

Автоматизация технологического процесса насосной станции

Похилкин А.А.

Научный руководитель — доцент Краснов И.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

Энергия, и, в частности электрическая энергия, является одним из наиболее важных продуктов в индустриальном обществе. Исследования показали, что средний доход, продолжительность жизни и другие важные факторы уровня жизни связаны с потреблением электроэнергии на душу населения в отдельном регионе или в стране в целом. Как и все природные ресурсы, энергетические ресурсы могут истощиться. Поэтому важно экономить столько энергии, сколько возможно. В наступившем XXI веке проблема сбережения энергоресурсов, по сравнению с прошлым веком, приобрела несравненно более острый характер, стала важнейшим условием дальнейшего развития и повышения эффективности коммунального хозяйства, предприятий, населенных пунктов и всего государства в целом. И в настоящее время потребители и производители энергоресурсов любого уровня вынуждены принимать срочные меры по повышению энергетической эффективности, сталкиваясь с двумя основными проблемами:

1. Неуклонный рост затрат на энергоресурсы. Ввиду постоянного повышения тарифов на энергоносители, затраты на них и в коммунальной сфере, и в промышленности выросли многократно. Актуальность проблемы высока, так как в себестоимости промышленной продукции затраты на энергоресурсы составляют от 10 до 40, а иногда и более процентов. Тенденция роста тарифов в ближайшем будущем сохранится. Государственная политика в области цен на энергоресурсы заключается в том, чтобы в перспективе сравнить внутренние и мировые цены на топливо и, как следствие, на все виды энергии. Это неизбежно приведет к дальнейшему повышению доли платы за энергоресурсы в структуре стоимости продукции.

2. Дефицит энергоносителей. Энергетический кризис, о приближении которого начали говорить в конце восьмидесятых годов прошлого столетия, уверенно пришел в нашу страну. Россия не первая страна, которая сталкивается с подобной проблемой. В период энергетического кризиса в семидесятые годы двадцатого века вся Европа решала, как выжить при дефиците энергоносителей. В это время начала формироваться особая область технического консалтинга — энергоаудит, то есть обследование предприятия с целью определения эффективности энергоиспользования, оценки потенциала энергосбережения и разработки наиболее эффективных способов его реализации.

Существует множество методов энергосбережения в промышленных предприятиях. Такие как: увеличение загрузки асинхронных двигателей, при малой нагрузке переключение обмоток со звезды на треугольник, замена асинхронных двигателей синхронными, использование частотных преобразователей для двигателей с переменной нагрузкой. Остановимся подробно на методе экономии электроэнергии за счет применения преобразователя частоты для насосной станции артезианской воды.

В обычном варианте (без применения частотных преобразователей) насос/помпа запитывается непосредственно от питающей электросети. При этом потребители расходуют разное количество воды в зависимости от времени суток. Для того, чтобы гарантированно обеспечить полное давление в момент самого большого расхода, насос все время работает на полную мощность. При этом, в моменты, когда расход воды резко падает (например, ночью), насос продолжает работу на полной мощности, расходуя электроэнергию на создание ненужного в данный момент давления в системе. Такая

система экономически неэффективна, так как приводит к чрезмерному расходу электроэнергии. В случае ручного управления (оператор следит за показаниями манометра и вручную регулирует напор), не исключены аварийные ситуации по причине влияния человеческого фактора - невнимательности человека и т.д.

В случае применения частотного привода, появляется возможность плавного управления скоростью вращения насоса, а, значит, и давлением в трубах. Используя датчик давления, привод будет обеспечивать заданное давление независимо от расхода воды в данный момент. Снижение расхода приведет к уменьшению мощности, потребляемой насосом. При применении частотного привода в насосных установках реально снижение среднего расхода воды на 12-14%, а расход электроэнергии - на 40-50%. В центробежных насосах потребляемая мощность пропорциональна частоте вращения рабочего колеса в третьей степени.

Рассмотрим работу технологического процесса, с точки зрения изменения параметров нагрузки сети — Q_c . Для этого воспользуемся известными Q - H характеристиками для насосных агрегатов и сети (рис. 1).

