



Дорогие друзья, думаю, что большинству из вас с каждым годом придется сталкиваться на своих предприятиях с задачами всё большей сложности, значимости и масштаба. Развиваются технологии, усложняются процессы и растут объемы производства, и чтобы обеспечить устойчивое развитие предприятия, привычные задачи сегодня требуется решать на новом уровне.

Один из таких вопросов – энергосбережение. На примере наших клиентов я могу с уверенностью сказать, что сегодня уже почти никому не нужно доказывать необходимость энергосберегающих мероприятий. Напротив, многие компании готовы не просто внедрять отдельные

улучшения, но и реализовывать комплексные проекты, направленные на снижение энергозатрат.

Как инженерная компания, мы готовы к растущим требованиям рынка, поскольку всегда видели своей целью комплексное решение задач клиентов и в соответствии с этим строили свою политику, в том числе кадровую, уделяя большое внимание формированию команды инженеров и их профессиональному развитию.

Инженер Spirax Sarco – ключевое звено наших взаимоотношений с клиентом. Его цель – помочь вам разработать стратегию энергосбережения, и, в частности, определить пути повышения эффективности использования тепловой энергии и эксплуатации паровых систем. Задача нашего инженера – не продажа оборудования, а предоставление квалифицированного сервиса, который включает в себя сбор первичной информации о состоянии паровой системы, анализ этих данных и разработку решения по оптимизации и повышению эффективности системы.

Высокий уровень профессионализма наших инженеров позволяет нам предлагать своим клиентам такие услуги, как обследование пароконденсатных систем и управление пароконденсатными системами.

Именно за такими схемами сотрудничества я вижу будущее: доверив все вопросы, связанные с паром, эксперту, предприятие не только гарантированно получает грамотное решение, но и экономит собственное время и средства, которые можно направить на другие производственные задачи.

А мы в свою очередь будем прилагать все усилия, чтобы не только оправдывать, но и превосходить ожидания наших партнеров: усиливать региональное присутствие, повышать уровень профессионализма и технической грамотности инженеров, улучшать стандарты обслуживания.

И, как всегда, мы будем рады вашим пожеланиям в наш адрес.

А.Ю. Антошкин
Генеральный директор ООО «Спиракс-Сарко Инжиниринг»

На заметку главному энергетнику птицефабрики

Петр Борисов, инженер

Сегодня бройлерные птицефабрики активно наращивают объемы производства. Увеличение производства мяса, расширение ассортимента выпускаемой продукции требует новых технологий выращивания и переработки птицы. В развитие производства, совершенствование технологии и повышение качества выпускаемой продукции в последние годы вкладываются серьезные финансовые средства. Больше внимания уделяется вопросам энергоэффективности производства, как одному из факторов, влияющих на себестоимость продукции.

У Spirax Sarco большой опыт в построении энергоэффективных пароконденсатных систем. О том, как этот опыт применяется на птицефабриках, мы и поговорим сегодня: в данной статье речь пойдет о двух наиболее крупных и важных потребителях пара на бройлерных птицефабриках, применение пара в технологических процессах которых напрямую сказывается на качестве получаемого продукта.



В НОМЕРЕ:

<i>Петр Борисов</i> На заметку главному энергетнику птицефабрики	1
<i>Дмитрий Литовецкий</i> Надежная работа оборудования при редуцировании пара	3
<i>К.Д. Кеннеди</i> Стерилизация паром и пастеризация готовых пищевых продуктов. Обзор современных технологий	4
<i>Асхат Галимов</i> Охлаждающие устройства: как не обжечься	6
Конкурс	7
Заявка читателя	8

СЕМИНАРЫ:

- 06.10 - Ростов-на-Дону
 - 06.10 - Москва
 - 12.10 - Липецк
 - 14.10 - Уфа
 - 18.10 - Тюмень
 - 20.10 - Ставрополь
 - 09.11 - Казань
 - 11.11 - Тула
- Участие в семинаре бесплатное.

Чтобы посетить семинар Spirax Sarco, пожалуйста, заполните форму на странице 8 и отправьте по факсу (812) 331 72 67.

Расписание семинаров на 2010 год представлено на сайте:

<http://spiraxsarco.com/ru/training>

ВЫСТАВКИ:

Уральский промышленный форум
Уфа
26.10-29.10

Посетив стенд Spirax Sarco, Вы сможете познакомиться с нашими изделиями и получить консультацию наших специалистов по интересующим Вас вопросам.

Переработка боенских отходов

Самое большое потребление пара приходится на цех переработки боенских отходов, где пар используется для варки отходов убоя птицы в котлах-утилизаторах.

