



ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В КВАРТАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ДМИТРИЙ ШКОЛЬНИКОВ
mail@shkolnikov.org

Повышение энергоэффективности является ключевой задачей развития российской экономики. В полной мере относится это и к сфере ЖКХ, в особенности к отрасли теплоснабжения. Ведь только в Москве на коммунальные нужды уходит около 60% всей производимой тепловой энергии и более 25% — электрической. Регионы не отстают, а подчас даже опережают столицу по затратам. Кардинально изменить ситуацию позволяет использование регулируемых схем энергоснабжения.

ОТДАЕМ ТЕПЛО

С момента принятия Федерального закона «Об энергосбережении» в 2009 г. на территории всей страны разворачиваются масштабные действия по реконструкции и реорганизации тепловых сетей. Вновь построенные и уже эксплуатируемые здания оснащаются автоматическими индивидуальными тепловыми пунктами и управляемыми насосными узлами с погодозависимым регулированием. В итоге потребление тепла становится динамическим. Соответственно, на источниках теплоты также необходимо изменять его подачу таким образом, чтобы в сети не циркулировал перегретый теплоноситель. В большинстве случаев вопрос решается дросселированием: в систему с перекачиваю-

щими насосами ставятся специальные задвижки, которые уменьшают расход воды.

У названного способа есть ряд недостатков:

- Сложности в применении, обслуживании, эксплуатации. Во-первых, асинхронные двигатели насосов подключаются к электрической сети напрямую. Во-вторых, дополнительные дроссели и клапаны нуждаются в системе управления.
- Давление в линии меняется не оперативно и ступенчато, что обуславливает низкий диапазон регулирования.
- «Прямой» пуск асинхронных двигателей насосных агрегатов из-за высоких значений пусковых токов в сети губителен для

двигателей и повышает вероятность возникновения гидроударов в трубопроводах.

Кроме всего вышеперечисленного, дросселирование неэкономично. Даже при отсутствии потребления насосы продолжают работать «на заслонку», попусту перегоняя теплоноситель. Бессмысленно тратятся и тепло, и электроэнергия.

Вот и получается, что потребители в лице управляющих компаний и ТСЖ устанавливают в домах автоматику и экономят на своих объектах, а теплосети, ставшие заложниками энергосбережения, платят генерирующим компаниям за неиспользуемые излишки.

Ситуацию усугубляет и опережающее развитие городской инфраструктуры. Строится все больше

зданий, а значит, увеличивается и потребление тепла. Чтобы обеспечить нужды мегаполиса, приходится вводить новые генерирующие мощности. На подобные мероприятия не всегда хватает средств.

Выход заключается в регулировании частоты вращения рабочих колес циркуляционных насосов в зависимости от динамически меняющегося расхода теплоносителя на объектах теплоснабжения. В этом случае агрегаты будут давать именно такой напор, который необходим, а значит, сократятся потери, что позволит не переключать генерирующим компаниям. Кроме того, тепловые сети смогут более эффективно использовать имеющиеся резервы и уменьшить потребность в строительстве новых ЦТП и котельных.

ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Об эффективности регулирования режимов работы циркуляционных насосов путем изменения частоты вращения их рабочих колес известно давно. Однако долгое время такой способ не был популярен ввиду отсутствия надежных и недорогих регулируемых электроприводов, а также сравнительно низких цен на электроэнергию (не было нужды экономить). Ситуация существенно изменилась за последние 15–20 лет в связи с ростом цен на энергоресурсы. Кроме того, на рынке появился ряд доступных и совершенных технических средств для управления асинхронными двигателями, в частности, преобразователей частоты (ПЧ).

По утверждениям специалистов теплотехнической отрасли, применение ПЧ с насосами дает возможность плавного пуска агрегатов. Это, в свою очередь, ведет к:

- устранению гидроударов в системе, возникающих при прямом пуске от сети электродвигателей насосов;
- снижению износа циркуляционного агрегата, исполнительных механизмов, запорно-регулирующей арматуры, инженерной системы в целом;
- снижению износа коммутационной аппаратуры;
- снижению мощности источника питания и сечения кабеля электропитания.



