

Эффективность инвестиций в системы частотного регулирования на объектах Водоканала

Инженерный центр
«Автоматизация ресурсосберегающих технологий»
Генеральный директор
к.т.н., МВА, Зобов Игорь Борисович

Материал подготовлен в 2013 году.

О частотном регулировании

Отношение специалистов Водоканалов России к частотно-регулируемому электроприводу за прошедшие 10 лет в целом сменилось с «недоверчивого» на «позитивное». Субъективными причинами можно считать большой объём и доступность информации (как технического характера, так и маркетинговой), накопленный личный опыт, опыт коллег и т.д.

Объективным фактором является рост стоимости электроэнергии. Выполняя ТЭО применения технологии частотного регулирования в начале 2000-х годов, мы ориентировались на тариф 0,5 руб. за 1 кВт*час. Сегодня в некоторых регионах цена электроэнергии возросла в 5 – 7 раз.

Несмотря на большой парк преобразователей частоты (ПЧ) на объектах Водоканалов, потенциал энергосбережения остается значительным. Например, в Волгограде на ВНС 2,3,4 подъёмов установленная мощность электродвигателей составляет примерно 42 МВт (машины мощностью от 30 до 1250 кВт). Рассчитанное при выполнении ТЭО среднегодовое снижение энергопотребления – 12 млн. кВт*час. При затратах на оплату электроэнергии 2,5 руб/кВт*час экономия в денежном выражении достигает 30 млн.руб.

Правильно спроектированные системы электропривода с ПЧ могут сократить расход электроэнергии на 20—70% в зависимости от режимов работы технологической установки. Неправильно спроектированные системы зачастую приносят проблемы. В наибольшей степени это относится к системам с высоковольтными электродвигателями.

О системах частотного регулирования.

Применение частотного регулирования электродвигателя может вызвать ухудшение энергетических показателей. Классический пример такой инженерной ошибки – стабилизация уровня в приёмном резервуаре канализационной насосной станции (КНС) частотно-регулируемым приводом насоса. При малых притоках ночью насос стремится поддерживать уровень, работая без остановок и с низким КПД. Потребленная при этом электроэнергия «перекрывает» экономию от частотного регулирования и оптимизации напора в дневное время.

Приведенный пример не означает, что частотное регулирование на КНС нецелесообразно. Напротив, использование адаптивного алгоритма управления откачкой (стабилизация уровня при «больших» притоках и стабилизация частоты при «малых» притоках) нередко дает экономию от 30 до 40 %. Мы хотим подчеркнуть, что ПЧ как таковой не является панацеей.

Большинство объектов Водоканала работают при автоматическом или автоматизированном управлении технологическим оборудованием. Применение ПЧ предполагает построение системы, обеспечивающей управление объектом в нормальных режимах (установившихся и переходных), ненормальных условиях, а также защиту или остановку при угрозе аварии. Такая «система частотного регулирования» (СЧР) предполагает наличие подсистем:

- сбора, первичной обработки и распределения информации, получаемой от датчиков, исполнительных механизмов, других автономных систем;
- представления информации о взаимодействии пользователей с СЧР;
- управления приводами электродвигателей, исполнительных механизмов задвижек, регулирующих органов, выключателей и др.;

- автоматического регулирования, логического и программного управления, технологических блокировок, защит и защитных блокировок;
- накопления и архивирования информации;
- самоконтроля и самодиагностики и др.

Система частотного регулирования представляет собой совокупность основного и вспомогательного оборудования преобразовательного звена, технических и программных средств, реализующих заданный набор потребительских функций.

Об областях применения систем частотного регулирования на объектах Водоканала.

Очевидными областями применения СЧР считают повысительные насосные станции, работающие с переменной нагрузкой в течение суток и/или в течение года.

Вместе с тем, при обследовании объектов нередко выявляются ПНС, на которых использование преобразователей частоты не будет оптимальным решением. Альтернативой оказываются замена насосных агрегатов, корректировка уставок поддерживаемого давления, групповое управление насосами и др.

«Заведомо неэффективным» называют использование СЧР на насосных станциях первого подъема, работающих на резервуары. Вместе с тем, на водозаборе «Солза» в Северодвинске (насосы с синхронными электродвигателями 800 кВт, 6 кВ) получена среднемесячная экономия электроэнергии 160 тыс. кВт*час. Это объясняется особенностью водозабора – расстоянием в 18 километров от станции первого подъема до очистных сооружений. При этом динамические потери настолько значительны, что их оптимизация при частотном регулировании дает ощутимый эффект.

Насосные агрегаты канализационных насосных станций работают в повторно-кратковременном режиме достаточно экономично. В то же время, часть КНС имеют выпуски протяженностью в несколько километров. Применение СЧР на них также даёт существенный эффект (например, КНС «Юго-Западная» в Нижнем Новгороде с асинхронными электродвигателями 500 кВт, 0,69 кВ).

Таким образом, принимая решение о целесообразности применения технологии частотного регулирования, необходимо анализировать большое количество исходных данных и выполнять прогнозные энергетические расчеты. В этом помогают отработанные методики обследования объектов и алгоритмы подготовки ТЭО.