Вкратце о технологии переработки боенских отходов:

Отходы убоя и глубокой переработки собираются в специальные емкости и транспортируются в цех переработки. Мягкие отходы, перо и кровь отдельными потоками поступают в приемные бункера, а затем по шнековым транспортерам подаются в котлы-утилизаторы, где происходит их варка. Пар подается в паровую рубашку и вал котла-утилизатора для поддержания необходимой температуры процесса варки. Поддержание температуры обычно осуществляется путем подачи насыщенного пара заданного давления, при котором достигаются оптимальные гидролиз пера и стерилизация продукта. Каждый вид сырья перерабатывается в соответствии с требованиями технологического процесса, в основе которого находится задача регулирования и поддержания температуры сырья во времени. В итоге из отходов получается высокопротеиновая мясокостная мука, применяемая как добавка к кормам.

На сегодняшний день абсолютно точно известно и подтверждено мировым опытом, что система варки в котлах с использованием пара считается наиболее экономичным, санитарным и высокоэффективным способом переработки отходов животного сырья и производства на их основе ценной протеиновой муки и жиров.

Более того, переработка боенских отходов становится значительной статьей доходов птицефабрик.

Чтобы продукт был конкурентоспособным, необходимо строго выдерживать его качество. Качество же определяется соблюдением технологических параметров, основным из которых является температура, регулирование которой зачастую вызывает трудности. Рассмотрим несколько примеров:

Пример 1.

Предприятие закупило новые котлы-утилизаторы, укомплектованные всем необходимым оборудованием по пару и конденсату. В процессе пуско-наладочных работ выяснилось, что одинаковые по паспортным данным котлы работают с разной производительностью, а потому один котел заканчивает варку гораздо быстрее другого. Попытки изменить параметры настройки системы регулирования ни к чему не привели. Проведенное специалистами Spirax Sarco обследование котлов на их рабочих режимах позволило установить, что конденсатоотводчики, установленные на одном из котлов, пропускают острый пар. Так как конденсат от котлов отводился в общую конденсатную линию, наличие пролетного пара за конденсатоотводчиком одного котла приводило к повышению в линии давления и к снижению пропускной способности конденсатоотводчиков второго котла, тем самым увеличивая время варки. Было принято решение о замене неисправного конденсатоотводчика на блок конденсатоотвода производства компании SxS. После произведенной замены время варки обоих котлов выровнялось.

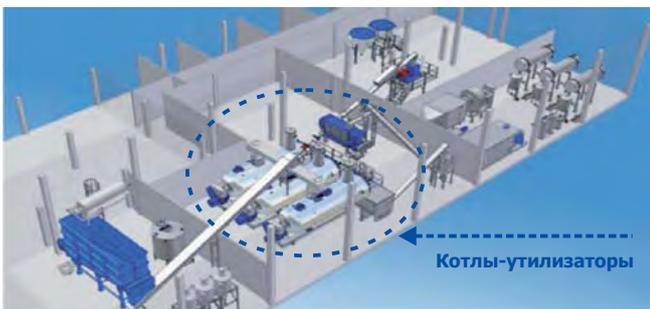


Рисунок 1. Цех переработки боенских отходов

Пример 2.

Предприятие закупило новые котлы-утилизаторы, укомплектованные всем необходимым оборудованием по пару и конденсату. В процессе пуско-наладочных работ выяснилось, что время варки котлов значительно выше паспортных значений. Попытки изменить параметры настройки системы регулирования ни к чему не привели. Специалисты SxS провели обследование пароконденсатной системы предприятия и выяснили, что магистральный паропровод от котельной до цеха переработки боенских отходов имеет значительную длину. Паропровод не был оборудован дренажными карманами для сбора и отвода конденсата, вследствие чего весь конденсат, образующийся в паропроводе, попадал в котлы, ухудшая процесс теплопередачи. Было принято решение об организации на магистральном паропроводе дренажных карманов с блоками конденсатоотвода, а на входе паропровода в цех установили блок сепарации пара. В результате проведенной модернизации время варки существенно снизилось.

Из приведённых выше примеров видно, что даже такие казались бы простые технические решения, как установка правильно подобранного конденсатоотводчика или организация дренажа паропровода, могут значительно улучшить работу технологического оборудования и привести к повышению качества конечного продукта и производительности.

Производство комбикормов

На втором месте по потреблению пара на бройлерной птицефабрике находится цех производства комбикормов. Пар используется в процессе приготовления комбикорма, а именно в его кондиционировании.

Вкратце о технологии производства комбикормов в грануляторе:

Комбикорм – сложная однородная смесь, состоящая из большого числа компонентов, подобранных с учетом научно обоснованных норм потребности животных в питательных, минеральных и биологически активных веществах, прошедших предварительную и специальную обработку с целью повышения питательной ценности конечного продукта.

Процесс приготовления комбикорма в грануляторе включает в себя:

- дозирование и смешивание;
- кондиционирование;
- экспандирование;
- гранулирование;
- охлаждение;
- финишное напыление.

Кондиционирование – важный этап технологического процесса. Его назначение – увлажнение и нагревание рассыпных комбикормов горячим сухим паром, под действием которого комбикорм смягчается, нагревается, становится более пластичным, тем самым создаются лучшие условия предварительного уплотнения в рабочем зазоре экспандера и гранулятора.

