**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Введение…………………………………………………………………… | 3 |
| 1. Основные сведения о частотно-регулируемом электроприводе……….. | 4 |
| 2. Преимущества использования регулируемого электропривода в технологических процессах…………………………………………………… | 6 |
| 3. Структура частотного преобразователя………………………………… | 8 |
| 4. Области применения преобразователей частоты……………………….. | 9 |
| 5. Принцип работы преобразователей частоты…………………………… | 15 |
| 6. Выбор преобразователя частоты ……………………………………….. | 20 |
| 7.Преобразователь частоты HITACHI SJ300-055HF ……………………… | 21 |
| 8. Схемы подключения преобразователя частоты HITACHI SJ300-055HF.. | 29 |
| 9. Автоматизированная станция управления насосами……………………. | 38 |
| 10. Связь преобразователя частоты с персональным компьютером……… | 45 |
| Заключение…………………………………………………………………….. | 47 |
| Список использованных источников………………………………………… | 48 |

**Введение**

В настоящее время у большинства специалистов, эксплуатирующих насосное оборудование, уже сложилось четкое представление о возможностях использования преобразователей частоты для привода насосов и насосных агрегатов. Понимание этого вопроса обусловлено интенсивным внедрением частотно-регулируемого привода за последние годы и накопленным опытом его эффективного использования.

Для всех видов перекачиваемой жидкости преобразователи частоты обеспечивают более экономичное, более эффективное и более надежное регулирование, чем известные механические способы. Независимо от области использования (добыча и транспорт нефти, электроэнергетика, жилищно-коммунальное хозяйство и т.д.) эффект от частотного регулирования насосов общеизвестен:

* экономия электроэнергии до 30 – 60 %;
* снижение утечек жидкостей до 5 %;
* экономия тепловой энергии до 10 %;
* увеличение срока службы оборудования в 1.5-2 раза;
* уменьшение вероятности возникновения разрывов трубопроводов;
* повышение эффективности защиты электропривода;
* улучшение экологической обстановки.

1. **Основные сведения о частотно-регулируемом электроприводе**

Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем позволяет заменить электропривод постоянного тока. Системы регулирования скорости двигателя постоянного тока достаточно просты, но слабым местом такого электропривода является электродвигатель. Он дорог и ненадежен. При работе происходит искрение щеток, под воздействием электроэрозии изнашивается коллектор.  Такой электродвигатель не может использоваться в запыленной и взрывоопасной среде.

Асинхронные электродвигатели превосходят двигатели постоянного тока по многим параметрам: они просты по устройству и надежны, так как не имеют подвижных контактов. Они имеют меньшие по сравнению с двигателями постоянного тока размеры, массу и стоимость при той же мощности. Асинхронные двигатели просты в изготовлении и эксплуатации.

Основной недостаток асинхронных электродвигателей – сложность регулирования их скорости традиционными методами (изменением питающего напряжения, введением дополнительных сопротивлений в цепь обмоток).

Управление асинхронным электродвигателем в частотном режиме до недавнего времени было большой проблемой, хотя теория частотного регулирования была разработана еще в тридцатых годах. Развитие частотно-регулируемого электропривода сдерживалось высокой стоимостью преобразователей частоты. Появление силовых схем с IGBT-транзисторами, разработка высокопроизводительных микропроцессорных схем управления позволили различным фирмам Европы, США и Японии создать современные преобразователи частоты доступной стоимости.

Известно, что регулирование частоты вращения исполнительных механизмов можно осуществлять  при помощи различных устройств: механических вариаторов,  гидравлических муфт, дополнительно вводимыми в статор или ротор резисторами, электромеханическими преобразователями частоты, статическими преобразователями частоты.  Применение первых четырех устройств не обеспечивает высокого качества регулирования скорости, неэкономично, требует больших затрат при монтаже и эксплуатации.

Статические преобразователи частоты являются наиболее совершенными устройствами управления асинхронным приводом в настоящее время.

Принцип частотного метода регулирования скорости асинхронного двигателя заключается в том, что,  изменяя частоту **f1** питающего напряжения, можно в соответствии с выражением



при неизменном числе  пар полюсов p изменять угловую скорость магнитного поля статора.

Этот способ обеспечивает плавное регулирование скорости в широком диапазоне, а механические характеристики обладают высокой жесткостью. Регулирование скорости при этом не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики. Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение.

Закон изменения напряжения зависит от характера  момента  нагрузки **Mс**. При постоянном  моменте   нагрузки (**Mс=const)** напряжение на статоре должно регулироваться пропорционально частоте**:**

.



Для вентиляторного характера момента нагрузки это состояние имеет вид:

.



При моменте нагрузки, обратно пропорциональном скорости:

.



Таким образом, для плавного бесступенчатого регулирования частоты вращения вала асинхронного электродвигателя, преобразователь частоты должен обеспечивать одновременное регулирование частоты и напряжения на статоре асинхронного двигателя.

1. **Преимущества использования регулируемого электропривода в технологических процессах**

Применение регулируемого электропривода обеспечивает энергосбережение и позволяет получать новые качества систем и объектов. Значительная экономия электроэнергии обеспечивается за счет регулирования какого-либо технологического параметра. Если это транспортер или конвейер, то можно регулировать скорость его движения. Если это насос или вентилятор – можно поддерживать давление или регулировать производительность. Если это станок, то можно плавно регулировать скорость подачи или главного движения.