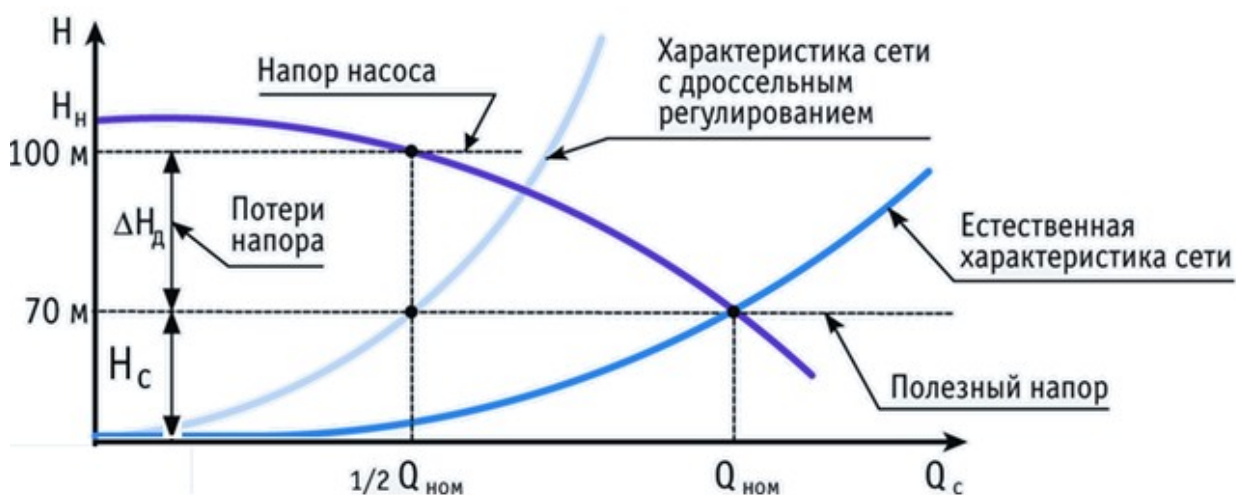


Рис. 1. Характеристики насосного агрегата и сети с дроссельным регулированием

Характеристика напора насоса соответствует напорной характеристике насосного агрегата, а естественная характеристика сети (характеристика сети с максимальным расходом) — гидравлической характеристике сети. Точка пересечения этих характеристик является идеальной расчетной точкой совместной работы насосного агрегата и сети - точка - Q_{iii} на данном рисунке.

При дроссельном регулировании давления в сети с помощью регулирующих клапанов (иногда их роль выполняют напорные задвижки агрегатов) изменяется расход в сети, и его гидравлическая характеристика сети сдвигается влево. Как видно из рисунка, с уменьшением расхода увеличивается давление в сети.

Для поддержания заданного давления в сетевом трубопроводе при изменении расхода жидкости приходится изменять гидравлическое сопротивление регулирующего элемента. При этом общая гидравлическая характеристика будет иметь более крутой вид. Величина ΔH_d (потери напора) с таким регулированием неуклонно увеличивается. Таким образом, чем глубже производится дросселирование регулирующим элементом, тем больше энергетических потерь имеет весь технологический процесс.

На величину потерь при дроссельном регулировании влияет не только регулирующий элемент: чаще всего на этапе проектирования выбирается насосный агрегат с

определённым запасом напора, а при замене насосных агрегатов новое оборудование может иметь несколько завышенные напорные характеристики. Для решения задачи минимизации потерь, связанных с регулированием давления в сети, необходимо исключить дополнительные гидравлические сопротивления на участке от насосного агрегата до сетевого трубопровода, то есть необходимо полностью открыть всю запорно-регулирующую арматуру. Это можно сделать, если процесс регулирования давления передать насосному агрегату. Теория работы нагнетателей (насосов и вентиляторов) доказывает, что изменение частоты вращения привода нагнетателя изменяет его напорные характеристики. Кроме того, напор, создаваемый нагнетателем, пропорционален квадрату частоты вращения агрегата.

Изменение напорных характеристик насосного агрегата при изменении частоты вращения иллюстрирует рис. 2, на котором кривая 1 соответствует номинальной (при номинальной частоте вращения привода) напорной характеристике, а кривые 2-4 – напорным характеристикам при пониженной частоте вращения.