Температура пропаренного комбикорма на выходе из кондиционера-смесителя должна находиться в пределах 65–75 °С.

Кондиционирование влияет на стабильность работы грануляторов.

Для выработки прочных гранул в кондиционер должен подаваться сухой пар давлением 0,2–0,5 МПа и температурой 133–159°С в количестве 50–80 кг на 1 т комбикорма.

Пар, содержащий влагу, может привести к неравномерному увлажнению комбикорма, образованию комков и, в конечном счете, к поломке матрицы гранулятора.

В процессе кондиционирования в рассыпной комбикорм можно ввести и ряд жидких добавок: растительное масло, жир. Температуру жидких добавок поддерживают на уровне 60–70°C, нагревая их с помощью змеевика с горячей водой, которую в свою очередь получают путем нагрева паром.

В процессе производства комбикормов, как и в процессе утилизации боенских отходов, качество продукта напрямую зависит от поддержания технологических параметров. В процессе кондиционирования комбикорма данным параметром является влажность продукта после кондиционирования.

Пример 3.

На одном из предприятий в течение долгого времени стояла задача по снижению влажности продукта после кондиционирования. На линию подачи пара перед гранулятором были установлены несколько циклонных сепараторов пара, но желаемого эффекта это не дало. Специалисты SxS провели обследование пароконденсатной системы предприятия и выяснили, что существующий магистральный паропровод от котельной до цеха производства комбикормов обладал рядом негативных особенностей, а именно:

- большая протяженность при отсутствии дренажных карманов;
- слишком большой диаметр относительно существующего расхода пара, что приводило к низким скоростям пара в паропроводе и, соответственно, к повышенному образованию конденсата;

- значительные нарушения теплоизоляции на ряде участков, что вызывало повышенные теплотери в атмосферу и усугубляло ситуацию с образованием в паропроводе конденсата.

В конечном итоге все это приводило к тому, что процесс кондиционирования проходил с использованием пароконденсатной смеси, а не сухого, насыщенного пара. Соответственно, качество гранул после такой обработки не улучшалось, а ухудшалось. Было принято решение о модернизации паропровода, которая заключалась в прокладке нового паропровода требуемого (уменьшенного) диаметра, оснащенного необходимым количеством дренажных карманов. На входе в гранулятор был установлен сепаратор пара перегородчатого типа. После проведенной реконструкции необходимая влажность продукта после кондиционирования была достигнута.

В данной статье мы рассмотрели лишь некоторые технологические процессы с применением пара на птицефабриках. На самом деле, пар используется и в ряде других процессов, поэтому грамотная организация и эксплуатация пароконденсатной системы может оказаться ключом к повышению эффективности всего предприятия в целом.

*Если у вас есть вопросы, связанные с применением пара на птицефабриках, задайте его нам, воспользовавшись, **специальной формой** на сайте, или обратитесь к вашему инженеру Spirax Sarco. Мы с радостью вам ответим.*

Надежная работа оборудования при редуцировании пара

Дмитрий Липовецкий, инженер



Установки снижения давления пара встречаются практически в каждой пароконденсатной системе. После редуцирования, в зависимости от влажности пара и состояния теплоизоляции, пар может оказаться как насыщенным, так и слегка перегретым.

В предыдущем номере журнала "Спираскоп" рассматривался пример снижения давления пара с 8 до 4 бар изб. при степени сухости до редуционного клапана 99%. Воспользуемся HS диаграммой.

Итак, температура пара в первой точке при избыточном давлении 8 бар равна 175°C, а удельный объем пара составляет 0,22 м³/кг. Температура во второй точке (4 бари) равна 162°C, удельный объем 0,38 м³/кг. Попутно заметим, что в области перегретого пара при дросселировании пара эффект Джоуля-Томсона проявляется в снижении температуры.

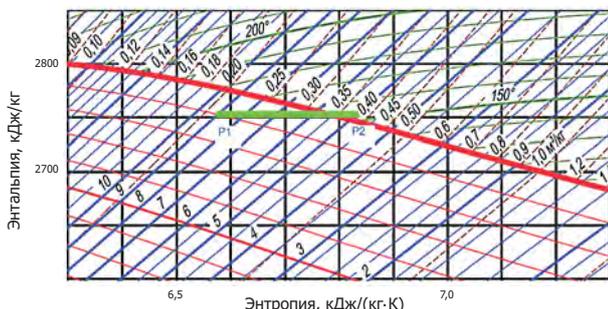


Рисунок 1. График процесса на HS диаграмме

Изобразим наш процесс на диаграмме HS. Для этого проведем горизонтальную прямую из первой точки до пересечения с изобарой 5 бар (на диаграмме показано абсолютное давление). Видно, что степень сухости при этом меняется от 0,99 до 1. Процесс завершается небольшим перегревом. Изобразить процесс редуцирования горизонтальной линией допустимо в том случае, когда скорости потока в трубе до клапана и в трубе за клапаном примерно равны.

