

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.

Г.В. Леонов, директор МУП «Водоканал», г. Омск;

В.П. Рахлин, начальник службы АСУ МУП «Водоканал», г. Омск;

А.П. Усачев, технический директор ООО "Сибирь-Мехатроника", г. Новосибирск.

Нет необходимости в настоящее время говорить о целесообразности внедрения частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) для управления производительностью насосных агрегатов. За последнее десятилетие ЧРП в России из разряда «экзотического» перешел в разряд широко используемого, надежного оборудования.

В настоящей статье речь пойдет об опыте внедрения и совершенствования оборудования ЧРП, специально ориентированного для насосных станций, в тесном взаимодействии потребителя с одним из разработчиков-изготовителей данного оборудования.

На сегодняшний день установочная мощность ЧРП, работающих в МУП «Водоканал» г. Омска, составляет приблизительно 3 МВт.

Результаты энерго- и ресурсосбережения от применения ЧРП в г. Омске не отличаются от таких результатов в водоканалах других городов, поэтому здесь на них не останавливаемся. Отметим, что в среднем ресурс насосов, работающих от ЧРП, повышается не менее, чем в 1,5 раза. Экономия электроэнергии на ВНС составляет 20-40%, экономия электроэнергии на КНС зависит [1] от гидравлического режима насосной станции и может вообще отсутствовать.

Инициативно МУП «Водоканал» начал рассматривать вопросы, связанные с внедрением ЧРП на насосных станциях в 1995г., в период, когда стали реально появляться первые преобразователи частоты для управления асинхронными электродвигателями напряжением 0,4 кВ соответствующей мощности.

Перед специалистами МУП "Водоканал" встал один из основных вопросов – с чего начинать, чье оборудование устанавливать (отечественное или импортное), с кем работать? Практического опыта внедрения появившейся новой техники и работы с ней не было ни у предприятия, ни у проектных, ни у монтажных и пусконаладочных организаций. Решено было начинать работать с предприятием, готовым взять на себя весь комплекс работ по внедрению и дальнейшему совершенствованию оборудования в применении к насосным станциям.

В результате, в 1996 г. началось сотрудничество с предприятием ООО «Сибирь-Мехатроника», сфера деятельности которого - разработка ЧРП, их производство, выполнение проектов внедрения, монтаж, пуско-наладка, обслуживание. Это сотрудничество успешно продолжается и по сей день.

Полученный опыт внедрения и эксплуатации первых ЧРП подтвердил практическую эффективность частотного регулирования производительности насосных агрегатов, как на повысительных водопроводных, так и на канализационных насосных станциях.

Однако он же и показал необходимость создания **станций частотного управления группой насосных агрегатов (СЧУ)**.

В результате, совместно со специалистами предприятия «Сибирь-Мехатроника» были разработаны принципы построения такой станции и алгоритмы группового управления насосными агрегатами, которые легли в основу СЧУ первого поколения серии СЧ300.

Накопленный опыт эксплуатации СЧУ серии СЧ300 позволил сформулировать требования к станции следующего, II-го поколения - серии СЧ400, в основу которых был заложен комплексный подход. СЧ400 спроектирована и выпускается с 1998г. как комплектное технологическое оборудование с широкими возможностями адаптации к различным насосным станциям и технологическим функциям.

На рис. 1 приведена базовая функциональная схема включения станции в технологическую систему управления насосными агрегатами.

Следует сказать, что число управляемых насосных агрегатов от одной станции было ограничено на уровне трех агрегатов, прежде всего, из эксплуатационных соображений и обеспечения надежности.