Особый экономический эффект от использования преобразователей частоты дает применение частотного регулирования на объектах, обеспечивающих транспортировку жидкостей. До сих пор самым распространённым способом регулирования производительности таких объектов является использование задвижек или регулирующих клапанов, но сегодня доступным становится частотное регулирование асинхронного двигателя, приводящего в движение, например, рабочее колесо насосного агрегата или вентилятора.

Перспективность частотного  регулирования  наглядно  видна  из рисунка 1.

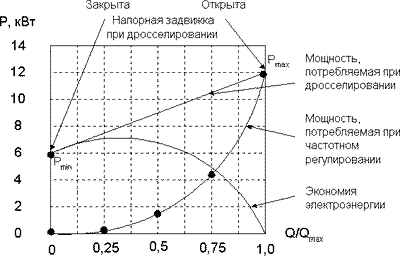


Рис. 1 – Зависимость экономии электроэнергии от потребляемой мощности.

Таким образом, при дросселировании  поток вещества, сдерживаемый задвижкой или клапаном,  не совершает полезной работы. Применение регулируемого электропривода насоса или вентилятора позволяет задать необходимое давление или расход, что обеспечит не только экономию электроэнергии, но и снизит потери транспортируемого вещества.

1. **Структура частотного преобразователя**

Большинство  современных  преобразователей частоты построено по схеме двойного преобразования.  Они  состоят из следующих основных частей:  звена  постоянного  тока  (неуправляемого выпрямителя), силового импульсного инвертора и системы управления. Звено постоянного тока состоит из неуправляемого выпрямителя и фильтра.  Переменное напряжение питающей сети преобразуется в нем в напряжение постоянного тока. Силовой трехфазный импульсный инвертор состоит из шести транзисторных ключей. Каждая обмотка электродвигателя подключается через соответствующий ключ к положительному и отрицательному выводам выпрямителя. Инвертор осуществляет преобразование выпрямленного напряжения в трехфазное переменное напряжение нужной частоты и амплитуды, которое прикладывается к обмоткам статора электродвигателя.  
 В выходных каскадах инвертора в качестве ключей используются силовые IGBT-транзисторы. По сравнению с тиристорами они имеют более высокую частоту переключения, что позволяет вырабатывать выходной сигнал синусоидальной формы с минимальными искажениями.

1. **Области применения преобразователей частоты**
   1. **Применение частотно-регулируемого привода для глубинных насосов**

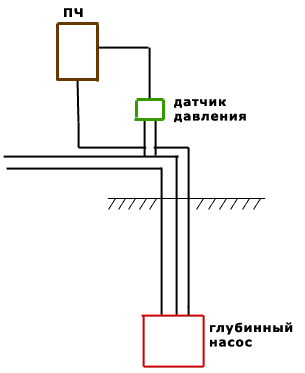


Рис. 2 – Структурная схема частотно-регулируемого привода глубинного насоса.

Преимущества применения частотно-регулируемого электропривода:

1. Экономия электроэнергии от 30 до 60%.

2. Исключение гидроударов, что позволяет резко увеличить срок службы трубопроводов и запорной арматуры.

3. Отсутствие больших пусковых токов, полная защита электродвигателей насосных агрегатов, работа электродвигателей и пусковой аппаратуры с пониженной нагрузкой, что значительно увеличивает срок службы электродвигателей.

4. Значительная экономия воды за счёт оптимизации давления в сетях и уменьшения разрывов трубопроводов.

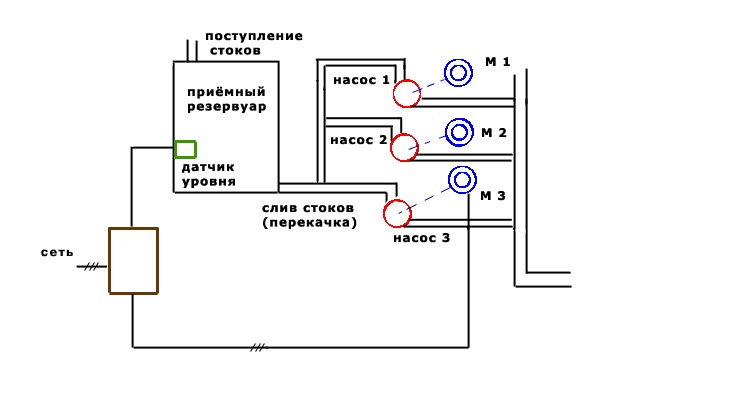
5. Возможность полностью автоматизировать насосные станции.

6. Вода к потребителю может подаваться напрямую через закрытые трубы без накопления в резервуаре или водонапорном баке.

7. Не требует строительства, обслуживания водонапорных баков или накопительных резервуаров.

* 1. **Рациональное управление насосными агрегатами канализационной насосной станции**

Рис. 3 – Структурная схема канализационной насосной станции.



Особенности работы канализационной насосной станции:

1. Большую часть времени на станции работает один насосный агрегат.