Это условие будет выполнено, если трубопровод за редуционным клапаном большего диаметра. Найдем этот диаметр. Для этого необходимо извлечь корень из отношения удельных объемов 0,38/0,22. Получается, что диаметр трубопровода за клапаном должен быть в 1,3 раза больше диаметра трубопровода до клапана.

Что произойдет, если за редуционным клапаном оставить диаметр трубопровода таким же, как и до клапана? Сначала посмотрим на скорость пара. Если предположить, что при давлении 8 бар до клапана она была 25 м/с, то за клапаном при давлении 4 бар ее значение будет приблизительно 43 м/с. Действительно, чтобы пропустить пар меньшей плотности, скорость должна вырасти в 1,7 раза. При движении влажного пара со скоростью более 40 м/с на поверхностях труб и арматуры начинаются эрозионные процессы. Поэтому скорость 40 м/с считается максимальной рекомендованной для влажного пара. При таких условиях влажный пар представляет серьезную опасность для оборудования. Взаимодействуя с деталями арматуры, капли

влаги вызывают микроповреждения, и на поверхности через некоторое время появляются эрозионные разрушения.



Рисунок 2. Эрозионные повреждения поверхности

Теперь рассмотрим процесс с точки зрения энергии. При этом будем иметь в виду кинетическую энергию, которой обладает 1 кг пара при движении по трубе. Кинетическая энергия определяется в соответствии с квадратичной

зависимостью $E = \frac{MV^2}{2}$. Для одного килограмма пара при скорости потока до клапана 25 м/с её величина составит 312 Дж (Для сравнения: дульная энергия патрона к пистолету Макарова - 303 Дж), а за клапаном 924 Дж (дульная энергия патрона к автомату Калашникова 2019 Дж). Увеличение кинетической энергии потока произошло за счет уменьшения его энтальпии, «тепловой перепад» составляет всего 0,6 кДж/кг, что соответствует уменьшению температуры приблизительно на 0,8°C. При этом происходит снижение тепловой скорости молекул. Покажем это.

Если в некотором объеме скорость теплового движения молекул распределе-

на по нормальному закону, то связь между среднеквадратичной скоростью молекул v и абсолютной температурой

T выражается зависимостью $T = k \frac{mv^2}{2}$. Тогда несложно найти v_2 при $\Delta T = 0,8^\circ\text{C}$. Для приблизительного расчета вполне допустимо вместо среднеквадратичной скорости v_2 взять скорость звука. Она составляет примерно 505 м/с для пара с параметрами в точке 2, в которой абсолютная температура равна 425°K. В результате расчета получается новое значение скорости $v_2 = 504,5$ м/с. Произошло снижение тепловой скорости молекул на 0,5 м/с, и при этом на 18 м/с выросла скорость потока. Увеличение кинетической энергии потока произошло за счет части тепловой энергии пара, которая пошла на его ускорение. При этом если бы пар был насыщенным, то небольшое его количество сконденсировалось бы, и его степень сухости уменьшилась. Интересно отметить, что процесс аналогичный рассмотренному, происходит при движении пара в трубе даже без дроссельных устройств, что объясняется наличием трения. Его влияние проявляется в постепенном снижении давления пара, увеличении его удельного объема и повышении скорости, а следовательно, кинетической энергии потока.

Как было показано выше, увеличение кинетической энергии потока происходит за счет внутренней энергии и проявляется в дополнительном снижении температуры, причем независимо от эффекта Джоуля-Томсона. В этом

примечательное отличие проявления трения в газодинамике по сравнению с гидравликой. Если из-за трения температура воды, протекающей по трубе, постепенно повышается, то температура пара наоборот, постепенно снижается, и при этом образуется некоторое количество конденсата, если пар был насыщенным. Причем это будет происходить даже при наличии «идеальной» теплоизоляции, когда теплотери в окружающую среду равны нулю.

На рассмотренном примере можно еще раз убедиться, насколько обоснованными и важными являются наши рекомендации, относящиеся к устройству пароконденсатных систем. Не лишним будет еще раз указать на некоторые из них:

1. Обоснованный выбор диаметра подводящих и отводящих паропроводов, в том числе в составе редуционных станций, исключает предпосылки эрозионного разрушения оборудования.
2. Для надежной работы оборудования даже при «идеальной» теплоизоляции паропроводы должны оснащаться устройствами дренажа конденсата.
3. Сепараторы в составе редуционных станций являются обязательным элементом. Оборудование, не защищенное сепаратором, работает в условиях, не соответствующих гарантийным обязательствам, со всеми вытекающими из этого последствиями.

Стерилизация паром и пастеризация готовых пищевых продуктов: обзор современных технологий

К.Д. Кеннеди

Перевод и техническая редакция - А.Г. Шуб

Продолжение. Начало в Spirаскоп №2 2010.