Вместе с тем установка ПЧ может иметь и отрицательные последствия, так как возникает выброс гармонических искажений в сеть. Сегодня на рынке представлены разнообразные решения для устранения данной проблемы: пассивные и активные фильтры, 12-пульсные приводы и т. д. Оптимальным вариантом является использование комплексных решений, например преобразователей частоты (ПЧ) VLT HVAC Basic (рис. 1) со встроенным дросселем на звене постоянного тока. В этом случае нет необходимости приобретать внешний фильтр гармоник, что дает 10% экономии на стоимости преобразователя.

Принципиальная схема подключения ПЧ при использовании с циркуляционным насосом приведена на рис. 2. Она предусматривает ручной перевод ПЧ на байпас¹, а также попеременное включение рабочего и резервного насосов для обеспечения равномерной наработки. Переход между режимами осуществляется с помощью реверсивного рубильника QS2–QS4 («работа от ПЧ» — работа напрямую от сети). При этом алгоритм действий следующий: перевести переключатель SA1 в положение «Выкл.», дождаться остановки насоса и индикации «Стоп» (при работе от ПЧ). Затем отключить рубильник QS1 и переключить QS2–QS4. Поставить ручку SA1 в нужное положение.

Переключение между насосами M1 и M2 осуществляется реверсивным рубильником QS3–QS5 только при отключенном вводном рубильнике QS1 в шкафу управления и остановленных насосных агрегатах.

Блок варисторов, присутствующий на схеме, является необязательным элементом, но он настоятельно рекомендуется к установке для защиты питающей сети от импульсных перенапряжений.

Как показывает практика, оснащение циркуляционных агрегатов преобразователями частоты позволяет сэкономить не менее 30% потребляемой электроэнергии. Помимо общего эффекта энергосбережения за счет снижения частоты вращения двигателя, использование некоторых ПЧ дает дополнительную экономию. Например, частотные преобразователи Danfoss имеют встроенную функцию автоматической оптимизации энергопотребления (АОЕ). С ее помощью привод использует энергии ровно столько, сколько необходимо для нагрузки в данное время. АОЕ позволяет обеспечивать минимальное потребление реактивной составляющей тока двигателя, поддерживая при

РИС. 1. ▲ ПЧ VLT HVAC Basic

¹Ремни питания сетевым напряжением в обход чего-либо. Главной задачей цепи байпаса является выделение конкретного участка линии для последующего ремонта или профилактического обслуживания. Для частотных приводов, согласно действующим нормам, периодичность предупредительного ремонта составляет 5–7 лет.