2. Регулирование производительности дросселированием трубопроводов обычно не предусматривается.

3. Перекачивание стоков происходит при работе агрегата в режиме периодических включений.

Применение преобразователей частоты позволяет:

1. Экономить электроэнергию за счет управления насосным агрегатом по специальному алгоритму, включающему в себя:

а) стабилизацию максимально допустимого уровня в приёмном резервуаре при больших потоках;

б) поддержание оптимальной частоты электродвигателя при снижении притока;

в) исключение потери электроэнергии на пусковые токи;

2. Упрощается техническое обслуживание технологического оборудования так как исключается большое количество пусков электродвигателей.

3. Обеспечивается оптимальное протекание режима перекачки стоков без гидроударов.

4. Уменьшается число коммутационных переключений в силовых цепях и цепях управления насосными агрегатами.

* 1. **Применение частотно-регулируемого привода в системах вентиляции и кондиционирования воздуха**

Обычно вентиляторы имеют такие размеры, чтобы обеспечить максимальный расход воздуха, требуемый системой.

Однако условия функционирования часто требуют снижения расхода.

Это может достигаться за счёт дросселирования при постоянной частоте вращения вала вентилятора, а так же за счёт изменения скорости вращения вала вентилятора при использовании частотно-регулируемого привода.

Производительность вентилятора частоты можно менять в зависимости от сезонных, климатических условий, баланса тепло и влаговыделений, выделений вредных газов и паров.

Зависимость потребляемой мощности вентилятора от скорости вращения вала вентилятора такая же как и у центробежного насоса Р=f(Q3), т.е. снижение скорости вращения вала вентилятора приводит к уменьшению потребляемой мощности в 8 раз. Экономия электроэнергии при применении частотно-регулируемого привода может составить до 60%.

Частотно-регулируемый привод на базе преобразователя частоты фирмы Hitachi может использоваться при применении датчика обратной связи на количество людей в здании, датчика потока, разряжения и т.д.

**4.4. Применение частотно-регулируемого привода в компрессорных установках**

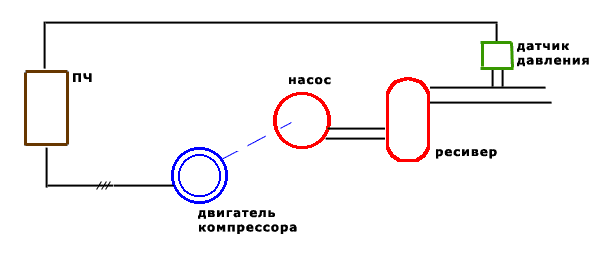
Работа поршневого компрессора существенно отличается от работы механизмов с вентиляторной характеристикой, так как момент сопротивления на его валу можно считать постоянным.

Однако производительность компрессора зависит от числа оборотов его вала. При регулировании производительности компрессора изменением числа оборотов его вала изменяется и мощность, потребляемая из сети электродвигателем, приводящим компрессор в движение. На промышленных предприятиях достаточно часто требуется регулировать производительность компрессорных установок за счёт ступенчатого изменения скорости вращения электродвигателя.

Из-за неравномерности потребления сжатого воздуха при работе компрессора иногда приходится открывать спускной клапан в ресивере компрессора.

Применение частотно-регулируемого привода как показано на схеме позволяет экономить электроэнергию, поддерживая оптимальное давление при оптимальном расходе сжатого воздуха в системах пневматики.

Рис. 4 – Структурная схема частотно-регулируемого привода компрессорной установки.



При применении частотно-регулируемого привода для управления винтовыми компрессорами можно получить экономию электроэнергии, сравнимую с экономией при управлении центробежными насосами (до 60%), т.к. характеристика винтового компрессора близка к характеристике центробежного насоса.

Кроме получения экономии электроэнергии применение частотно-регулируемого привода дополнительно обеспечивает следующее:

1. Снижается износ коммутационной аппаратуры из-за отсутствия больших пусковых токов при включении двигателя компрессора.

2. Оптимизация давления в пневмосети снижает утечки сжатого воздуха.

3. Увеличивается срок службы электродвигателя из-за снижения его нагрузки и отсутствия тяжёлых пусковых режимов.

**4.5. Применение частотно-регулируемого привода в тягодутьевых механизмах котельных установок**

Тягодутьевые машины потребляют около 60% электроэнергии собственных нужд котельных цехов. Поэтому регулирование их режимных параметров оказывает существенное влияние на мощность и экономичность работы котельных установок.

Использование частотно-регулируемых приводов позволяет решать задачу согласования режимных параметров и энергопотребления тягодутьевых механизмов с изменяющимся характером нагрузки котлов.

Основным назначением тягодутьевых механизмов и водогрейных котлов является поддержание оптимального режима горения в топке котла. Под понятием оптимального режима здесь подразумевается поддержание оптимального соотношения «топливо-воздух» и создание наиболее благоприятных условий для полного сгорания топлива. Для выполнения этого условия необходимо с одной стороны подать нужное количество воздуха в топку – с другой с заданной интенсивностью извлекать из неё продукты горения.

Применение преобразователей частоты для управления вентилятора подачи воздуха в топку, а так же вентилятора дымососа позволяет не только эффективно решать эту задачу, но и автоматизировать этот процесс наиболее полно и эффективно.

