

Применение частотного регулирования в квартальных системах теплоснабжения

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 году 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 перекачивающими 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 переплачивать 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, с ростом цен на энергоресурсы. Кроме того, на рынке появился ряд доступных и совершенных технических средств для управления асинхронными двигателями, в частности, преобразователи 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 преобразователей частоты 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., – рассказывает Павел Федотов, менеджер по работе с ключевыми клиентами компании «Данфосс», ведущего мирового производителя энергосберегающего оборудования. – Оптимальным вариантом является использование комплексных решений, например, преобразователей частоты VLT HVAC Basic FC101 со встроенным дросселем на звене постоянного тока. В этом случае нет необходимости приобретать внешний фильтр гармоник, что дает 10% экономию на стоимости преобразователя».

Принципиальная схема подключения преобразователя частоты при использовании с циркуляционным насосом приведена на рис. 1. 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»). 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.

¹ Режим 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.

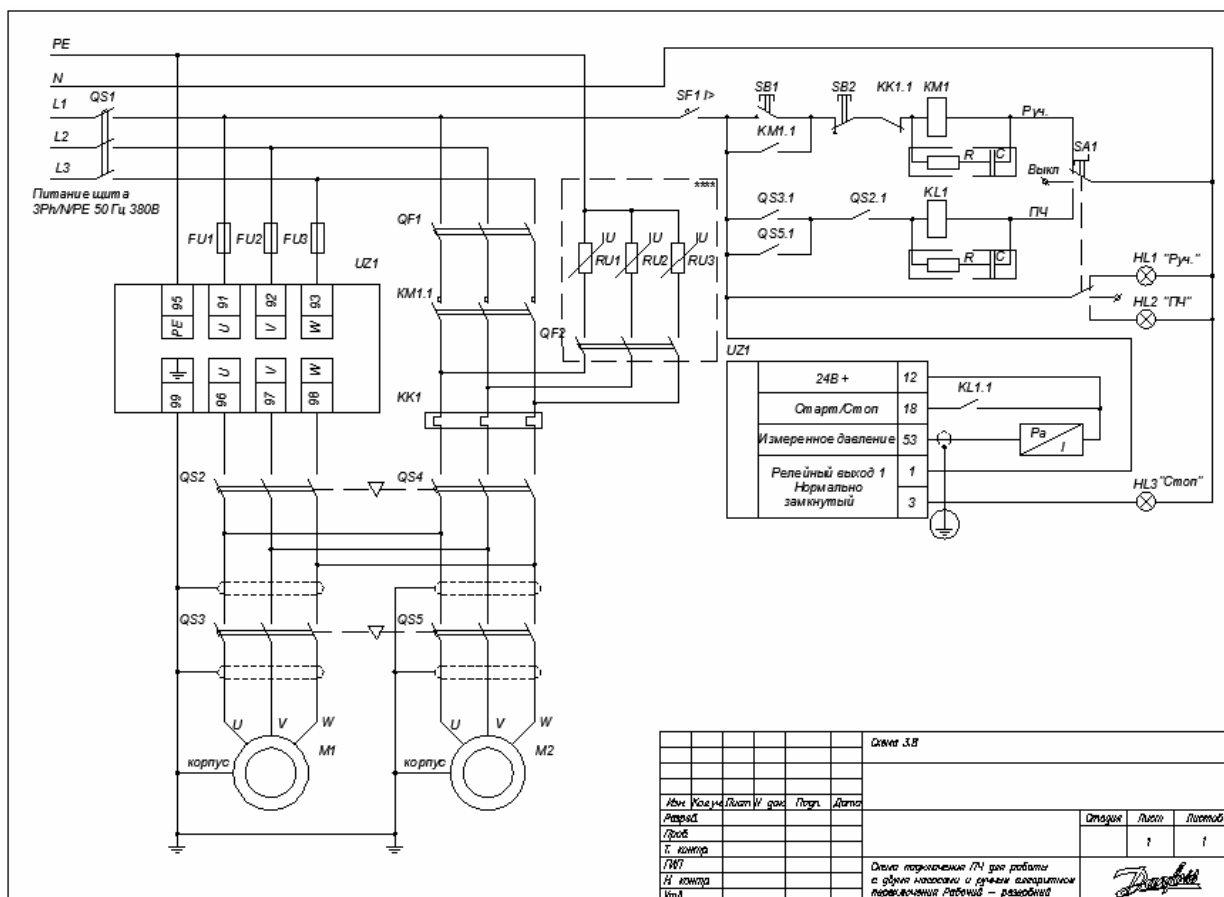


Рис. 1. Схема автоматизации циркуляционных насосов (рабочего и резервного).