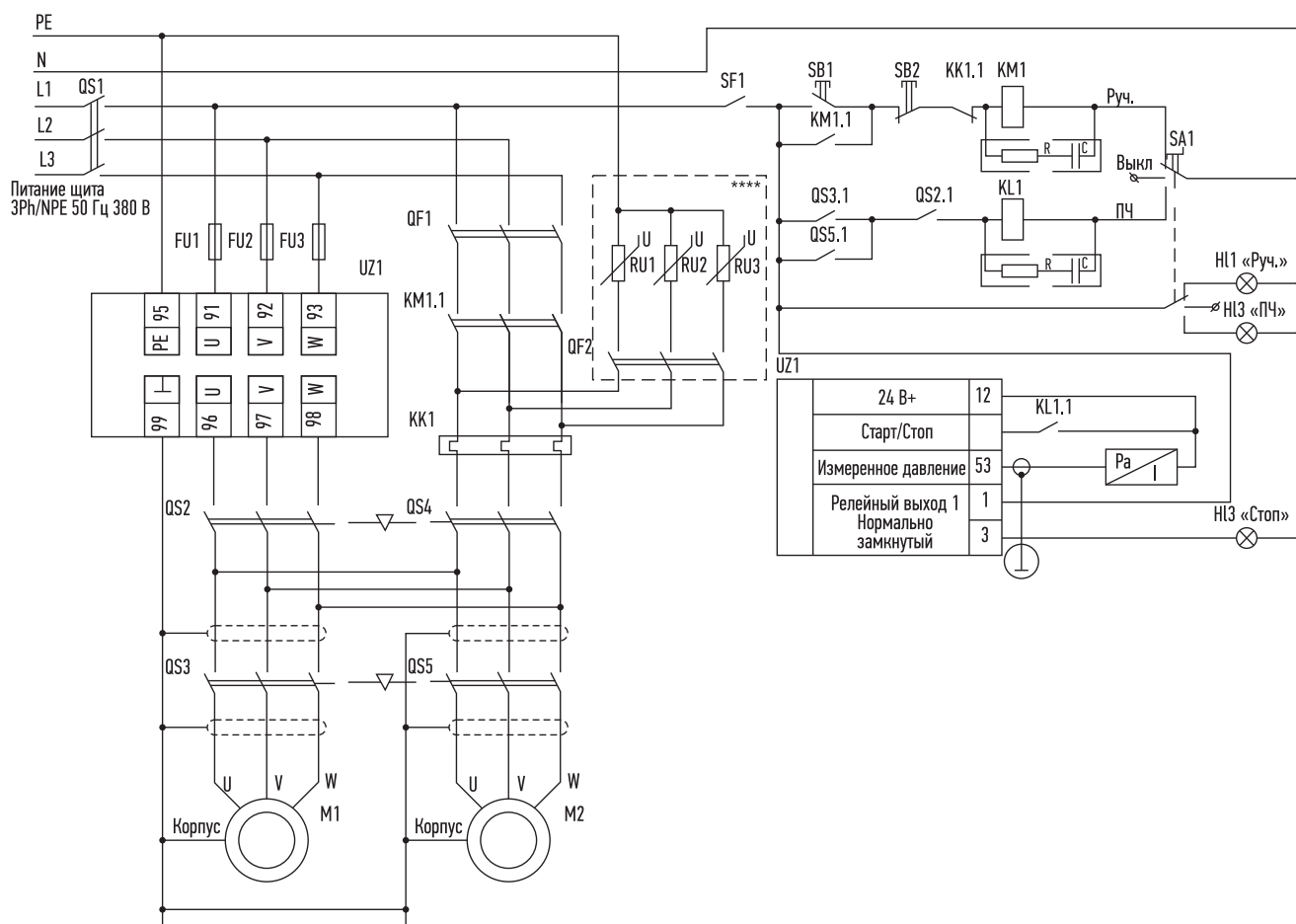
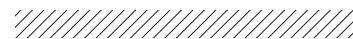


РИС. 2. ▲
Схема автоматизации циркуляционных насосов (рабочего и резервного)

этом требуемый момент, что увеличивает до максимума КПД мотора. В среднем использование АОЕ позволяет дополнительно сэкономить 5–10% электроэнергии.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЧ: ПРИМЕР РАСЧЕТА

Допустим, что имеются два агрегата (рабочий и резервный) мощностью по 10 кВт каждый. Они обеспечивают подачу воды для системы водоснабжения жилого дома. Насосы работают на номинальной мощности только в периоды с 1 ч ночи до 7 ч утра и днем с 10 до 16 ч. В остальное время производительность оборудования составляет 50% от номинала (25 Гц).

Учитывая, что потребляемая мощность электродвигателя прямо

пропорциональна кубу производительности насоса, а КПД насосной установки приблизительно равен 0,6, получим:

Потребляемая мощность = 10 кВт (0,53)/КПД установки (0,6) = 2,1 кВт = 21% (от номинального значения).

Стоимость ПЧ VLT HVAC Basic FC101 мощностью 11 кВт ≈ 43 200 руб. Стоимость 1 кВт электроэнергии ≈ 3 руб.

Экономия за сутки = (10 кВт – 2,1 кВт) × 12 часов = 94,8 кВт.

Экономия за сутки = 3 × 94,8 = 284,4 руб.

Экономия за год = 284,4 руб. × 365 дней ≈ 103 500 руб.

Отдельно посчитаем экономию, которая достигается за счет энергосберегающих характеристик ПЧ Danfoss.

Функция автоматической оптимизации энергопотребления дает 5% экономии, автоматическая адаптация двигателя добавляет 5%, а функция «Сон» дополнительно сберегает 5% энергии.

Общая дополнительная экономия составит 15%.

Экономия за сутки = 3 руб. × 0,15 × 10 кВт × 12 ч = 54 руб.