Как правило, система регулирования дымососа должна поддерживать заданную величину разряжения в топке котла независимо от производительности котлоагрегата.

Подача топлива в топку котла для сохранения баланса между подводом тепла и отводом его выполняет существующая система управления производительностью котлоагрегата, регулирую подачу топлива. С его увеличением увеличивается подача воздуха в топку котла и электропривод дымососа должен увеличить отсасывающий объём продуктов горения. Таким образом, связь между системами регулирования вентилятора и дымососа осуществляется через топку котла.

Поскольку график нагрузки отопительной котельной достаточно неравномерный, уменьшение производительности, как вентилятора, так и дымососа позволит сэкономить до 70% электроэнергии, идущей на приведение в действие этих механизмов.

**5. Принцип работы преобразователей частоты**

На рис. 5 представлена блок-схема силовой части преобразователя с промежуточным звеном постоянного тока (так называемый U - инвертор).



Рис. 5 – Блок-схема силовой части преобразователя

Напряжение сети U1 стандартной частоты f1 подается на вход неуправляемого выпрямителя, преобразующего переменное напряжение U1 в постоянное E0.



Рис. 6 – Входное напряжение сети

Выпрямленное и напряжение Е0 подается на вход инвертора, который преобразует его в трехфазное напряжение U1рег регулируемой частоты f1рег, поступающее на двигатель. Частота выходного напряжения инвертора f1рег регулируется блоком управления в функции сигнала управления Uy.

Остановимся подробнее на работе управляемого инвертора (рис. 7), полагая, что с помощью управляемого выпрямителя на его вход подается постоянное напряжение Е0.



Рис. 7 – Коммутационная схема инвертирования

Предположим, что трехфазная нагрузка zА, zВ и zС (обмотки статора асинхронного двигателя) соединена в звезду, а транзисторы VT1…VT6, на которых выполнен инвертор, соединены по мостовой схеме и по сигналам с блока управления открываются в требуемой последовательности. Обычно продолжительность открытого состояния каждого транзистора λ составляет половину или треть периода Трег=1/fрег, а сдвиг моментов открытия транзисторов VT1…VT6 – шестую часть этого периода. Рассмотрим сначала работу схемы со временем открытия транзисторов λ=Трег/2. Временная токовая диаграмма работы транзисторов для этого случая показана на рис. 8, где токи фаз IA, IB, IC, проходящие через нечетные транзисторы, отложены в положительном направлении, а через четные – в отрицательном. В каждый момент времени включены (открыты) три транзистора из шести, причем за время периода можно выделить шесть интервалов (I, II, III, IV, V, VI) различных сочетаний открытых и закрытых состояний транзисторов. Для определения формы напряжения на нагрузке рассмотрим схемы включения фаз статора асинхронного двигателя на каждом из шести временных интервалов.



Рис. 8 – Временная токовая диаграмма работы транзисторов

В течение интервала I открыты транзисторы VT1, VT5 и VT6 начала фаз zА и zС соединены с плюсовым выводом источника +Е0, а начало фазы нагрузки zВ – с минусовым выводом –Е0 (рис. 9,а). Если при этом сопротивления всех трех фаз одинаковы, то эквивалентное сопротивление параллельно соединенных фаз нагрузок zА и zС будет в два раза меньше сопротивления фазы нагрузки zВ. Тогда и напряжение на параллельно соединенных фазах нагрузок zА и zС будет в два раза меньше, чем на фазе нагрузки zВ, и составит Е0/3.



Рис. 9 – Схемы включения фаз статора

На интервале II (рис. 7) открыты транзисторы VT1, VT6 и VT2, фазы нагрузок zВ и zС (рис. 9,б) включены параллельно, к ним прикладывается напряжение Е0/3, а к фазе нагрузки zА – напряжение 2Е0/3.

При переходе к интервалу III (рис. 7) закрывается транзистор VT6 и открывается транзистор VT3 (транзисторы VT1 и VT2 по прежнему открыты), в соответствии с чем фазы нагрузок zА и zВ включены параллельно (рис. 9,в).

Аналогично можно изобразить схемы соединения схемы соединения фаз обмотки статора для интервалов IV, V и VI, которые будут соответствовать схемам для интервалов I, II и III, но иметь другую полярность напряжения на началах фаз. График изменения напряжения на фазах нагрузки при λ=Трег/2 (рис. 10) имеет ступенчатую форму, и оно является переменным, причем максимумы этого напряжения сдвинуты по фазам на треть периода регулируемой частоты. Другими словами, на нагрузке получается стандартная система трехфазного напряжения переменного тока, хотя и несинусоидальной формы.



Рис. 10 – Напряжение на двигателе

**6. Выбор преобразователя частоты**

При выборе модели преобразователя частоты необходимо определить его выходную мощность (кВт) и выходной ток (А). В самом простом случае выходную мощность и выходной ток преобразователя можно определить, зная параметры приводного электродвигателя.

На первом шаге при самостоятельном выборе модели известного типа частотного преобразователя рекомендуется поступать следующим образом:   
 1. Определить номинальный ток преобразователя, который необходимо выбирать равным номинальному току электродвигателя.   
 2. Определить полную выходную мощность преобразователя, ориентируясь на номинальную мощность электродвигателя.

