

Определить потенциал энергосбережения просто

К. Паули, KSB AG, Франкенталь, Германия

Во многих технологических процессах одну из ключевых функций выполняет насосное оборудование, соответственно, его КПД и энергоэффективность в значительной степени влияют на общую экономическую эффективность всей установки.

Огромная часть электрической энергии, потребляемой в промышленности, приходится на долю насосного оборудования (рис. 1). Аудит систем позволяет определить потенциал энергосбережения, который в промышленных установках, как правило, составляет порядка 30-40 %. Немецкое энергетическое агентство (dena) подсчитало, что в Германии операторы насосных станций могут сэкономить до 14 млрд кВт·ч в год. В денежном эквиваленте ежегодная экономия может составить порядка 1,12 млрд евро, а выброс CO₂ в атмосферу – снизиться на 7,7 млн тонн. В настоящее время предприятия все больше заинтересованы в повышении энергоэффективности и рентабельности своих производств.

Чрезмерное потребление электроэнергии насосным оборудованием может

быть вызвано рядом причин. На нефтеперерабатывающих заводах и многих других промышленных предприятиях при выборе оборудования в большей степени учитывается его производительность и максимально короткие сроки простоя в случае ремонта, замены и модернизации. Вот почему часто после замены трубопроводных систем по производственной необходимости оказывается, что типоразмер установленного насоса не соответствует текущим условиям эксплуатации, что приводит к перерасходу электроэнергии. Другая причина может быть связана с неправильным подбором трубопроводной арматуры, неверным расчетом диаметров и проходных сечений труб. Нередки случаи, когда в целях перестраховки от всяких нештатных ситуаций и перегрузок устанавливаются переразмеренные насосы с запасом, скажем, 10–15 %. И безусловно, очень часто бывает, что на производстве насосы эксплуатируются вне расчетных режимов.

Если речь идет о новых установках, подобрать гидравлически оптимальный насос достаточно легко. Основным помощником в процессе подбора может стать, например, автоматизирован-

ная программа EasySelect® от KSB. Это единственное программное обеспечение, с помощью которого можно сделать подбор не только насосов, но и комплексных модулей с приводом и наиболее подходящей системой управления.

Для удобства пользователей программа позволяет произвести расчет трубопроводов и подобрать как сам трубопровод, так и необходимую арматуру с минимальным гидравлическим сопротивлением.

На практике это выглядит так: программа предлагает насосы нескольких типоразмеров с разными номинальными диаметрами патрубков, затем для каждого номинального диаметра проводится расчет трубопроводов, который позволяет выбрать оптимальный диаметр с минимальным гидравлическим сопротивлением, и одновременно проводится расчет затрат на электроэнергию. Таким образом, заказчик получает комплексное предложение, которое учитывает характеристики системы и экономические затраты.

Однако каким бы широким ни был диапазон предлагаемых типоразмеров насосов, достаточно трудно подобрать агрегат, который будет работать строго в заданной рабочей точке. Для этих целей KSB осуществляет подрезку рабочего колеса шагом 1 мм. Таким образом, обеспечивается максимальное соответствие общей производительности насоса заданным параметрам системы, достигается дополнительная экономия электроэнергии (до 10 %) и продлевается срок службы оборудования.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Чтобы выявить потенциал энергосбережения, прежде всего, необходимо определить фактический диапазон работы и профиль нагрузки насосного агрегата. Раньше это представляло собой сложный и затратный процесс с привлечением специалистов служб энергоаудита систем. В 2015 г. компания KSB предложила своим заказчикам революционную новинку – бесплатное мобильное приложение Sonolyzer для предварительного аудита и оценки эффективности нерегулируемых насосов с асинхронным двигателем любого производителя, не только марки KSB. Благодаря приложению Sonolyzer,

доступному для операционных систем iOS и Android (рис. 2), при анализе работы насосов не требуется никаких дополнительных приборов. Данный вид анализа может выполняться даже в потенциально взрывоопасных средах, если смартфон или планшетный ПК имеет соответствующую защиту.