Экономия за год = 365 × 54 = 19 710 руб. Общая экономия электроэнергии = 103 500 + 19 710 ≈ 123 210 руб.

Экономия на дополнительном конвертере шлюзов достигает 6000 руб. Экономия за счет встроенного дросселя на звене постоянного тока — около 6000 руб.

Экономия за счет встроенного логического контроллера — 4000 руб.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

Перекачивающая насосная станция компании «Фортум»

В рамках реализации инвестиционного проекта по созданию кольцевой схемы теплоснабжения Челябинска Уральской теплосетевой компанией (УТСК)² была произведена реконструкция перекачивающей насосной станции (ПНС) № 4 (рис. 3).

² Является частью ОАО «Фортум» — одного из ведущих производителей и поставщиков тепловой и электрической энергии на Урале и в Западной Сибири

Данное решение было принято в связи с тем, что используемое оборудование устарело и не соответствовало современным требованиям безопасности и энергосбережения.

В результате реконструкции станция была оснащена насосами производительностью 1500 м³/ч каждый, ПЧ Danfoss серии VLT Aqua Drive мощностью 355 кВт каждый, а также современными трансформаторами. Объект полностью автоматизирован и управляется с диспетчерского пункта Челябинских тепловых сетей. В итоге, по свидетельствам специалистов УТСК, электропотребление насосной станции сократилось на 30%.

Кроме того, внедрение ПЧ на ПНС № 4 позволило:

- быстро реагировать на изменения давления в тепловой сети, в том числе при разрывах трубопроводов;
- предотвратить токовые перегрузки двигателей и коммутационного электротехнического оборудования при пусках-остановах насосных агрегатов и обеспечить все виды защит электродвигателей в эксплуатационных режимах;
- значительно снизить кавитационный износ рабочих органов насосов и предотвратить гидравлические удары в трубопроводной сети при пусках-остановах насосных агрегатов;
- снизить уровень аварийности, сократить время простоев и затраты на ремонт гидромеханического и электротехнического оборудования;
- значительно снизить потребление электроэнергии, воды и теплоносителя.

Дома Якутска

В рамках проекта реконструкции центрального теплового пункта (ЦТП) 43-го квартала Якутска был предусмотрен монтаж насосной станции, состоящей из трех агрегатов. Установку планировали оснастить частотно-регулируемым приводом с целью управления насосами в автоматическом режиме без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

Службой эксплуатации ОАО «Нерюнгриэнергоремонт»³ предполагалось приобретение готовой насосной станции. Но специалисты обратили внимание, что в комплектных установках реализованы функции, которые не будут использоваться в процессе эксплуатации. Было принято решение рассмотреть вариант поставки насосной станции отечественного производства на основе импортных компонентов. Сотрудники проектной группы ОАО «Нерюнгриэнергоремонт» обратились с запросом к специалистам компании «ТЭТ-РС» и предложили сотрудничество по вопросу поставки насосной станции на базе преобразователей частоты. Общими силами специалисты двух компаний разработали проект насосной станции для управления тремя насосами на базе ПЧ Danfoss VLT® Micro Drive FC-51 (рис. 4) мощностью 18,5 кВт. Стоит отметить, что данная серия ПЧ имеет по умолчанию встроенные фильтры электромагнитной совместимости (ЭМС), что значительно упростило решение проблемы ЭМС-оборудования.

Как пояснили специалисты эксплуатирующей организации, помимо автоматизации работы насосной станции была достигнута значи-



тельная экономия электроэнергии, а также снижен износ двигателей и увеличен срок их службы.

Очевидно, что России необходима реформа отрасли теплоснабжения. При этом, чтобы привести отрасль в соответствие с современными стандартами энергоэффективности, необходимо пересмотреть подход к организации отпуска тепла абонентам. Осуществить это позволяет использование современного оборудования, в частности, преобразователей частоты. ●

РИС. 3. ▲
Перекачивающая насосная станция «Фортум»



РИС. 4. ◀
ПЧ Danfoss VLT®
Micro Drive

³Образовано в ходе реализации программы реструктуризации ОАО АВ «Якутскэнерго» в рамках реформирования РАО «ЕЭС России».