***Необходимо принять во внимание, что:***

В общем случае после первого шага может сложиться ситуация, когда не удается выбрать преобразователь из предлагаемого ряда мощностей, поскольку полученным значениям потребной мощности и выходного тока одновременно не отвечает ни один преобразователь. Поэтому необходимо обратить внимание на то, что главным параметром при выборе преобразователя является потребляемый электрический ток двигателя, поскольку он определяет режим работы выходных силовых транзисторов.Полная выходная мощность преобразователя в этом случае может отличаться от номинальной мощности двигателя. Данная ситуация не является исключительной, так как в настоящие время в эксплуатации находится огромное количество асинхронных электродвигателей самых различных серий и типоразмеров, многие из которых работают уже не одно десятилетие. Преобразователи же проектируются для общепринятого стандартизированного ряда мощностей.

**7. Преобразователь частоты HITACHI SJ300-055HF**

***Описание:***

* Переключатель входной логики Сток\Исток;
* "Интеллектуальная" панель управления обеспечивает простоту программирования и удобство управления;
* Встроенный ПИД-регулятор;
* Интерфейс RS485 позволяет подключаться к стандартным интерфейсным сетям Profibus, Modbus и т.д.;
* Встроенный фильтр категории С3;
* Вход датчика тепловой защиты электродвигателя;
* Широкая гамма дополнительного оборудования.

***Данный частотный преобразователь обеспечивает:***

* плавный пуск без пусковых токов и ударов и остановку электродвигателя, а также изменение направления его вращения;
* полная электрозащита двигателя от перегрузок по току, перегрева, обрыва фаз и   утечек на землю;
* плавное регулирование скорости вращения электродвигателя практически от нуля до номинального значения в ранее нерегулируемых технологических процессах;
* создание замкнутых систем с возможностью точного поддержания заданных технологических параметров;
* синхронное управление несколькими электродвигателями от одного преобразователя частоты;
* уменьшение потребления электроэнергии за счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки;
* увеличение срока службы электропривода и оборудования.  
  повышение надежности и долговечности работы оборудования, упрощение его технического обслуживания.