По данным специалистов компании GRUNDFOS, ведущего мирового производителя насосного оборудования, 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, – добавляет Павел Федотов («Данфосс»). – Так, 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 этом требуемый момент, что увеличивает до максимума КПД мотора. В среднем использование АОЕ позволяет дополнительно экономить 5-10% электроэнергии».

Практический опыт

Экономический эффект от использования преобразователей частоты: пример расчета

Допустим, что имеются два агрегата (рабочий и резервный) мощностью по 10 кВт каждый. Они обеспечивают подачу воды для системы ГВС жилого дома. Насосы работают на номинальной мощности только в периоды с часа ночи до 7 утра и днем с 10 до 16 часов. 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 = $10 \text{ кВт} \cdot (0,53)/\text{КПД установки } (0,6) = 2,1 \text{ кВт} = 21\%$ (от номинального значения).

Стоимость преобразователя частоты VLT HVAC Basic FC101 мощностью 11 кВт ≈ 43 200 руб.

Стоимость 1 кВт электроэнергии ≈ 3 руб.

Экономия за сутки = $(10 \text{ кВт} - 2,1 \text{ кВт}) \cdot 12 \text{ часов} = 94,8 \text{ кВт}$.

Экономия за сутки = $3 \cdot 94,8 = 284,4$ руб.

Экономия за год = $284,4 \text{ руб.} \cdot 365 \text{ дней} \approx 103\,500 \text{ руб.}$

Отдельно посчитаем экономию, которая достигается за счет энергосберегающих характеристик преобразователя частоты 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 = $3 \text{ руб.} \cdot 0,15 \cdot 10 \text{ кВт} \cdot 12 \text{ часов} = 54 \text{ руб.}$

Экономия за год = $36554 = 19\,710$ руб.

Общая экономия электроэнергии = $103\,500 + 19\,710 \approx 123\,210$ 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.

Экономия за счет бесплатного обучения в учебном центре «Данфосс» основам работы с преобразователями частоты - 24 000 руб. (стоимость обучения для двух человек).

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 №4 (ПНС №4). 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, частотными преобразователями 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 преобразователей частоты 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;

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

- 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.

Насосная станция была введена в строй в работу вместе с новой теплотрассой. «С пуском этих объектов мы переходим на новый уровень качества и надежности теплоснабжения города. Завершение первого этапа кольцевой схемы – зримый результат прямых иностранных инвестиций на базе партнерства бизнеса и власти», – прокомментировал событие Александр Чуваев, генеральный директор ОАО «Фортум».



Рис. 2. Перекачивающая насосная станция «Фортум»

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 «Нерюнгриэнрегоремонт»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 «Нерюнгриэнрегоремонт» обратились с запросом к специалистам компании «ТЭТ-РС» и предложили сотрудничество по вопросу поставки насосной станции на базе преобразователей частоты.

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

Общими силами специалисты двух компаний разработали проект насосной станции для управления тремя насосами на базе преобразователей частоты Danfoss VLT® Micro Drive FC-51 мощностью 18,5 кВт. Стоит отметить, что данная серия преобразователей частоты имеет по умолчанию встроенные фильтры электромагнитной совместимости (ЭМС), что значительно упростило решение проблемы ЭМС-оборудования.



Рис. 3. Преобразователи частоты для управления насосной станцией

Как пояснили специалисты эксплуатирующей организации, помимо автоматизации работы насосной станции была достигнута значительная 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, такого, как преобразователи частоты.