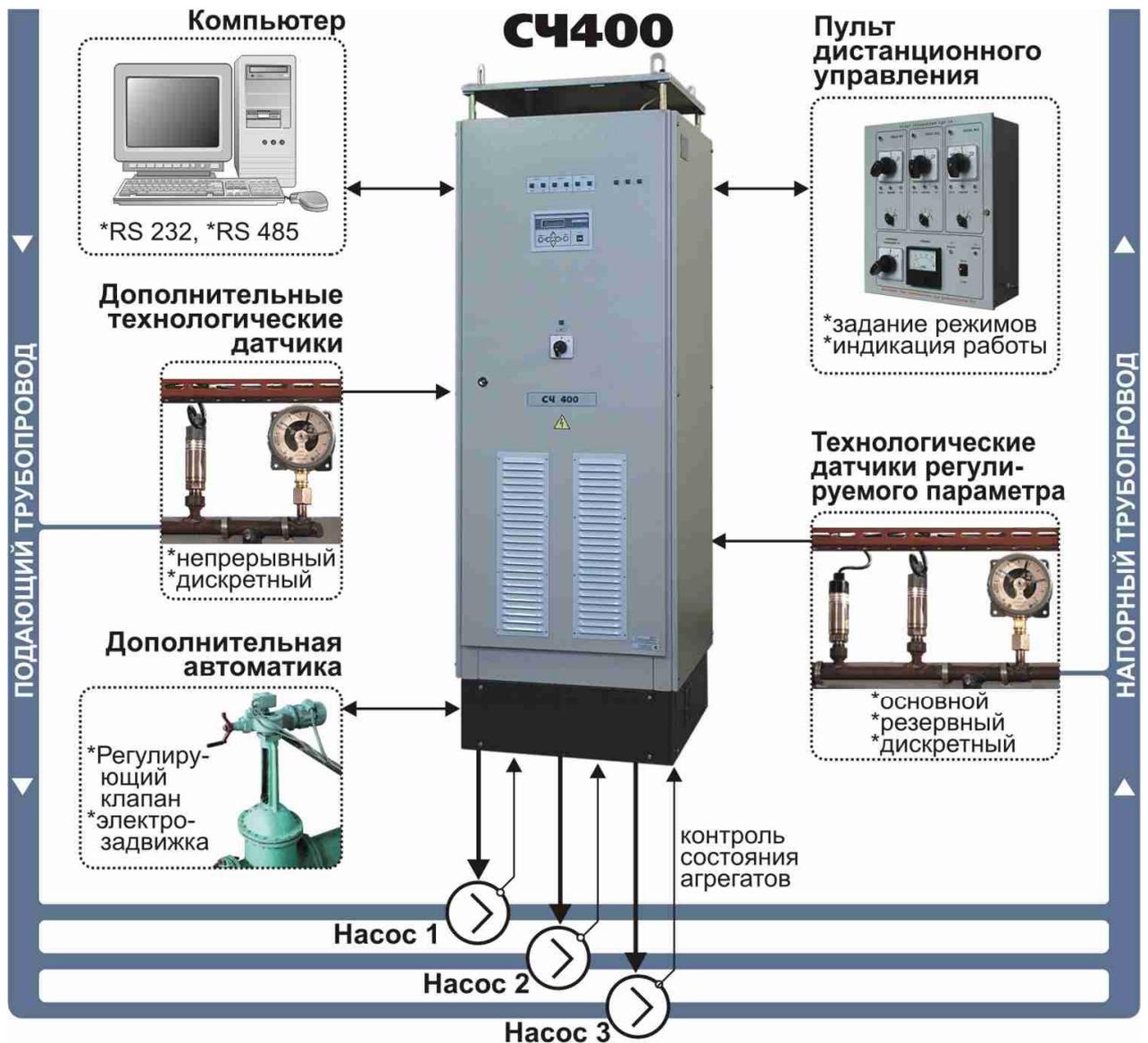


Рис. 1. Базовая функциональная схема включения станции в технологическую систему управления насосными агрегатами.

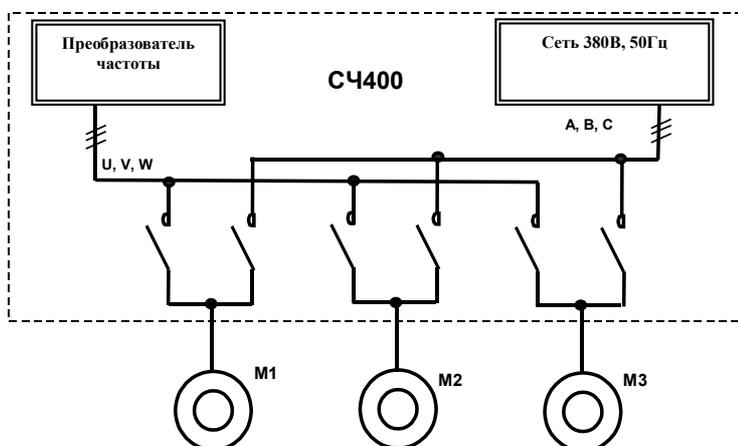


Рис. 2. Функциональная схема группового управления СЧУ.

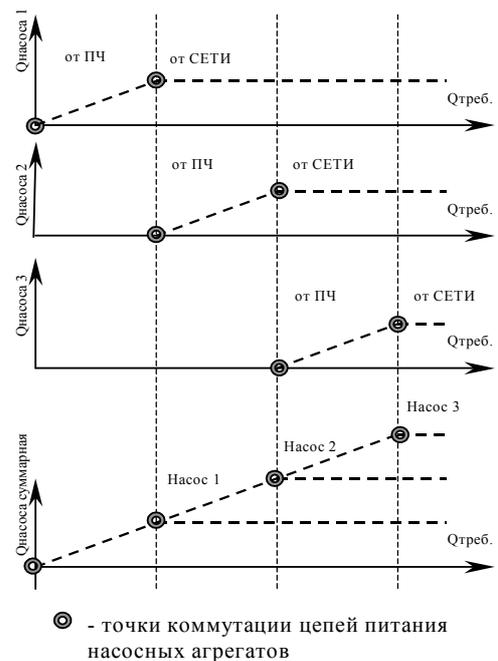


Рис. 3. Диаграммы группового управления для последовательной схемы работы насосных агрегатов в СЧ400.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СТАНЦИЙ СЧ400.