Таблица 1 – Технические характеристики преобразователя частоты HITACHI SJ300-055HF.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Степень защиты | | | IP20 (NEMA1) | |
| Максимальная мощность применяемого двигателя, кВт | | | 5.5 | |
| Входное напряжение | | | 3 фазы 380-400В (±10%)/ 50Гц (±5%) | |
| Выходное напряжение | | | 3 фазы 380-400В (в зависимости от напряжения питания) | |
| Номинальный выходной ток, А | | | 12 | |
| Метод управления | | | Высокочастотный ШИМ | |
| Диапазон выходной частоты | | | 0,1-400 Гц | |
| Точность частоты | | | При цифровой установке: ±0,01% от макс. частоты, при аналоговой установке: ±0,02% (25±100С) от макс. Частоты | |
| Шаг выходной частоты | | | При цифровой установке: ±0,01 Гц, при аналоговой установке: (Макс. частота/4000) | |
| Вольт-частотные характеристики | | | V/f (линейная, квадратичная), базовая частота может быть настроена в диапазоне 30-400 Гц, бессенсорный векторный контроль | |
| Перегрузка по току | | | 150% в течение 60 с, 200% в течение 0,5 с | |
| Время разгона/ замедления | | | 0,01~3600,0 с (при линейной и нелинейной характеристиках разгона/ замедления) | |
| Пусковой момент | | | 200%/0,5 Гц (в режиме бессенсорного векторного контроля), 150%/0 Гц (при использовании двигателей на 1 класс ниже) | |
| Торможение | Торможение с использованием внешнего тормозного резистора | | Тормозной резистор встроен в инвертор | Торможение с использованием внешнего модуля торможения |
| Торможение постоянным током | | Торможение активизируется при заданной частоте или при подаче внешнего сигнала (частота, время торможения и тормозной момент программируются произвольно) | |
| Входной терминал | Стандартное управление | | Установка выходной частоты клавишами ВВЕРХ/ ВНИЗ на пульте оператора | |
| Установка выходной частоты внешним управляющим сигналом | | 0~+10 В, -10~+10 В (входное сопротивление 10 Ом), 0~20 мА, 4~20 мА (входное сопротивление 100 Ом) | |
| Выходной терминал | Установка частоты с внешнего порта | | Интерфейс RS485/ RS422 | |
| Стандартное управление запуском/ установкой | | Клавиша RUN/ STOP на пульте оператора | |
| Запуск/ остановка в прямом и обратном направлении внешним сигналом | | Клеммы FW, RV (замыканием/ размыканием), трехпозиционное управление | |
| Управление запуском/ остановкой с внешнего порта | | Устанавливается RS485/ RS422 | |
| Программируемые дискретные входы | | 8 произвольно настраиваемых клемм (RV, CF1-CF4, JG, DB, SET, 2 CH, FRS, EXT, USP, CS, SFT, AT, SET3, RS, STA, STP, F/R, PID, PIDC, UP/DOWN, UDC, SF1-SF7, LOAD, TL, TRQ1, TRQ2, P/PI, NON) | |
| Вход термистора | | ТН (специальный вход) | |
| Выходной сигнал | Программируемые выходы | | 5 произвольно программируемых выходов с программируемым коллектором (RUN, FA1, OL, OTQ, FA2, AL, OD, AC0, AC1, AC2, AC3, FA3, IP, UV, TRQ) | |
| Аналоговые выходы | | 0-10 В, 4-20 мА (линейные), импульсный (отображение выходного тока, вращающего момента, выходного напряжения, мощности) | |
| Рабочие функции | Базовые функции | | Установка произвольной вольт-частотной характеристики, установка базовой и максимальной частоты, установка резонансных частот, 16-ти ступенчатый многоскоростной режим, 2-х стадийный разгон/ замедление, ручная настройка повышения момента работы на выбеге и остановка, функция внешнего управления электронным потенциометром установки частоты, ПИД-регулятор, 3-х позиционное управление запуском/ остановкой, энергосберегающий режим, настройка аналоговых входов и выходов, установка стартовой частоты, установка несущей частоты (ШИМ), электронная защита двигателя, установка диапазона рабочих частот, автоматический перезапуск после мгновенного пропадания напряжения питания, толчковый режим, торможение постоянным током, токоограничение, блокировка программного обеспечения, инициализация заводских исходных данных, внешнее отключение | |
| Контрольные функции | | Функция AVR (стабилизация напряжения в зоне постоянного тока), Характеристика разгона/ замедления, Автонастройка, Управление 2-мя двигателями в режиме бессенсорного векторного контроля | |
| Функции отображения | | Выходная частота, Выходной ток, Момент двигателя, Преобразованное значение частоты, Состояние дискретных входов и выходов, Выходная мощность, Выходное напряжение, Данные об аварийных отключениях | |
| Несущая частота (ШИМ) | | | 0,5~15 кГц | |
| Функции защиты | | | Защита от перегрузки по току, напряжению, от пониженного напряжения, электронная термозащита двигателя, защита от перегрева, от короткого замыкания, от кратковременного пропадания напряжения питания, защита от неполнофазного режима работы, защита от перегрузки устройства динамического торможения: BRD, защита при сбоях во внешнем оборудовании | |
| Пульт управления | | | Цифровой 4-х разрядный светодиодный дисплей (стандартная комплектация), пульт дистанционного управления, DRW (на 6 языках: английский, немецкий, французский, испанский, итальянский, португальский) | |
| Условия | | Температура окружающей среды (хранения) | -10~500C/ -20~650C | |
| Влажность | 25-90% без конденсата | |
| Вибрация | 5,9 м/с2 (0,6G) 10~55 Гц | |
| Установка | Высота не более 1000 м, в помещении свободном от коррозийных газов и пыли | |
| Дополнительное оборудование | | | Фильтр электромагнитной совместимости, Входные/ выходные дроссели, дроссель для звена постоянного тока, устройства динамического торможения (>18,5 кВт), Тормозной резистор, Синус-фильтр | |
| Габариты, ВхШхГ, мм | | | 255х150х140 | |
| Масса, кг | | | 3,5 | |
| Цвет | | | серый | |

**8. Схема подключения преобразователя частоты HITACHI SJ300-055HF**

Схема подключения данного преобразователя частоты показана на рис. 11.

Таблица 2 – Описание силовых клемм.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Символ | Описание клеммы | Функциональное назначение |
| R, S, T (L1, L2, L3) | Клеммы питания | Подключается источник переменного тока |
| U, V, W (T1, T2, T3) | Выход преобразователя частоты | Подключается трехфазный двигатель |
| PD, P (+1, +) | Подключение дросселя в промежуточном звене постоянного тока | При подключении дросселя необходимо убрать медную перемычку между PD и Р |
| P, RB (+, RB) | Внешний тормозной резистор | Подключается внешний тормозной резистор (существует возможность установки внешнего тормозного резистора на инверторы мощностью до 11 кВт) |
| P, N (+, -) | Внешний модуль торможения | Подключается устройство динамического торможения (BRD-XX) |
| G | Защитное заземление | Клеммы (на корпусе ПЧ), к которым подключается заземление |



Рис. 11 – Схема подключения преобразователя частоты HITACHI SJ300-055HF.