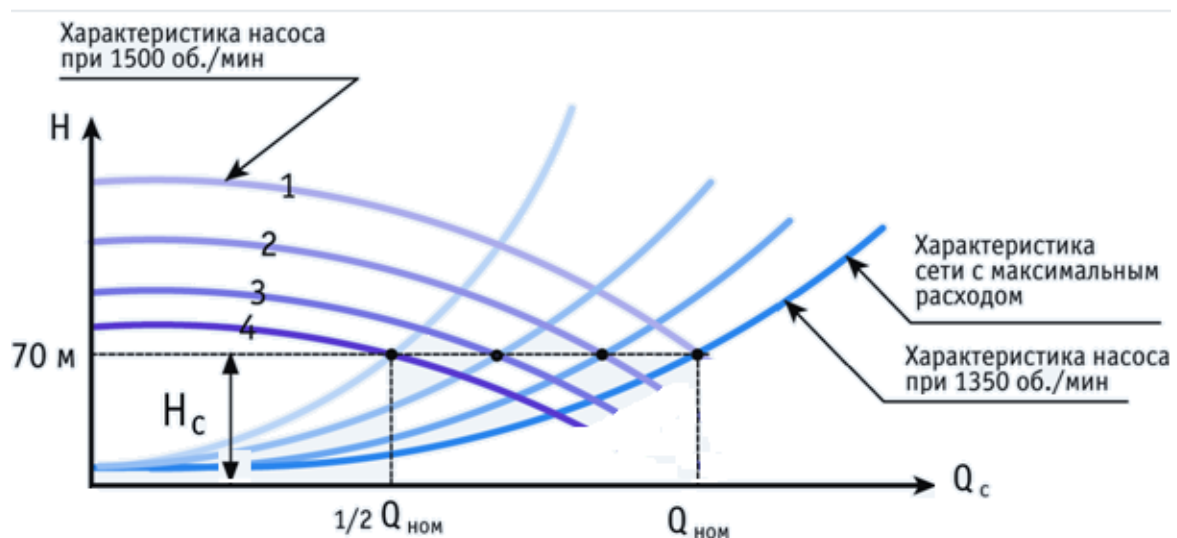


Рис. 2. Характеристики насосного агрегата и сети с частотным регулированием

Если организовать работу привода насосного агрегата таким образом, чтобы он при изменении параметров технологического процесса изменял частоту вращения, то в итоге можно без существенных потерь энергии стабилизировать давление в сети потребителей. При таком способе регулирования исключаются потери (нет дроссельных элементов), а значит, и потери гидравлической энергии.

Зависимость потребляемой мощности при дросселировании $P_{дрос}$ от относительного расхода Q/Q_{max} и зависимость потребляемой мощности при использовании частотно-регулируемого привода (ЧРП) $P_{чрп}$ от относительного расхода Q/Q_{max} представлены на рис. 3.

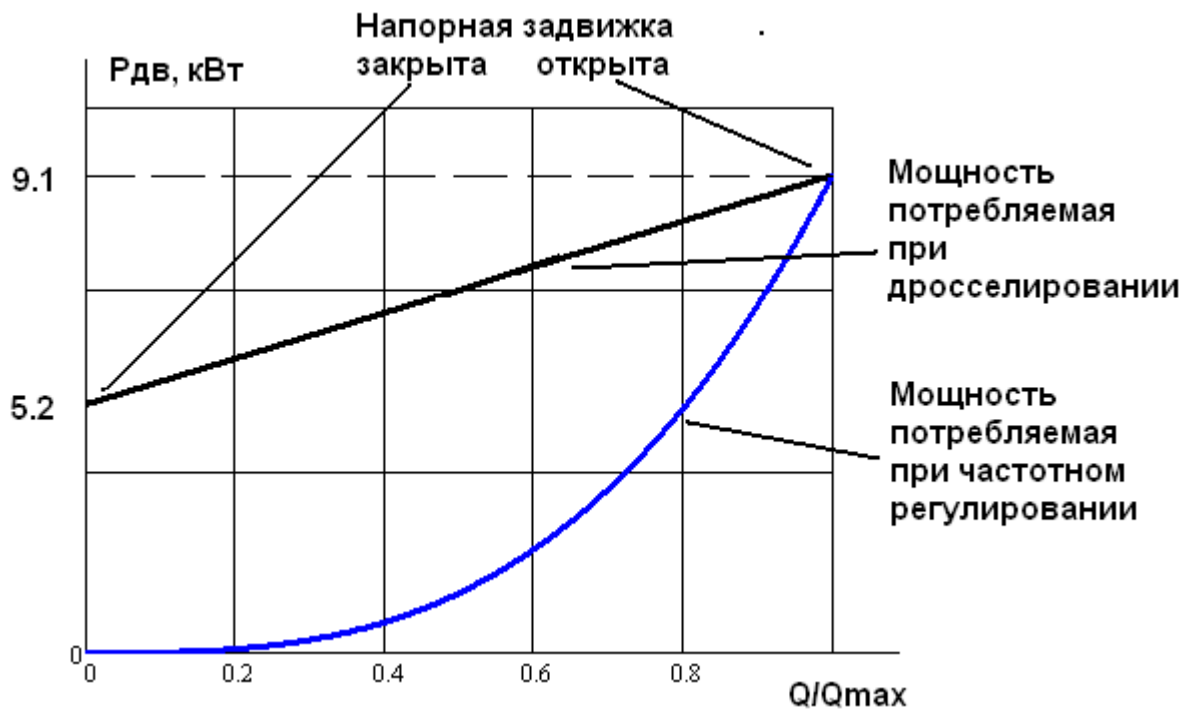


Рис. 3. Потребление мощности при различных способах регулирования скорости вращения насосов

Разница ΔP между кривыми мощности, потребляемой при дросселировании, и мощности, потребляемой при частотном регулировании, есть экономия мощности при частотном регулировании скорости.

При принятии решения о целесообразности внедрения ЧРП следует учитывать, что кроме экономического эффекта от экономии электроэнергии применение ЧРП дополнительно обеспечивает следующее:

- снижается износ запорной арматуры, т.к. большую часть времени задвижки полностью открыты;
- большую часть времени насосы работают при пониженных давлениях, что снижает утечки в системе водоснабжения;
- снижается износ коммутационной аппаратуры, т.к. ее переключения происходят при отсутствии тока;
- снижается износ подшипников двигателя и насоса, а также крыльчатки за счет плавного изменения числа оборотов, отсутствия больших пусковых токов;
- уменьшается опасность аварий за счет исключения гидравлических ударов.