Различные типы варки водяным паром

Устройства для варки паром можно разделить на устройства непрерывной варки, в которых тепловые процессы воздействуют на поток контейнеров, и устройства варки партиями, которые полностью закрываются перед началом теплового цикла.

В общем, непрерывная пастеризация осуществляется в открытом с одного конца туннеля, в котором продукт движется на ленте и опрыскивается водяным паром или горячей водой. Туннель разделен на несколько тепловых зон (предварительный нагрев, варка и охлаждение). Такие системы используются для обработки продуктов в металлических и стеклян-



ных банках.

С другой стороны, стерилизация обычно выполняется в системах повышенного давления, как правило, при температуре 121°C. Для этого необходимо, чтобы манометрическое

давление пара было около 2 бар. Значит, стерилизаторы должны представлять собой закрытые системы. Такие устройства для паровой стерилизации партиями обычно называются автоклавами. Пищевые продукты в металлических банках или гибких пластмассовых пакетах подвергаются воздействию высокой температуры при впрыске пара в автоклав. Часто пакеты или банки переворачиваются в вертикальной или горизонтальной плоскости. Такое вращение позволяет обеспечивать более равномерный нагрев, уменьшать время обработки и снижать потери качества из-за перегрева отдельных частей продукта.

Тем не менее, этот процесс не подходит для обработки нежных или твердых продуктов. С другой стороны, постоянно увеличивается доля пластиковых упаковок, пригодных для обработки в автоклавах. Это позволяет стерилизовать продукты в полужестких пластмассовых контейнерах.

Использование тонких пакетов и полужестких контейнеров обеспечивает большее соотношение между площадью поверхности и объемом, что позволяет стерилизовать намного большее количество различных пищевых продуктов, таких как компоненты готовых блюд, соусы и т. д. Возможно, самое важное преимущество стерилизации водяным паром и варки в автоклавах заключается в том, что этот процесс хорошо известен, понятен, и его относительно просто автоматизировать. Большинство температурных профилей автоклавов в настоящее время контролируются компьютером. В прошлом количество обрабатываемых пищевых продуктов было ограничено из-за необходимости в жестких контейнерах, однако новые технологии упаковки теперь позволяют обрабатывать гибкие пластиковые пакеты. Самым слабым местом, по-видимому, остается необходимость в системе обработки партиями. Возможно, самое важное в данном случае - разработать поточный процесс, в ходе которого продукты в пакетах или на лотках будут непрерывно проходить через находящийся под давлением туннельный автоклав.

Производство готовых блюд



Общий вид системы

Типичная система для производства охлажденных или замороженных готовых блюд может выполнять следующую последовательность действий:

- перемешивание готовых ингредиентов;
- варка всей массы ингредиентов;
- охлаждение всей массы;
- перемешивание приготовленных компонентов и добавление основы;
- упаковка готовых компонентов или смесей в пакеты для реализации;

- добавление горячей или холодной основы;
- пастеризация пакетов для распространения в охлажденном виде;
- охлаждение / замораживание пакетов;
- транспортировка на склад.

Некоторые альтернативные системы включают наполнение пакетов в горячем виде и их запаивание перед охлаждением, тогда как другие системы собирают сырые ингредиенты в пакеты, запаивают их, и после этого готовят и охлаждают.

Большинство составляющих многокомпонентных продуктов требуют различных методов и разной длительности приготовления, поэтому предпочтение отдается приготовлению отдельных ингредиентов и наполнению систем в холодном виде. Варка обычно происходит в больших открытых сверху сосудах или в закрытых сосудах повышенного давления. Закрытые сосуды могут нагреваться горячей водяной рубашкой, паровой рубашкой или прямым впрыском пара. Впрыск пара обычно обладает наибольшей эффективностью и позволяет сократить время варки, но он подходит не для всех продуктов.

Из всех компонентов труднее всего варить твердые продукты, такие как кусочки красного мяса, курицы, рыбы или овощей. В большинстве коммерческих систем для передачи тепла продукту используется нагнетание воздуха или пара.

Системы приготовления замороженных полуфабрикатов и системы sous-vide

Система приготовления замороженных полуфабрикатов часто используется в больницах и школах, а также авиаперевозчиками. Обычно продукты готовятся при температуре не менее 70°C в течение как минимум двух минут, после чего замораживаются. Срок хранения продукта после такой обработки составляет до 5 дней.

Sous-vide – это разновидность замороженных полуфабрикатов. Готовый продукт распространяется в вакуумной упаковке. При изготовлении используются два подхода. В первом случае продукты готовятся частично, помещаются в вакуумную упаковку, а затем подвергаются пастеризации прямо в упаковке. Во втором случае продукты помещаются в вакуумную упаковку в сыром виде, а затем полностью или частично готовятся в упаковке. В большинстве случаев продукты до использования остаются в замороженном виде, а непосредственно перед использованием доводятся до готовности или подогреваются. Такой процесс значительно уменьшает прогорклость, вызванную окислительными процессами, и замедляет рост

количества аэробных бактерий, однако при хранении в вакуумной упаковке потенциальную опасность представляет *C. botulinum*. По этой причине рекомендуется, чтобы все продукты sous-vide подвергались тщательной пастеризации.