Об эффективности инвестиций и сроках окупаемости СЧР.

Предположим, технологический объект управления выбран правильно и «потенциал энергосбережения» очевиден. Гарантирует ли это эффективность инвестиций и низкие сроки окупаемости затрат? Практика показывает, что на это влияет множество факторов.

Постановка задачи при проектировании системы частотного регулирования.

Неверная постановка задачи автоматизации снижает инвестиционные показатели. Характерная ошибка – использование стандартного для ПЧ макроса «Управление насосами и вентиляторами» при переразмеренных по напору насосах. Макрос предполагает простое и надежное решение: один насос частотно-регулируемый, остальные по мере необходимости включаются на сеть 50 Гц. Если оказывается, что при включении на сеть двигатель насоса перегружается, оператор прикрывает напорную задвижку или регулирующей клапан. При этом удельный расход электроэнергии возрастает, а все показатели ухудшаются.

Топология создаваемой системы.

СЧР могут управлять одним или несколькими нагнетателями, «отвечать» за один или несколько технологических параметров, управлять или не управлять запорно-регулирующей арматурой, работать в автоматическом режиме или предполагать вмешательство оператора, функционировать автономно или входить в иерархическую АСУ ТП и т.д. Наконец, в качестве приводных двигателей могут использоваться асинхронные или синхронные машины с напряжением до 1000 В или свыше 1000 В.

Все это влияет на топологию системы, которая в свою очередь определяет первоначальные затраты, эксплуатационные затраты, достигаемый эффект.

Даже в простейшем случае частотного регулирования одного насоса с высоковольтным электродвигателем возникают альтернативы:

- заменить высоковольтный двигатель на низковольтный;
- организовать «двухтрансформаторную» схему с низковольтным ПЧ;
- применить высоковольтный ПЧ.

В последнем случае добавляются свои альтернативы:

- ПЧ по схеме «многоуровневый ШИМ»;
- ПЧ на базе инвертора тока;
- бестрансформаторный ПЧ с входной цепью «AFE» и др.

А как быть, если в состав насосной станции входят агрегаты с разными номинальными параметрами, с разными двигателями, и необходима их параллельная работа?

Выбор топологии – зачастую непростая и очень ответственная задача.

Используемое оборудование.

Стоимость оборудования и материалов в СЧР для насосных станций обычно составляет более половины первоначальных затрат. «Другая половина» - это стоимость проектирования, программирования, монтажа, наладки, обучения персонала.

Не всегда снижение затрат на оборудование приводит к потере качества. Например, автоматизируя насосную станцию 1 подъёма во Пскове (синхронные электродвигатели 400 кВт, 6 кВ) удалось применить стандартные маслонаполненные трансформаторы. При этом цена комплекта оборудования преобразовательного звена на базе оборудования Vacon вместе с работами оказалась ниже стоимости высоковольтного преобразователя китайского производства.

Вместе с тем, сэкономив на коммутационной аппаратуре, можно получить как минимум проблемы с отключением преобразователей, ложными срабатываниями защит и др. Известны примеры, когда такая экономия привела к пожару, уничтожившему систему.

Алгоритмы автоматической работы СЧР.

Правильно спроектированная СЧР может быть неправильно настроена. В результате оказывается, что в «обычном» режиме технологические нагрузки обеспечивает один насос, а в «частотном» - два. Работая даже на холостом ходу, дополнительный агрегат расходует электроэнергию и снижает «экономический эффект».

Действия операторов.

Если СЧР задумана как автоматизированная система, то небрежно задаваемые оператором режимы увеличивают удельный расход электроэнергии, и наоборот, правильные действия дают дополнительную экономию. Если нет возможности автоматически контролировать параметры в «диктующей точке» у потребителей, то приходится считаться с влиянием человеческого фактора на показатели СЧР.

Например, изменение уставки поддерживаемого давления с 4,8 до 4,0 кг\см² на небольшой ПНС (расход 20 тыс. м³/сутки; электродвигатели 75 и 90 кВт, в работе от 1 до 3-х насосов) снижает удельную норму с 0,24 до 0,21 кВт*час/м³. За годовой период это даёт дополнительную экономию до 700 тыс. руб.

Изменения технологических нагрузок в процессе эксплуатации СЧР.

Такие изменения могут обусловить штатные режимы работы СЧР. Поскольку срок полезного использования системы составляет 10 – 15 лет, целесообразно прогнозировать изменения нагрузок изучать на этапе проектирования. Например, эффективная СЧР ПНС со временем, при развитии городской застройки, может оказаться ненужной. Вместе с тем, размещение оборудования в составе низковольтного комплектного устройства позволяет переместить его на новый объект и продолжить работу.

Нарушение регламентов технического обслуживания

Нарушение простых правил и регламентов технического обслуживания приводит к остановке системы и/или к отказу ПЧ.

Достаточно подать сжатый воздух в область вентилятора для «продувки», чтобы забить грязью каналы и спровоцировать перегрев ПЧ.