Процедура проведения первичного аудита насоса с помощью мобильного приложения Sonolyzer достаточно проста:

1. Запустите приложение, выберите соответствующий тип насоса и введите его данные и подключенного асинхронного двигателя, они указаны на заводской табличке.
2. Поднесите смартфон или планшет к двигателю работающего насоса. В течение 20 с встроенный микрофон записывает шумы, издаваемые вентилятором охлаждения электродвигателя (рис. 3).
3. Приложение, анализируя спектр шумов, издаваемых электродвигателем насоса, определяет крутящий момент двигателя и фактическую частоту вращения вала. Сопоставляя введенные заводские и полученные данные о частоте вращения, Sonolyzer рассчитывает потребляемую мощность и фактическую производительность насоса. На основании этого определяется профиль нагрузки (частичная или полная) и рабочая точка.

4. Результаты анализа отображаются на экране мобильного телефона или планшета (рис. 4).

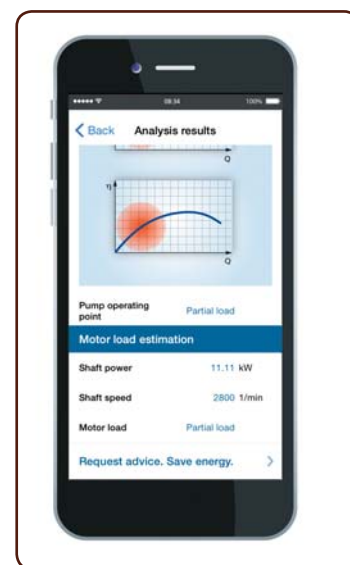


Рис. 4

Данное мобильное приложение позволяет ежедневно вести статистику, отслеживать динамику изменений в профиле нагрузки, в итоге получить наиболее достоверные обобщенные данные, где влияние частных случаев изменения условий эксплуатации минимизировано.

Если предварительный аудит с помощью Sonolyzer выявит, что насос большую часть времени работает в зоне частичной нагрузки, это будет означать, что потенциал энергосбережения есть и имеет смысл провести оптимизацию гидравлической системы или двигателя.

Sonolyzer вам также порекомендует соответствующего регионального представителя KSB, который сможет по запросу выехать на объект и провести более детальный аудит системы с помощью устройств оперативной регистрации данных POC и SES и предложить индивидуальный комплекс мер по оптимизации в соответствии с разработанной компанией концепцией энергоэффективности FluidFuture.

Наши технологии. Ваш успех.



www.ksb.ru

Анализ основных причин низкой энергоэффективности насосного оборудования на промышленных предприятиях

С. Соколов, филиал АО «ГМС Ливгидромаш», г. Москва

На основе практического опыта изложены главные причины низкой энергоэффективности насосных агрегатов, их преждевременного выхода из строя и даны рекомендации по повышению эффективности насосного оборудования.

Рассматривая работу насосного оборудования на отечественных предприятиях, иногда приходится видеть ошибки при его эксплуатации. Но, говоря о них, мы, как правило, имеем в виду недостаточно эффективные действия специалистов (они отвечают за эксплуатацию), допущенные по незнанию и из-за недостатка информации. Однако часто, несмотря на знания и опыт, персонал вынужден использовать то оборудование и работать в тех условиях, которые имеются на предприятии в настоящее время и в силу различного рода причин остаются без изменений. Поэтому с учетом вышеизложенного правильнее говорить не об ошибках, а об особенностях эксплуатации насосов.

Практически на любом объекте, где используется насосное оборудование, введенное в эксплуатацию 20 лет назад и более, обследование насосных агрегатов способно выявить потенциал энергосбережения. Это справедливо для самых разных отраслей экономики, будь то водоснабжение, мелиорация, промышленное производство, нефтедобыча или энергетика. Значительная часть насосных станций укомплектована старыми насосами, выработавшими свой ресурс, и необходимость модернизации под сомнение не ставится. Вопрос заключается в правильном выборе того или иного технического решения с учетом сроков окупаемости. Например, можно заменить старый насос на новый аналогичного типоразмера электродви-

гатель, модернизировать систему управления или подобрать насосы других типоразмеров и изменить технологическую схему водоснабжения.