Таблица 3 – Описание клемм управления.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | Символ | Описание клеммы | Функциональное назначение | | |
| Аналоговый | Источник питания | | L | Клемма «общий» для аналоговых входов и выходов | Общая клемма для аналоговых входов (0, 02, 01) и аналоговых выходов, АМ, АМI. Не заземлять | | |
| H | Питание потенциометра задания частоты | Поступление питания DC+10 В на клеммы | Допустимый ток нагрузки 20мА | |
| Установка частоты | | O | Клемма установки выходной частоты напряжением | При подаче сигнала DC от 0 до 10В – максимальная выходная частота будет соответствовать сигналу 10В. Если требуется, чтобы выходная частота соответствовала сигналу <10В, необходимо дополнительное программирование А014 | Входное сопротивление 10кОм. Допустимое максимальное напряжение 12В | |
| O2 | Дополнительная клемма установки выходной частоты напряжением | При подаче сигнала ±10В, этот сигнал добавляется к сигналу, поданному на клемму 0 или OI | Входное сопротивление 10кОм. Допустимый максимальный ток нагрузки 20мА | |
| O1 | Дополнительная клемма установки выходной частоты током | При подаче сигнала 4-20мА – максимальная выходная частота будет соответствовать сигналу 20мА. Если активизирован только терминал At – сигнал, поданный на эту клемму эффективен | Входное сопротивление 10кОм. Допустимый максимальный ток нагрузки 24мА | |
| Просмотр | | AM | Импульсный выход (напряжение) | Выходной сигнал следующих параметров: выходной частоты, выходного тока, момента, выходного напряжения, потребляемого тока, уровня нагрева корпуса | Допустимый максимальный ток 2мА | |
| AMI | Аналоговый выход (ток) | Допустимый импенданс 250Ом | |
| Дискретный | FM | Импульсный выход (напряжение) | Позволяет реализовать функции клеммы АМ + индикация выходной частоты в цифровой форме | Допустимый максимальный ток 1мА, максимальная частота 3,6кГц | |
| Источник питания | | P24 | Клемма питания | Внутренний источник питания +24 В. Используется для подачи управляющего сигнала на программируемые дискретные входы | Допустимый максимальный ток  100 мА | |
| CM1 | Клемма «общий» | Клемма «общий» для выходов FM и ТН. Не заземлять | | |
| PLC | Общая клемма для внешнего источника питания (программируемого контроллера) | При помощи установки перемычки может быть перенастроена на следующие режимы: “sink” (перемычка установлена на клеммы P24 и PLC) – клемма используется в качестве источника питания для подключения программируемого контроллера, “source” (перемычка на клеммах СМ1 и PLC) – является общей клеммой для внешнего источника питания | | |
| Входной сигнал | Установка | FW | Прямое вращение | При подаче управляющего сигнала – запуск двигателя в прямом направлении, при отключении - остановка | | Допустимое максимальное напряжение 27В, диапазон напряжений управления от 3 до 18В (рекомендуется – 24В) |
| Выбор функции | 1,2  3,4  5,6  7,8 | Программируемые дискретные входы | Выберите любые 8 функций из 48 и запрограммируйте на клеммы с 1-й по 8-ю | |
| Выходной сигнал | Состояние/ ошибка | 11  12  13  14  15 | Программируемые дискретные выходы | Выберите любые 5 функций из 13 и запрограммируйте на клеммы с 11-й по 15-ю | | Допустимое максимальное напряжение 27В, номинальный ток 5мА |
| СМ2 | Клемма «общий» | Клемма «общий» для программируемых выходов 11-15 | |
| AL1  AL2 | Реле сигнализации | Выберите необходимую функцию и присвойте клеммам AL1, AL2. Нормальное состояние AL1 и AL2 - замкнуты | | Характеристика контакта. Макс.: AL1-AL0: AC 250B, 2А (резистивная нагрузка), 0,2А (индуктивная нагрузка), AL2-AL0: 1А (резистивная нагрузка), 0,2А (индуктивная нагрузка). Мин.: АC 100В, 10мА |
| AL0 | Клемма «общий» | Клемма «общий» выхода реле сигнализации | |
| Аналоговый | Датчик | | TH | Вход термистора | Если на клеммы ТН и СМ1 будет подан сигнал о перегреве двигателя | | Допустимое максимальное сопротивление 10кОм, минимальная мощность 100мВт |

**9. Автоматизированная станция управления насосами**

***Состав станции управления:***

1. Преобразователь частоты фирмы HITACHI, включенный в контур регулирования и обеспечивающий управление производительностью агрегатов (насосов, компрессоров, вентиляторов).

2. Программируемый логический контролер, обеспечивающий выполнение заданного управляющего алгоритма, реализующий функции контроля и управления преобразователем частоты и группой магнитных пускателей.

2.Сетевой дроссель, защищающий преобразователь частоты от воздействия изменений параметров питающего напряжения.

3.Фильтр электромагнитной совместимости, подавляющий высокочастотную составляющую выходного сигнала частотного преобразователя.

4. Группа магнитных пускателей силовой коммутации.

5. Выносной датчик давления.

***Исполнение:***

Система расположена в электрическом шкафу управления степени защиты не ниже IP54, имеющем на лицевой стороне арматуру индикации и управления.

***Основные функции:***

1. Поддержание заданного, стабильного давления на выходе одного или группы насосов в автоматическом и ручном режиме. Осуществляется изменением производительности работающего насоса.

2. Контроль состояния входа и выхода магистрали.

3. Изменение фиксированных установок значений выходного давления через заданный промежуток времени.

4. Переход станции в релейный режим работы при отказе преобразователя частоты.

5. Задание уровня давления в магистрали с панели управления шкафа.

6. Контроль состояния электродвигателя по потребляемому току.

7. Контроль за работой станции и выдача сигналов:

* сигнал повреждения магистрали - отказ преобразователя частоты;
* индикация работающего насоса - авария любого из насосов.

8. Тепловая защита преобразователя частоты и двигателей.

9. Повторное автоматическое подключение к питающей сети после пропадания напряжения.