Отсутствие ППО неизбежно сокращает срок службы преобразователя, и наоборот. На Витебском водоканале водозаборы «Лучеса», «Песковатик», «Витьба» с высоковольтными электродвигателями работают без аварий почти 10 лет (Фото).



Преобразователь частоты Vacon CX в «двухтрансформаторной» схеме включения (система 630 кВт, 6 кВ).

Наконец, «нельзя автоматизировать беспорядок».

На одном из крупных объектов было неверно выполнено заземление. При этом ПЧ (980 кВА, 6 кВ) периодически останавливался, и в итоге вышел из строя. Инвестиции в десятки миллионов рублей оказались «замороженными».

Названные выше и другие факторы влияют на инвестиционные показатели (простой и дисконтированный срок окупаемости, внутренняя норма доходности IRR, чистая приведенная стоимость денежного потока NPV и пр.). Эффективность инвестиций достигается при использовании методов управления проектами.

При действующих сегодня тарифах на электроэнергию, «рядовыми» показателями для СЧР объектов Водоканала являются IRR = 30 – 50 %; простой срок окупаемости 2 – 4 года.

В этом легко убедиться, «прикинув» простой срок окупаемости 1 кВт установленной мощности ПЧ (Таблица).

Таблица. Оценка простого срока окупаемости ПЧ и СЧР.

Установленная мощность ПЧ на насосной станции	кВт	1
СЧР снижает потребляемую активную мощность на 30%	о.е.	0,3
Стоимость одного кВт*час электроэнергии	руб.	2,5
Продолжительность работы СЧР в течение года	час	8 700
Годовое снижение затрат за счет работы ПЧ	кВт*час	6 525
Стоимость одного кВт установленной мощности ПЧ	руб.	3 000
Простой срок окупаемости ПЧ	лет	0,5
Стоимость одного кВт установленной мощности СЧР	руб.	15 000
Простой срок окупаемости НКУ СЧР	лет	2,3

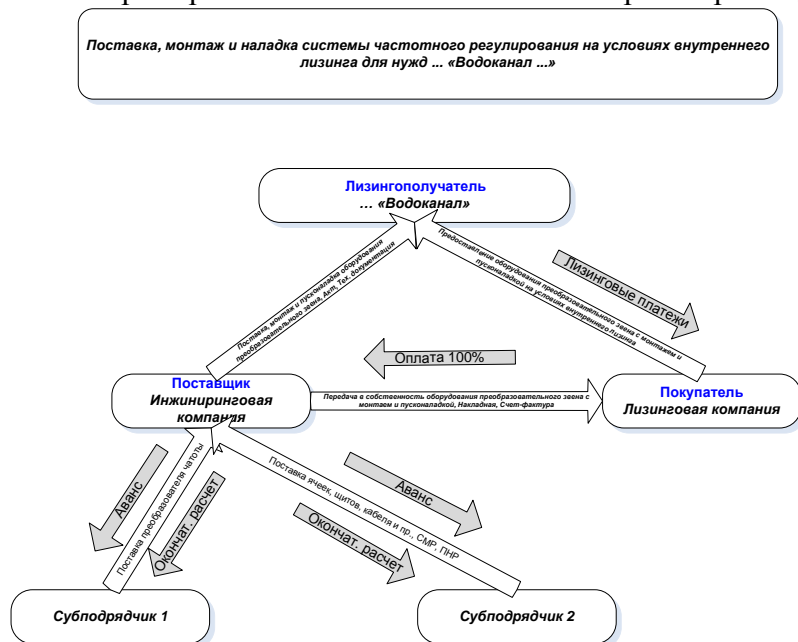
О финансировании проектов СЧР.

При таких показателях реально привлечение заемных средств. Расходы на инвестиции в СЧР погашаются посредством экономии на энергоресурсах в пределах срока финансирования, другими словами применяется финансовый инструмент «с нулевой себестоимостью».

При стоимости проекта в несколько десятков миллионов рублей интерес к сотрудничеству проявляют лизинговые компании. Лизинг используется в условиях малодоступности кредитов, что характерно для многих муниципальных предприятий.

Взаимоотношения сторон при реализации проекта СЧР по схеме внутреннего лизинга упрощенно показаны на рисунке 1.

Рис 1. Пример «схемы взаимоотношений сторон» при создании СЧР.



Для инвестора важны такие особенности СЧР, как:

- ясная природа снижения затрат электроэнергии;
- легко измеряемые показатели экономии;
- большой срок полезного использования;
- широкий диапазон цен;
- низкие риски.

Заключение

Применение преобразователей частоты на объектах Водоканала в большинстве случаев безусловно полезно.

Высокая эффективность инвестиций в системы частотного регулирования достигается комплексом организационных и технических мероприятий, выполняемых на всех стадиях жизненного цикла проекта.

Инженерный центр «АРТ» предлагает полный спектр решений СЧР, оборудования и профессиональных услуг.

ЗАО «Инженерный центр Автоматизация ресурсосберегающих технологий»

г. Санкт – Петербург ул. Таллинская, д. 7-А

+ 7 (812) 445 24 22

+ 7 (812) 445 23 47

E-mail:

office@ic-art.ru

<http://www.ic-art.ru>