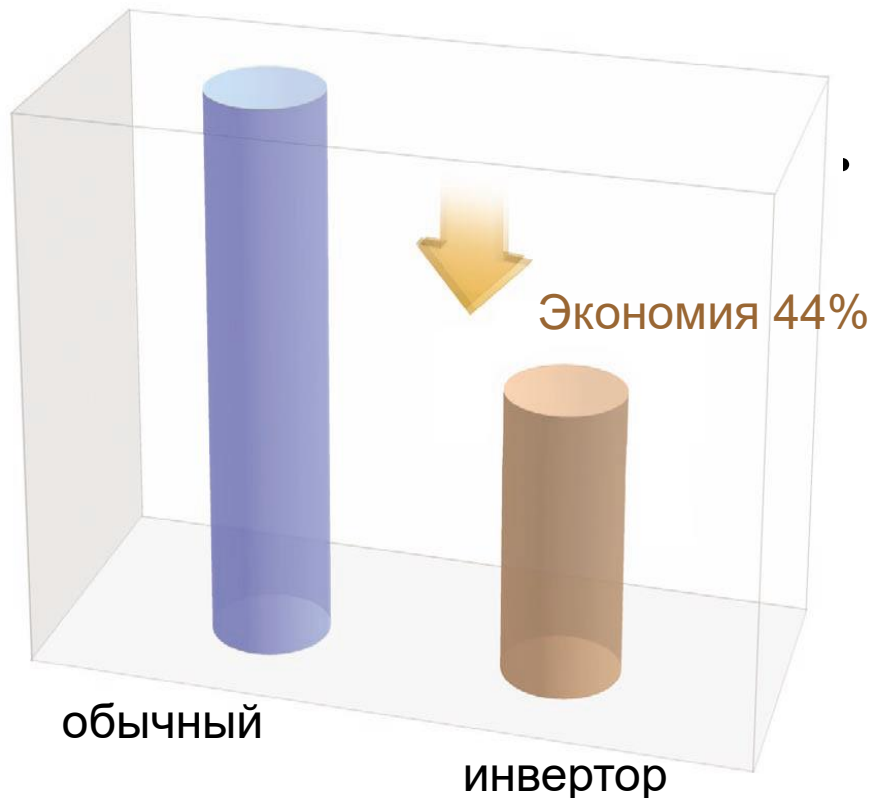
Диаграмма Цикла



	Режим охлаждения	Режим нагрева
T_{от}	Температура на выходе испарителя	Температура на входе конденсатора
T_{ин}	Температура на входе испарителя	Температура на выходе конденсатора
T_{трубы}	Температура на входе испарителя	Температура на входе испарителя
T_{всас}	Температура всасывания компрессора	Температура всасывания компрессора
T_{вып}	Температура нагнетания компрессора	Температура нагнетания компрессора

4. Преимущества инверторного компрессора

Экономия электроэнергии



- В отличие от обычного, инверторный компрессор имеет переменную производительность при охлаждении и нагреве.
- При приближении к заданной температуре он снижает свою производительность, снижая при этом и энергопотребление на 44% по сравнению с неинверторным компрессором.

3. MPS инверторное управление



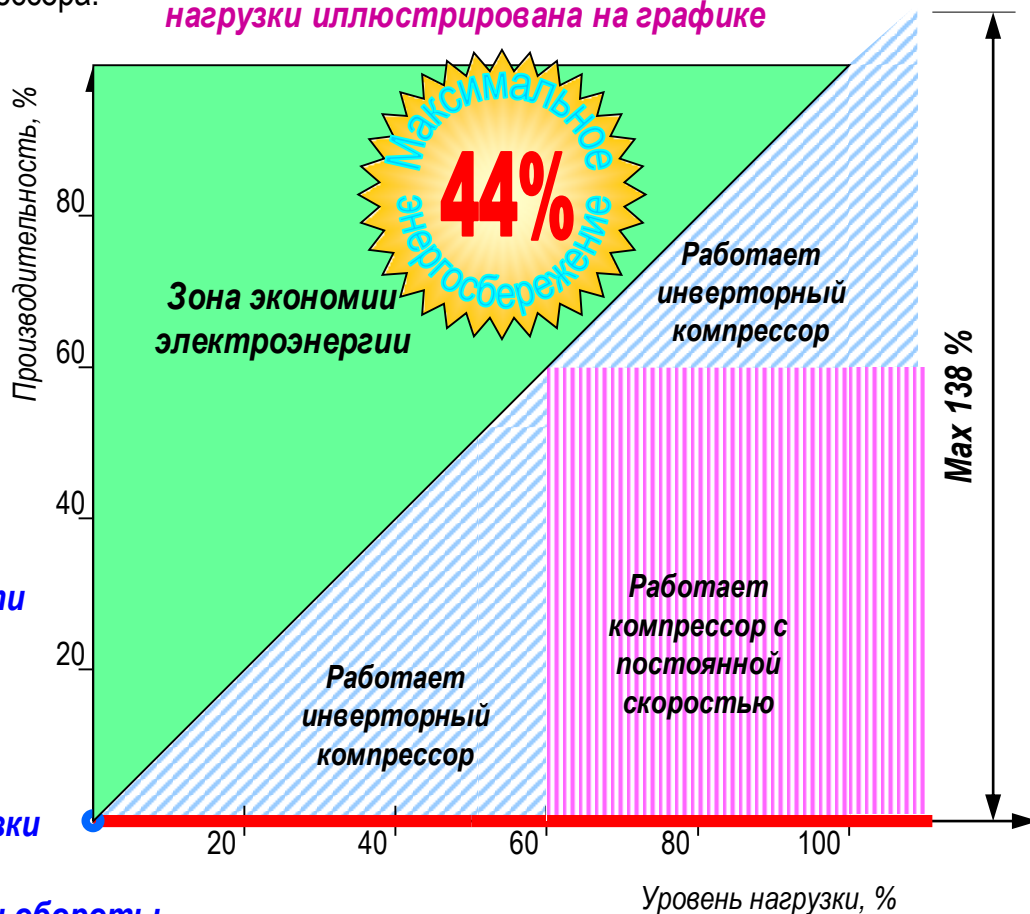
MPS inverter является системой в которой используется эффективный компрессор с постоянной скоростью и инверторный компрессор с электродвигателем постоянного тока