В любом случае решение должно приниматься на основе достоверных данных о работе насосов и требуемых параметрах насосной станции, получить которые позволяет обследование насосного оборудования. Оно включает комплекс мероприятий: сбор и обработку информации о состоянии, рабочих характеристиках, объеме потребляемых энергоресурсов и условиях работы насосного оборудования, направленных на повышение надежности, снижение энергопотребления и затрат при его эксплуатации.

После принятия в 2009 г. ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...» большинство предприятий, эксплуатирующих насосное оборудование, провели предписанные данным законом энергетические обследования. Однако не всегда они отражают реальный уровень энергопотребления насосного оборудования в общем объеме энергопотребления предприятий. Часто приходилось видеть отчеты по обследованию предприятий водного хозяйства, где насосам уделялось всего две страницы, а размер

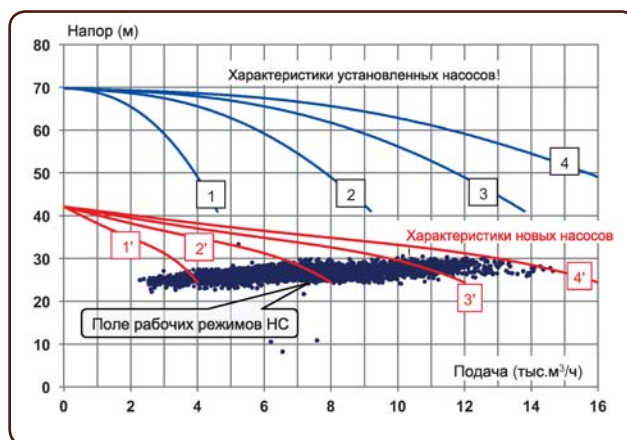


Рис. 1

возможной экономии определялся как разность номинальных мощностей электродвигателей до и после модернизации. Особенности режимов работы и их изменение во времени не учитывались вовсе. В реальности подобные факторы играют важную, если не решающую роль для повышения эффективности оборудования и объекта в целом.

При проведении обследования вне зависимости от специфики объекта необходимо последовательно выполнить следующие действия:

- определить параметры сети, типовые режимы работы насосных станций, профиль и диапазон изменения параметров;
- определить, насколько установленное оборудование соответствует характеристикам сети;

– на основе полученных данных определить конкретные элементы сети, модернизация или изменение режима работы которых позволят сократить энергопотребление;

- оценить размер экономии;
- выдать необходимые рекомендации.

Основными параметрами сети являются ее расход и напор, которые должна обеспечить насосная станция. Данные величины определяются по показаниям стационарных и портативных расходомеров и манометров как в текущем режиме на момент проведения обследования, так и с применением электронных баз данных автоматизированной системы управления (АСУ) объекта.

Сопоставление поля рабочих режимов насосных станций и напорных характеристик установленных насосов позволяет сделать вывод о соответствии имеющегося оборудования параметрам сети и при необходимости запланировать его модернизацию или установку новых насосов. Примером модернизации может служить подрезка наружного диаметра рабочего колеса, изменение количества работающих насосов, применение частотно-регулируемого привода (ЧРП).

Сравнение энергопотребления установленного насосного оборудования (так называемого базового энергопотребления) и энергопотребления после модернизации позволит оценить величину экономии и сделать вывод о целесообразности проведения работ. При этом величину базового энергопотребления также можно определить по текущим показаниям счетчика электроэнергии либо по данным (АСУ). Энергопотребление после модернизации находится расчетным путем. Если режимы работы насосных станций имеют переменный характер, корректным будет сравнение энергопотребления в нескольких характерных режимах или применение в расчетах математической модели, описывающей изменение режимов эксплуатации с заданным интервалом времени.

В качестве примера на рис. 1 приведено поле рабочих режимов насосной станции и напорные характеристики (кривые 1, 2, 3 и 4) при работе одного,

двух, трех и четырех установленных насосов, соответственно. Как следует из рис. 1, напор установленных насосов значительно превышает требуемый напор сети. Указанная разница напоров теряется на задвижках при регулировании подачи насосов. Оптимальным для данной сети является применение насосов с меньшим напором (характеристики 1'–4').