Основными силовыми элементами станции СЧ400 являются преобразователь частоты и коммутационная аппаратура группового управления тремя насосными агрегатами (Рис.2). С помощью коммутационной аппаратуры каждый насосный агрегат может быть подключен либо непосредственно к сети, либо к выходу преобразователя частоты.

Принцип действия заключается в согласованном управлении преобразователем частоты и коммутационной аппаратурой в функции требуемой производительности насосных агрегатов $Q_{\text{треб.}}$.

Для увеличения числа управляемых насосных агрегатов свыше 3 предусмотрен канал согласования работы двух станций СЧ400 между собой.

ЗАКОНЫ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ В СЧ400.

1. Управление по параллельной схеме: 1 рабочий + 2 резервных

В работе находится всегда один насосный агрегат. При неисправности рабочего насосного агрегата, станция осуществляет автоматический переход на резервный.

2. Управление по последовательной схеме: 1 основной + 2 дополнительных

В работе одновременно может находиться до 3-х насосных агрегатов. Станцией осуществляется автоматическое изменение числа работающих насосов при их недостаточной или избыточной производительности. В СЧУ заложено три основных алгоритма управления группой насосов. Один из алгоритмов переключений поясняют диаграммы - рис. 3.

Полная функциональная схема силовых цепей СЧ400 приведена на рис. 4. Здесь же показаны выпускаемые исполнения по комплектности и функциональному назначению составных частей.

ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ СТАНЦИИ:

Шкаф АВР питания (дополнительное оборудование - в состав основного комплекта не входит) обеспечивает:

- автоматическое включение резервного питания СЧ400,
- независимый контроль фидеров;
- выбор основного / резервного фидера ;
- автоматическая / ручная работа;
- защита СЧ400 от грозовых и коммутационных всплесков со стороны сети.

Основной электрошкаф СЧ400:

- преобразователь частоты;
- управляющий контроллер;
- пульт пользователя;
- вторичные цепи группового управления;
- входная коммутационно-защитная аппаратура,
- элементы электромагнитной совместимости;
- источники питания технологических датчиков;
- пульт оперативного дистанционного управления.

По комплектности выпускаются три основных исполнения, выделенных пунктиром на рис.2.

Коммутационная аппаратура группового управления КА:

♦ **КА2** – дополнительная коммутационная аппаратура подключения насосных агрегатов к ПЧ. Предназначена для установки на действующие объекты без демонтажа существующей схемы управления насосными агрегатами непосредственно от сети. Содержит разъединители для ремонтно-регламентных работ. Выпускаются три исполнения по числу каналов ($\times 1$; $\times 2$; $\times 3$).

♦ **КА3** - коммутационная аппаратура индивидуального подключения каждого насосного агрегата либо к ПЧ, либо непосредственно к сети. Предназначена для установки на новые и действующие объекты с демонтажем существующей схемы. Содержит цепь КА2 и типовую схему питания двигателя от сети с органами ручного резервного управления, монитор тока с защитными функциями при питании двигателя от сети.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И СЕРВИСА СЧ400.

ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРОМ.

- ♦ Автоматическое поддержание технологического параметра равным заданному значению путем плавного изменения производительности насосных агрегатов (как для нагнетающих систем, так и для откачивающих)
- ♦ Формирование оператором заданного значения технологического параметра по суточным графикам отдельно для выходных и будних дней либо по периодическим временным графикам (в основном для канализационных насосных станций)
- ♦ Возможность подключения и работы по двум датчикам технологического параметра
 - основной + резервный,
 - регулирование по разности/сумме сигналов,
 - корректировка режима работы станции по дополнительному параметру.

ФУНКЦИИ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНЫМИ АГРЕГАТАМИ.