***Станция управления обеспечивает:***

1. Экономию электроэнергии и снижение потребления воды.

2. Ограничение пусковых токов в сети.

3. Увеличение ресурса электродвигателя.

4. Исключение гидроударов в магистрали.

Принципиальная схема автоматизированной станции управления насосами представлена на рис. 12.



Рис. 12 – Принципиальная схема автоматизированной станции управления насосами.

Описание основных элементов шкафа управления представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Основные элементы автоматизированной станции.

|  |  |
| --- | --- |
| Описание элемента | Функция |
| Автоматический выключатель | Для защиты входных цепей ПЧ |
| Электромагнитный контактор | Для снятия и подачи напряжения на ПЧ |
| Сетевой дроссель для улучшения коэффициента мощности | Этот элемент используется при перекосе фазного напряжения ≥3% и питания от сети ≥500кВА, а также при питании от нестабильной электросети |
| Фильтр радиопомех | Использование ПЧ может привести к появлению помех в периферийном оборудовании через линии питания. Этот элемент уменьшает помехи |
| Фильтр электромагнитной совместимости | Этот фильтр уменьшает общие помехи, производимые между источником питания и землей, а также нормальные помехи. Устанавливается на входе ПЧ |
| Входной фильтр радиопомех (конденсаторный) | Ослабляет помехи, наводимые входным силовым кабелем |
| Дроссель в звене постоянного тока | Осуществляет гармоническое сглаживание |
| Тормозной резистор, устройство динамического торможения | Эти элементы используются в случае, когда необходимо увеличить тормозной момент ПЧ или при частых включениях и выключениях, а также при пуске высокоинерционных нагрузок |
| Фильтр радиочастотных помех | Этот элемент уменьшает помехи, генерируемые на выходе ПЧ (возможно использование на входе и выходе) |
| Выходной (моторный) дроссель для уменьшения колебаний | Пуск двигателя с помощью ПЧ генерирует колебания большие, чем при пуске от промышленной электросети. Этот элемент, установленный между ПЧ и двигателем, уменьшает пульсации (неравномерность) момента. Если длина кабеля между ПЧ и двигателем велика, принимаются соответствующие меры для функционирования теплового реле |
| LCR-фильтр | SIN-фильтр на выходе ПЧ |

Структурная схема станции управления представлена на рис. 13.



Рис. 13 – Структурная схема станции управления.

**10. Связь преобразователя частоты с персональным компьютером**

Программное обеспечение VFD-Setup представляет собой мощный инструмент для эксплуатации преобразователя частоты. Это программное обеспечение работает под Windows и позволяет эксплуатировать преобразователь частоты с помощью обычного персонального компьютера.

Имеется возможность налаживать, эксплуатировать и контролировать несколько преобразователей частоты – параллельно через сеть или с помощью компьютера или ноутбука.

Для связи между преобразователем частоты и компьютером используется либо сеть RS485, либо непосредственное соединение с помощью переходного кабеля SC-FR PC, предлагаемого отдельно.

***Особенности:***

1. Одно программное обеспечение позволяет одновременно эксплуатировать до 32 преобразователей частоты.
2. Простое согласование параметров благодаря общим и функциональным обзорам.
3. Индикация данных, аналоговое отображение, осциллографическое отображение и индикация тревожной сигнализации с помощью хорошо понятных функций индикации.
4. Испытательный режим для имитации рабочих условий и согласование с помощью функции автонастройки.
5. Параметры можно сохранять на персональном компьютере и распечатывать на принтере.
6. Обширный оперативный справочник, отвечающий на вопросы по наладке и эксплуатации.

Для связи преобразователя частоты с компьютером требуется конвертор портов RS232 в RS485. Для этого используем преобразователь интерфейса IFD8500.

***Технические характеристики преобразователя интерфейса IFD8500:***

1. Напряжение питания: +9 …+30 В постоянного тока.

2. Потребляемая мощность: 1.2 Вт.

3. Гальваническая изоляция: 3000 В постоянного тока.

4. Скорость передачи: до 115.2 кбит/сек.

5. RS-232: разъем 9pin D-SUB (гнездо).

6. RS-422/485: клеммная колодка с винтовыми зажимами.

7. Габаритные размеры, мм: 102х71х22.

8. Масса: 130 г.

Схема соединения преобразователя частоты с персональным компьютером показана на рис. 14.



Рис. 14 – Схема соединения ПЧ с персональным компьютером.

**Заключение**

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что применение частотно-регулируемого электропривода является экономически выгодным и эффективным. Поэтому необходимо использовать его повсеместно для получения продукции самого высокого качества без лишних затрат на электроэнергию и ремонты приводных электродвигателей.

**Список использованных источников**

1. Москаленко В.В. Электрический привод: Учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. Образования. - М.: Мастерство: Высшая школа, 2000. - 368 с.
2. Трехфазный привод. Основы. - KEB Antriebstechnik GmbH, Германия, 1996. - 88 с.: ил.
3. Материалы с диска “ООО “ВЭМЗ - Спектр””.
4. Материалы с сайта <http://www.eltp.ru/>.
5. Материалы с сайта <http://www.chastotnik.info/>.