Альтернативные технологии

В настоящее время разрабатываются и проходят тестирование технологии пастеризации / стерилизации / варки с более высокой скоростью, чтобы можно было производить безопасный продукт при минимальной обработке. К таким методам относится облучение, которое стабильно дает уменьшение численности всех самых опасных патогенов на 5 логарифмических единиц, но потребители относятся к обработанным таким образом продуктам отрицательно. Другие виды тепловой обработки, такие как омический или микроволновой нагрев, позволяют добиваться необходимых для пастеризации температур внутри пищевых продуктов, однако они связаны с проблемами размера партии, стоимости и однородности распределения температуры.

Другой способ пастеризации или стерилизации при более низких температурах или за меньшее время заключается в использовании повышенного давления. Однако для этого требуется очень высокое давление, что резко ограничивает объемы, которые можно обрабатывать таким образом, и требует дополнительного времени на нагнетание и сброс давления в оборудовании.

Таким образом, с повышением требований рынка, появлением новых производственных процессов и технологий, усовершенствованием пищевой упаковки пар все чаще применяется в производстве продуктов питания и полуфабрикатов. А значит, вопросы эффективности, надежности и безопасности паровой системы приобретают все большую значимость.

Охлаждающие устройства: как не обжечься

Асхат Галимов
инженер отдела нефтепереработки



Существует ряд устройств, предназначенных для регулирования параметров потребляемых энергоресурсов. Для электриков это понижающие, либо повышающие трансформаторы, для механиков - демультипликаторы и редукторы, а для теплотехников - РЕДУКЦИОННО-ОХЛАЖДАЮЩИЕ УСТАНОВКИ (РОУ). Поскольку наш журнал ориентирован на теплотехников, то и внимание уделим именно РОУ, в частности, его основному элементу - ОХЛАЖДАЮЩЕМУ УСТРОЙСТВУ (ОУ).

Конструктивно, охлаждающие устройства подразделяются на 2 типа: контактные, обеспечивающие впрыск пара в объем воды или впрыск воды в поток пара, и бесконтактные.

1. Охлаждающее устройство с теплопередающей стенкой (бесконтактное)

Принцип действия: получение насыщенного пара происходит путем охлаждения перегретого пара водой через разделяющую стенку.

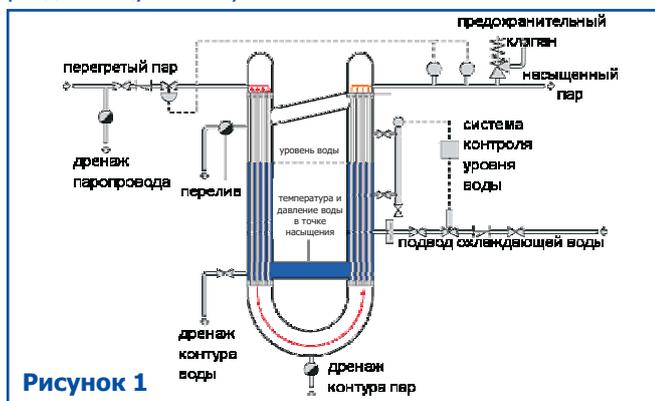


Рисунок 1

Бесконтактный тип ОУ (Рис. 1) представляет собой кожухотрубный теплообменник, где перегретый пар охлаждается, не смешиваясь с охлаждающей средой. В данных ОУ температура насыщенного пара контролируется либо с помощью дросселирования давления перегретого пара на входе в ОУ, либо расходом охлаждающей среды. Регулирование давления охлаждаемого пара зачастую является непрактичным, поскольку потребителю требуется постоянный расход насыщенного пара, поэтому чаще применяется схема, основанная на изменении расхода охлаждающей среды. В данной конструкции ОУ исключительную важность приобретает надёжное регулирование уровня охлаждающей воды.

2. Охлаждающие устройства контактного типа

2.1. Охлаждающие устройства прямого нагрева

Принцип действия: Получение насыщенного пара происходит путем прямого нагрева воды перегретым паром и ее испарения.

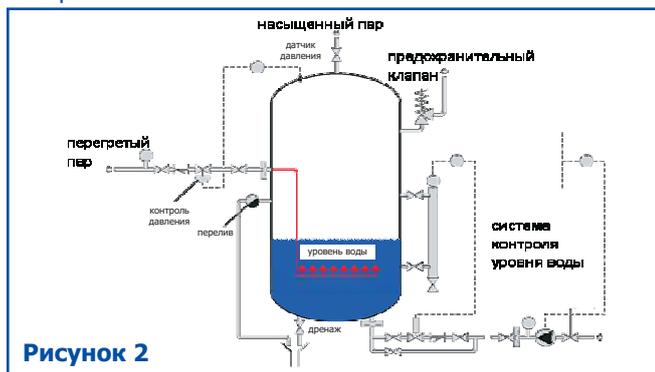


Рисунок 2

На рисунке 2 изображено ОУ контактного типа. Перегретый пар проходит через толщу воды, находящейся в баке. Естественно, что пар и вода внутри бака будут сосуществовать в состоянии насыщения, поэтому вода будет нагреваться, а часть её испаряться, превращая пар в насыщенный. Подобные ОУ используются преимущественно там, где нет постоянного расхода насыщенного пара.