Практический опыт проведения обследований насосного оборудования позволяет выделить следующие причины низкой эффективности при его эксплуатации:

1. На более чем 70 % объектов выявлено значительное превышение напора установленных насосов – так называемый переразмер по напору.

Основной причиной уменьшения требуемых напоров сети является снижение в течение последних 20-ти лет водопотребления промышленных предприятий и населения, связанное с этим сокращение объемов перекачки насосных станций и уменьшение потерь напора в трубопроводах. Чтобы обеспечить необходимые значения подачи и давления на выходе насосной станции, прибегают к регулированию насосов с помощью дросселирования. Как следствие – потери напора на задвижке составляют от 15 до 60 %.

Справка. При регулировании насоса двухстороннего входа серии Д 3200-75 путем дросселирования 40 % напора на задвижке, в условиях постоянной эксплуатации годовые потери электроэнергии составляют 2,72 млн кВт·ч, что при стоимости электроэнергии 3,00 рубля за 1 кВт·ч составляет около 8,2 млн рублей.

На 60 % объектов (в том числе 70 % предприятий водоснабжения) выявлена эксплуатация насосов в режиме перегруза, т. е. работа со значительным превышением по подаче правой границы рабочей области, как правило, составляющей 120 % номинальной подачи насоса.

Режим перегруза приводит к увеличению нагрузки на вал и подшипниковые узлы, возникновению кавитации и повышенному уровню вибрации, вызывает снижение ресурса подшипников и уплотнений, служит причиной поломки вала ротора и преждевременного выхода насоса из строя.

Эксплуатация агрегатов в режиме перегруза может носить постоянный характер, так как при отсутствии ярко выраженных признаков (шум, вибрация, частые поломки) не всегда фиксируется обслуживающим персоналом. Отсутствие или неисправность приборов для измерения подачи насоса и тока обмоток статора также не позволяют отследить данный режим. В результате при регулировании режимов работы насосов часто руководствуются только показаниями манометров.

Поскольку при комплектации агрегата электродвигатель, как правило, подбирается с запасом мощности 10 % и более, режим перегруза насоса часто является штатным для электродвигателя. Это позволяет длительно эксплуатировать насос на повышенных подачах, а частые выходы оборудования из строя списывать на плохое качество отдельных узлов и насоса в целом.

2. Частым явлением, характерным для половины обследованных объектов,

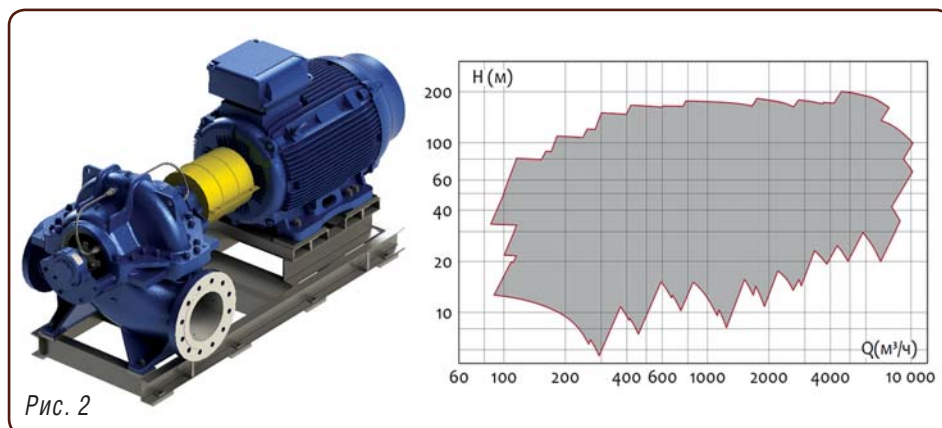


Таблица 1. Причины низкой эффективности насосного оборудования

Переразмер насосов по напору	75 %
Значительное (более 5 %) снижение КПД насоса. Снижение напора	75 %
Регулирование задвижкой (потери напора 15÷60 %)	65 %
Работа насоса в режиме перегруза	60 %
Работа насоса при $Q < 0,5 \cdot Q_{\text{ном}}$	20 %
Недостаток информации об эксплуатируемом оборудовании	15 %
Периодическая кавитация	10 %
Переразмер электродвигателя более 50 %	10 %