В составе такой системы так же как минимум 2 компрессора.
Один из них – с инверторным управлением
Другой, обычно, с постоянной скоростью вращения.



Пока тепловая нагрузка не превышает 50% - работает только инверторный компрессор, достигая соответствующей производительности
Если нагрузка увеличивается, и достигает 60%, инверторный компрессор повышает свою производительность, стремясь достичь 60%.
При этом запускается компрессор с постоянной скоростью, принимая на себя 60 % тепловой нагрузки
При дальнейшем увеличении тепловой нагрузки, инверторный компрессор, плавно увеличивая свои обороты позволяет достичь производительности более 100 %

Работа такой системы при изменении тепловой нагрузки иллюстрирована на графике



Обратите внимание на зону экономии электроэнергии!

4. Принцип инверторного управления компрессором



Высокая
эффективность
Низкая
стоимость
Малый вес

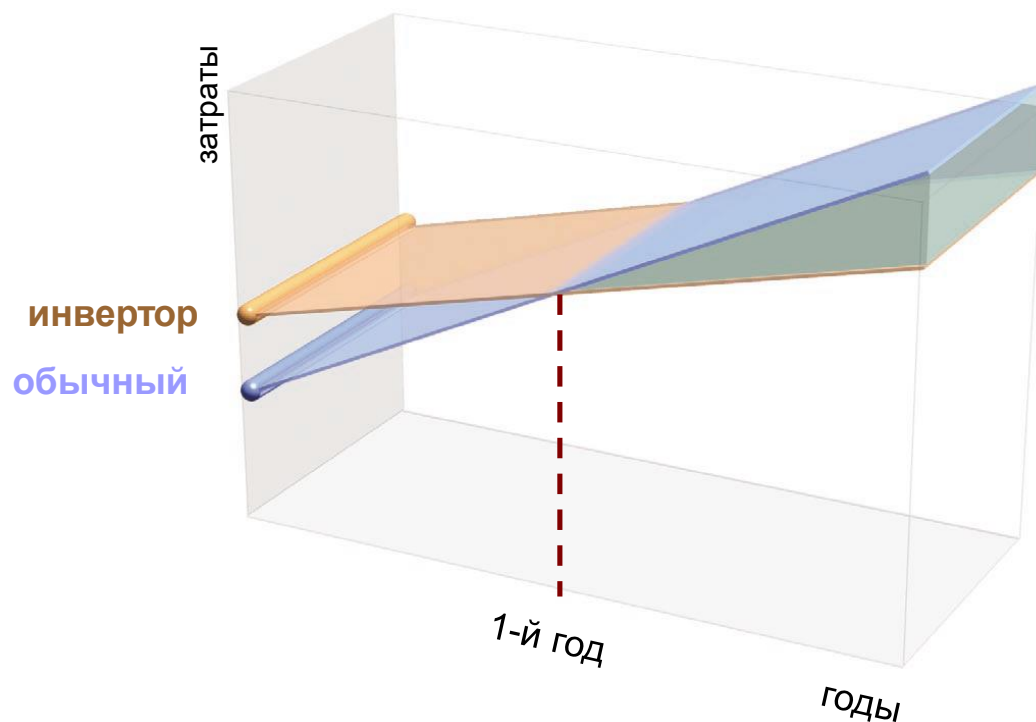


- Инверторный компрессор получил возможность изменять обороты двигателя, тем самым менять свою мощность и производительность.
- Теперь он может работать как на очень малых оборотах отдавая маленькую (12%) мощность, так и на повышенных, отдавая мощность, значительно (до 38%) больше номинальной.

4. Преимущества инверторного компрессора

Окупаемость капитальных затрат

Известно что инверторный компрессор несколько дороже обычного. Однако он работает гораздо лучше и гораздо дольше. Поэтому с течением времени становится очевидным существенное снижение суммарных затрат (капитальных и эксплуатационных)



Спасибо за внимание