2.2. Охлаждающее устройство инжекционного типа

Принцип действия: получение насыщенного пара происходит путем прямого впрыска в паровой поток охлаждающей среды (воды).

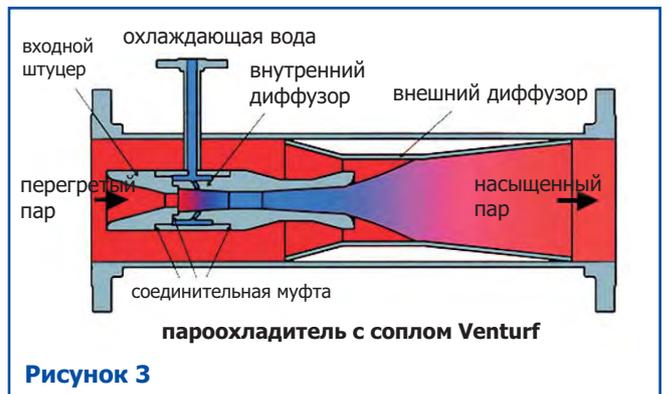


Рисунок 3

В данном устройстве регулирование температуры насыщенного пара происходит путем регулирования подачи охлаждающей воды. Вода подается на распыляющую форсунку. Наиболее важным условием для данного типа ОУ является дисперсность распыляемой воды и турбулентность потока, что позволяет на наиболее коротком отрезке трубопровода произвести полное смешение потоков и отвести избыточную энергию охлаждающей водой от перегретого пара.

Для наглядности, в таблице 1 приведено сравнение ОУ различных типов.

Таблица 1.

ПРЕИМУЩЕСТВА	НЕДОСТАТКИ
ОУ с теплопередающей стенкой	
Поддержание температуры в пределах 5 градусов Возможность малого перегрева Возможность получения насыщенного пара высоких параметров Большой динамический диапазон регулирования, ограничен только установленными устройствами регулирования	Значительные габаритные размеры Большой расход охлаждающей воды Низкая теплопередача при образовании накипи или воздушных пробок Сложность конструкции
ОУ прямого нагрева	
Простота конструкции Большой динамический диапазон регулирования, ограниченный только установленными устройствами регулирования	Значительные габаритные размеры Низкие параметры получаемого насыщенного пара Значительный расход воды Высокая инерционность системы Возможность генерации только насыщенного пара
ОУ инжекционного типа	
Малые габаритные размеры (по Ду трубопровода) Малый расход воды Задание любой температуры охлаждения Высокая скорость реакции ОУ на изменяемые параметры расхода пара	Низкий динамический диапазон Температура полученного пара как минимум на 10°С выше температуры насыщения Длинный участок трубопровода за ОУ Возможность быстрого эрозионного износа трубопровода и арматуры

Поскольку в тексте неоднократно встречается понятие «динамический диапазон регулирования ОУ», есть необходимость пояснить, что же это такое.

Динамический диапазон регулирования используется для описания диапазона скоростей (а, следовательно, расхода) потока при которых может работать ОУ.

$$\text{Динамический диапазон регулирования} = \frac{\text{Максимальный поток}}{\text{Минимальный поток}}$$

Этот параметр очень важен, так как изменения давления, температуры или скорости потока на входе приводят к изменению требований к охлаждающей жидкости.

Для каждого пароохладителя можно определить два динамических диапазона регулирования:

- динамический диапазон регулирования для пара.
- динамический диапазон регулирования для охлаждающей воды.

Расход охлажденной воды можно найти по формуле:

$$m_{cw} = \frac{m_s(h_i - h_d)}{(h_d - h_{cw})}$$

где:

m_{cw} - массовый расход охлаждающей воды (кг/ч)

m_s - массовый расход перегретого пара (кг/ч)

h_i - энтальпия перегретого пара (кДж/кг)

h_d - энтальпия пара при параметрах насыщения (кДж/кг)

h_{cw} - энтальпия охлаждающей воды на входе (кДж/кг)

Если нужный диапазон регулирования не удается получить при помощи одного пароохладителя, возможна установка дополнительного пароохладителя. При больших расходах пара будут работать оба пароохладителя одновременно.

Рассмотрим РОУ, предназначенное для приведения пара высоких параметров (с ТЭЦ) к технологическим или конструктивным требованиям оборудования паропотребляющей установки по давлению и температуре. Зачастую, РОУ устанавливается на входе в цех для получения средних параметров пара (Рис. 4).