- ♦ Управление тремя агрегатами по параллельной или последовательной схеме
- ♦ Три алгоритма управления при последовательной схеме работы (последовательное частотное регулирование каждого насосного агрегата по заданной очередности или «по кольцу»; частотное регулирование одного агрегата + включение/отключение дополнительных агрегатов)
- ♦ Согласованное управление напорными задвижками
- ♦ Индивидуальная настройка на каждый агрегат
- ♦ Возможность изменения очередности работы агрегатов «на ходу»

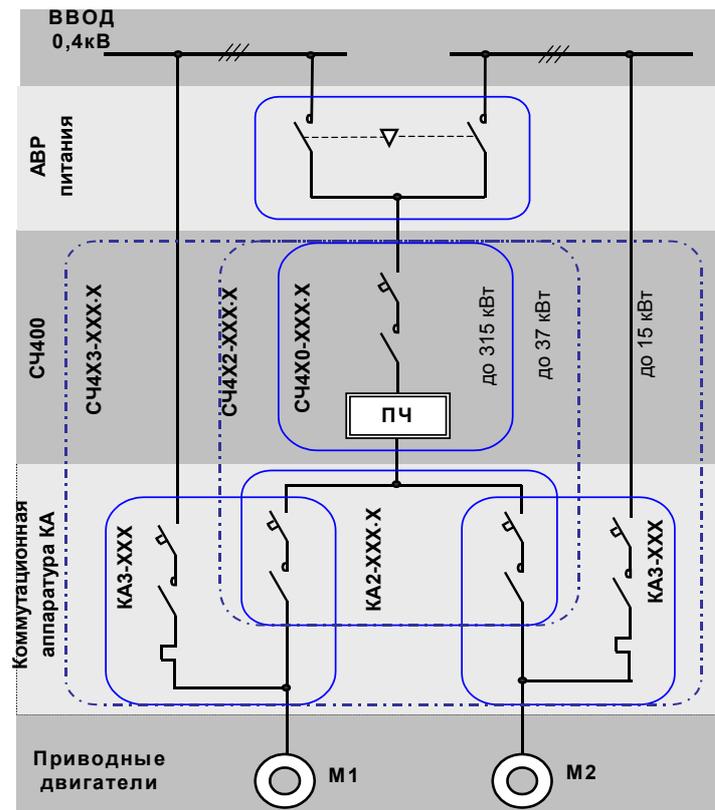


Рис. 4. Полная функциональная схема силовых цепей СЧ400 (для двух каналов)

ФУНКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ.

- ♦ Автоматический запуск / останов при достаточном / недостаточном давлении на всасе / уровне в резервуаре
- ♦ Аварийный останов при превышении технологическим параметром критических значений (уставок по min и max значениям)
- ♦ Контроль состояния насосных агрегатов по индивидуальным дискретным датчикам и токовой нагрузке двигателя; автоматическое отключение неисправного агрегата

ФУНКЦИИ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ.

- ♦ Возможность управления каждым насосным агрегатом либо от СЧ400, либо по резервной схеме непосредственно от сети

ФУНКЦИИ БЕЗЛЮДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ.

- ♦ Самозапуск по питанию
- ♦ Автоматическое включение резервного насосного агрегата
- ♦ Автоматическое включение резервного технологического датчика
- ♦ Автоматическое повторное включение при срабатывании защит
- ♦ Архив причин отключений
- ♦ Работа с АСУ ТП верхнего уровня

СЕРВИС

- ♦ Индикация, регистрация и отображение текущей информации
- ♦ Два уровня меню
 - эксплуатационный (для оператора),
 - инженерный (программирование)
- ♦ Программирование и настройка с помощью компьютера (РС – 4-х канальный осциллограф)
- ♦ Коммуникационный интерфейс для передачи данных и управления

Опыт сотрудничества с предприятием разработчиком-изготовителем СЧУ считаем чрезвычайно эффективным. В результате этого сотрудничества появилось оборудование, потребительские свойства которого максимально адаптированы под нужды водоканалов.

Часть таких свойств крайне важна – это прежде всего эксплуатационная надежность, устойчивость оборудования к броскам в силовой сети, это возможность управления по произвольно задаваемому суточному графику, это возможность работы с резервированием датчиков, индивидуальная настройка на параметры электродвигателей разных насосных агрегатов.

В настоящее время МУП «Водоканал» г. Омска и ООО «Сибирь-Мехатроника» ведутся совместные работы над созданием СЧУ следующего поколения – серии СЧ500.

Станция частотного управления СЧ500 планируется как комплекс локальной АСУ ТП, ведущей контроль и управление оборудованием всей технологической цепочки насосной станции. СЧ500 ориентирован, прежде всего, на относительно крупные водопроводные и канализационные насосные станции. Поэтому на базе СЧ500 предполагается комплектовать как низковольтные ЧРП, с питанием от сети 380 В, так и высоковольтные установки для управления приводами насосного оборудования от сети до 6000 В.

Литература: 1. Г.В. Леонов, В.П. Рахлин, «Энергосбережение и управление регулируемым приводом на канализационных насосных станциях», Журнал ВСТ №7, 2003 г.