Таблица 2. Распространенные способы повышения эффективности

Энергоэффективные насосы, применение ЧРП	50 %
Снижение напора насосов	50 %
Увеличение номинальной подачи	40 %
Изменение регламента работы насосов	20 %
Уменьшение номинальной подачи	10 %

являются падение напорных характеристик и снижение КПД насосов.

Ухудшение данных характеристик, как правило, происходит по причине увеличения зазора в щелевых уплотнениях рабочего колеса вследствие их износа. В результате возрастают перетечки перекачиваемой жидкости из напорной полости во всасывающую полость, а подача и напор насоса уменьшаются. Износ щелевых уплотнений характерен для насосов, находящихся в эксплуатации длительное время и не отремонтированных, а также для случаев перекачивания жидкости с повышенным содержанием твердых частиц. Снижение КПД может составлять 10 % и более.

Справка. Для рассмотренного ранее насоса Д 3200-75 уменьшение КПД на 10 % может привести к увеличению затрат на электроэнергию на 2,2 млн рублей, что сопоставимо со стоимостью нового насоса и работ по его замене.

Кроме того, при длительном периоде эксплуатации, а также при перематке электродвигателя его КПД зачастую снижается.

На некоторых объектах отсутствует достоверная информация об установленном насосном оборудовании, документация (паспорт и руководство по эксплуатации) на насосы с указанием их характеристик. Не ведутся записи в

журналах о выполняемых на предприятии ремонтах и модернизациях насосов. Отсутствуют, закрашены или не соответствуют форме завода-изготовителя маркировочные таблички насосов и электродвигателей. Встречается так называемый «недогруз», т. е. превышение номинальной мощности электродвигателя, максимальной на валу агрегата более чем в два раза. КПД электродвигателя в данном режиме значительно ниже номинального значения.

Для некоторых объектов характерен так называемый «недогруз насоса», т. е. его эксплуатация с подачей за пределами левой границы рабочей области, составляющей, как правило, величину 0,5–0,7 его номинальной подачи. Работа в данных режимах может привести к рециркуляции перекачиваемой жидкости на входе и выходе рабочего колеса, возникновению низкорасходной кавитации и вызвать снижение ресурса рабочего колеса, подшипников и уплотнений.

На ряде насосных станций имеет место работа насосов в режиме кавитации, вызванной изменением параметров на входе. Причиной этому служат снижение уровня подающего резервуара, обусловленное технологическими особенностями, засорение водозаборных решеток, уменьшение отметки уровня водоема на водозаборе (табл. 1).

Кроме того, встречаются явления, напрямую не связанные с насосным оборудованием, – обратные перетоки внутри станции, неисправность запорно-регулирующей арматуры, которые также влияют на эффективность эксплуатации насосов.

Из описанных причин низкой эффективности следуют и способы ее повышения (табл. 2).

Это, прежде всего, применение энергоэффективного насосного оборудования, а также ЧРП, позволяющее обеспечить эксплуатацию насоса в режимах высокого КПД во всем диапазоне подач насосной станции. Здесь необходимо отметить, что применение ЧРП в отличие от эффективного насосного оборудования подходит не для всех объектов. Если большую часть напора сети составляет статический напор, например, при подъеме воды на большую высоту, то применение частотного регулирования при определенных условиях окажется менее эффективным по сравнению с другими способами.

На половине рассмотренных объектов снижения энергопотребления удалось достичь путем установки насосов с пониженным (относительно установленных ранее) напором и/или увеличенным значением номинальной подачи. Например, на рис. 2 показаны энергоэффективные насосы двустороннего входа Delium (АО «ГруппаГМС») – внешний вид и поле напорных характеристик.

Иногда в качестве основного способа либо в дополнение к указанным способам необходимо изменить регламент работы насосов на объекте.