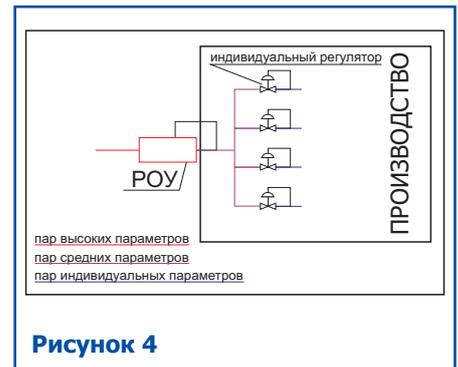


Рисунок 4

В отдельных случаях устанавливаются локальные (индивидуальные) РОУ на отдельное производственное оборудование (Рис. 5).

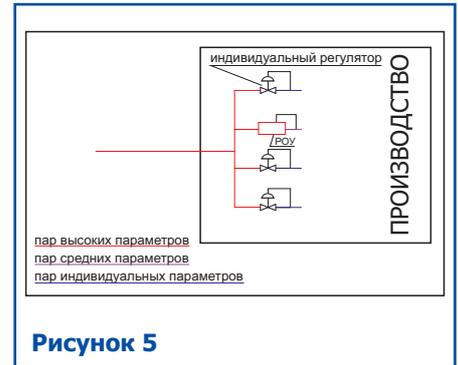


Рисунок 5

Пример из практики: Экономический эффект от внедрения РОУ

Установка РОУ на одном из предприятий нефтехимической области позволила сократить расходы на закупку пара с ТЭЦ на 240 млн.руб. в год. Изначально потребитель закупал пар у ТЭЦ№1. При этом ТЭЦ№2 предлагало пар по более низкой цене (см. таблица2) . Однако предлагаемый ТЭЦ№2 пар не соответствовал требованиям предприятия.

Применение РОУ позволило Потребителю подвести пар с ТЭЦ№2 под требуемые технологией и конструктивными особенностями оборудования параметры и в дальнейшем закупать пар по более выгодной цене.

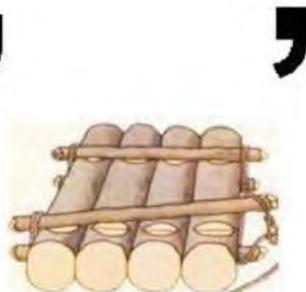
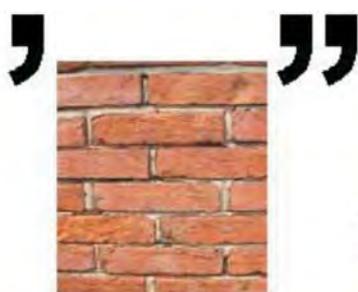
Таблица 2

	параметры пара		стоимость, руб/Гкал
	Т, С	Р, ати	
ТЭЦ №1	230	13	600
ТЭЦ №2	330	40	400

Внимание: Конкурс!

Разгадайте ребус и получите приз от SPIRAX SARCO!*

Чтобы принять участие в конкурсе, пожалуйста, впишите ответ в графу «Ребус» в Заявке читателя (страница 8) и отправьте нам по факсу. И главное, не забудьте указать свои координаты для получения подарка!



* Ответы принимаются до 07.10.2010

Заявка читателя

Если Вы хотите получить информацию об оборудовании Spirax Sarco, посетить обучающий семинар или получить консультацию от эксперта Spirax Sarco, просто **заполните** данную форму и **отправьте нам по факсу (812) 331-72-67 или, нажав соответствующую кнопку в нижней части страницы, отправьте запрос.**

Сразу после обработки запроса сотрудник Spirax Sarco свяжется с Вами.

Пожалуйста, отметьте, интересующие вас позиции:

Посещение семинара Spirax Sarco:

- 06.10 - Ростов-на-Дону
- 06.10 - Москва
- 12.10 - Липецк
- 14.10 - Уфа
- 18.10 - Тюмень
- 20.10 - Ставрополь
- 09.11 - Казань
- 11.11 - Тула

Ваш ответ на ребус:

(стр. 7)

Другое (Ваш вопрос): _____

Пожалуйста, укажите свои контактные данные, чтобы наш сотрудник мог связаться с Вами:

ФИО _____

Компания _____

Должность _____

Контактный телефон _____ E-mail _____

Индекс _____ Город _____ Адрес _____

Вы можете послать запрос через web сайт, нажав кнопку:

ПОСЛАТЬ ЗАПРОС

Spirаскоп



Уважаемые читатели!

Мы будем рады узнать Ваше мнение о нашем журнале.

Свои замечания, вопросы и пожелания, пожалуйста, присылайте на адрес:
spirascope@ru.spiraxsarco.com

“Спиракс-Сарко Инжиниринг”

Санкт-Петербург,
ул. Маршала Говорова, 52, литера А,
офис 503-Н
Тел. (812) 331-72-65, факс 331-72-67

Internet: www.spiraxsarco.com/ru