В зависимости от специфики объекта и объема запланированной модернизации экономия электроэнергии составит от 10 до 60 %, а срок окупаемости данных мероприятий, как правило, не превышает двух–пяти лет.

При планировании мероприятий по повышению энергоэффективности насосного оборудования необходимо учитывать не только его начальную стоимость, но и затраты на обслуживание, а также планы по изменению объемов перекачки насосной станции на несколько лет вперед. Это позволит подобрать оборудование нужного типоразмера и избежать необоснованных затрат.

Весенний биотопливный конгресс

Я. Палкина, ООО «Завод Эко Технологий»

14–15 марта в Санкт-Петербурге под эгидой года экологии в России при организационной поддержке Ассоциации участников биотопливного рынка «Энбио» прошел Весенний биотопливный конгресс.



Первый день мероприятия был посвящен докладам, характеризующим общее положение отрасли. В рамках пленарного заседания под руководством Антона Овсянко обсуждались тенденции на мировом рынке биотоплива, состояние биотопливной отрасли в России и за рубежом. Большинство участников отметили рост биоэнергетической сферы в стране, увеличение количества инвестиционных проектов по производству биотоплива. Неоднократно спикерами конгресса было отмечено, что «биоэнергетике как отрасли в России всего лишь 15 лет, тогда как нет ни одного направления в лесном секторе, которое развивалось бы столь стремительно».

Далее участники перешли к обсуждению ставших уже традиционными проблем, из-за которых рентабельность многих заводов в последние годы упала практически до нуля. Это неразвитость внутреннего рынка, несовершенная логистическая система, отсутствие законодательной базы, неэффективное использование лесных ресурсов.

Потенциальные решения для улучшения ситуации были предложены Александром Высоцким, представителем свободной биржевой площадки Fordaq, и Всеволодом Соколовым, делегатом Санкт-Петербургской международной товарно-сырьевой биржи по расширению биржевой системы. Многие участники высказались за развитие системы сертификации продукции, вне-

дрение комплексного подхода к оптимизации затрат и увеличение эффективности отрасли, создание соответствующей законодательной базы и принятие мер поддержки. Исполнительный директор ассоциации «Энбио» Владимир Шевеленко предложил заменить использования угля в рамках государственной поддержки на использование биотоплива в районах, где данная схема была бы целесообразной.

Вторая часть конгресса прошла в рамках XI международной бизнес-конференции «Топливная гранула. Россия и мир», на которой под руководством профессора Э. Л. Акима рассматривались специфические вопросы, касающиеся технологических процессов и производства оборудования. Практически все доклады сопровождались продолжительными жаркими дискуссиями. Большой интерес вызвала презентация Владимира Выборова, который рассказал о новинках в линейке оборудования компании «АмандусКальГмбХ и Ко.КГ» и эффективности применения системы рекуперации воздуха в производственном процессе. Продуктивный диалог об инновациях продолжил представитель компании «Завод Эко Технологий» Дан Кичук, который рассказал о модульных контейнерных решениях, представив инновационную продук-

цию компании RUF и Rudnick & Enners. Неоднократно участники возвращались к теме когенерационных установок и мини-ТЭЦ, работающих на твердом биотопливе.

Анализировался опыт европейских коллег, обсуждалась потенциальная эффективность их использования для удаленных, децентрализованных регионов России.

В частности, была рассмотрена эксплуатация подобной установки в Хабаровском крае – результат совместного проекта испанской компании и местного лесопромышленного предприятия. Станция работает на биомассе на основе органического цикла Ренкина, с полной электрической 4500 кВт и тепловой 27 000 кВт мощностью, покрывает потребности как пеллетного, так и лесопильного заводов края.

Общее положение дел в развитии биоэнергетики в регионах России представил Александр Гибез, первый заместитель министра развития промышленности и транспорта Республики Коми. Он поделился многообещающими планами по расширению использования биотоплива в республике и возможному полному отказу от традиционного топлива в местных котельных. Только в 2016 г. в Коми были переведены на биотопливо 37 котельных, в 2017 г. – уже 58 котельных, запланирован перевод еще 18.

