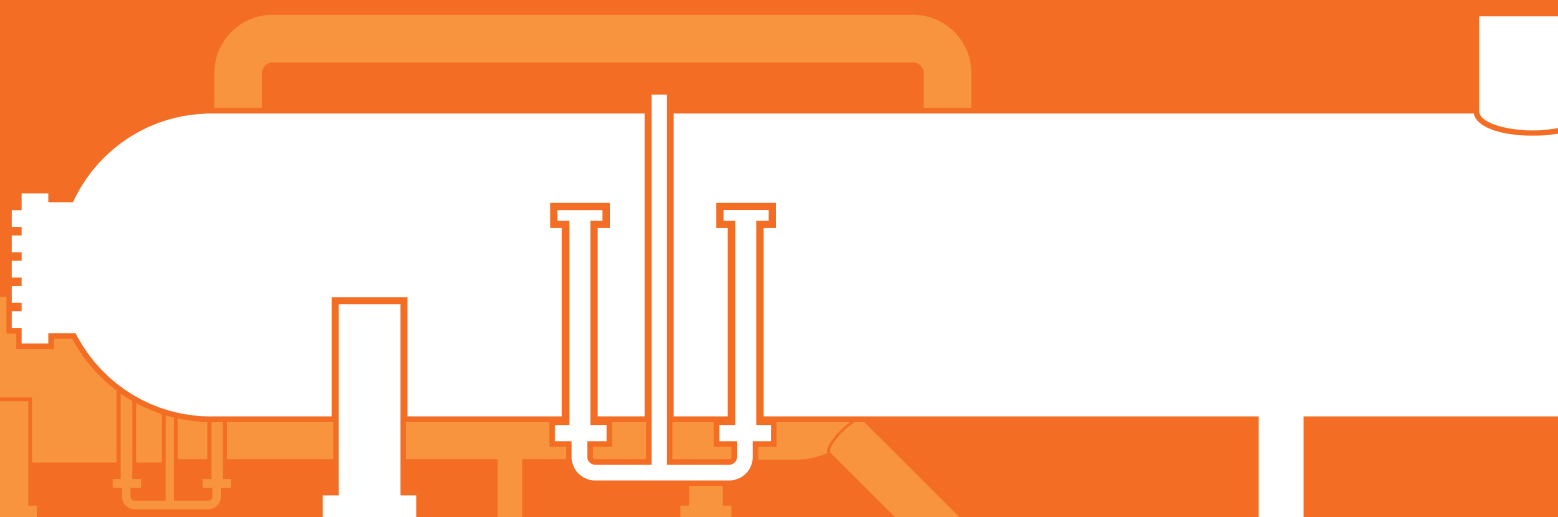


СКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ ДОХОДА В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

Оптимизация цикла парообразования
и процесс рекуперации тепла из конденсата
для получения дополнительной прибыли

Информационный документ компании Magnetrol®
из серии «Контроль уровня имеет значение»



СКРЫТЫЕ ИСТОЧНИКИ ДОХОДА В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВА ПАРА

Оптимизация цикла парообразования и процесс рекуперации тепла из конденсата для получения дополнительной прибыли

Цель

Определение ключевых областей в цикле парообразования, системе рекуперации тепла конденсата и процессе утилизации отходящего тепла, где измерительные средства позволяют добиться возврата капиталовложений за короткие сроки. Целью является снижение удельного расхода теплоты, влияния на окружающую среду, потребления топлива и воды, затрат на очистку воды и техническое обслуживание на коммерческих и промышленных объектах, там, где для производственных процессов необходимо парообразование.

Общие сведения

- Зачем нужен контроль?
- Производство пара
 - Котел / паровой барабан
 - Деаэрация
 - Продувка
- Рекуперация тепла конденсата
 - Финансовые выгоды рекуперации тепла конденсата
 - Приемные резервуары конденсата
 - Защита насосов
 - Расширительные баки и теплообменники/конденсаторы
- Обработка подпиточной воды
- Управление энергоресурсами
 - Воздух для горения, подача топлива и сжатый воздух
- Практические примеры

Зачем нужен контроль уровня?

Целлюлозно-бумажная промышленность является одним из крупнейших производителей пара, но если не принимать во внимание генерацию электроэнергии, то металлургия, перегонка нефти, химическая обработка и пищевая промышленность также выделяют значительные доли собственного энергопотребления (от 10 до 60%) на производство пара. Измерительная аппаратура играет важнейшую роль в ключевых областях применения в процессе всего цикла производства пара.

Как следствие, эффективность любых технологий измерения уровня, подверженных ошибкам оборудования, нюансам калибровки и уязвимостям к динамике процессов, может непосредственно негативно сказываться на потреблении топлива,

а также на других аспектах технологического процесса, таких как удовлетворение требований к подготовке воды, чрезмерная продувка барабана котла, передача энергии и т. п. К сожалению, все эти другие аспекты косвенно влияют на эффективность использования топлива, производительность и качество продукции. Сюда же можно добавить риск повреждения дорогого оборудования из-за случайного отключения питания, незапланированного и дорогого обслуживания и простоев производственной линии.

В этом документе освещаются отдельные области, где использование специализированных и проверенных практикой технологий контроля уровня помогает сэкономить на эксплуатационных расходах и техническом обслуживании.

На современном производстве для экономии энергии и сохранения ценного конденсата довольно часто применяются системы рекуперации отводимого тепла и/или тепла конденсата. Использование измерительных технологий, которые не могут точно и надежно управлять этими процессами, может негативно сказаться на эффективности и прибыльности инвестиций в эти системы, а также привести к повреждению оборудования. Более того, процессы, в ходе которых расходы на потребляемую электроэнергию и производство пара непропорционально велики с точки зрения расхода топлива, могут иметь множество причин для низкой эффективности просто из-за несовершенства технологий в критически важных областях. Разумеется, это зависит как от вида топлива, так и от других факторов. Тем не менее, если проблеме уделить должное внимание, то это может положительно отразиться на расходах.

Обзор сопутствующих процессов и уникальные требования, предъявляемые к измерительным средствам для каждого компонента, позволяют судить о важности контроля уровня и организации защитных мер, необходимых для потенциальной экономии в ходе производства пара, рекуперации тепла конденсата и отходящего тепла, а также в системах очистки воды, обычно встречающихся в тяжелой промышленности.

В этом документе выделены отдельные области, в которых использование специализированных и проверенных практикой технологий контроля уровня помогает сэкономить на эксплуатационных расходах и техническом обслуживании, предоставляя

компаниям конкурентные преимущества в условиях современной глобальной экономики. Поскольку цена обычно является главным из рассматриваемых факторов, в серьезных системах используются технологии, преимущества которых оцениваются в краткосрочной и долгосрочной перспективах, и которые напрямую связаны с эффективностью. Обычно больше внимания уделяется непосредственной стоимости систем сопряжения, которые меньше всего влияют на процессы; однако в реальности ключевым фактором нормальной работы процесса является надежность измерений.

Производство пара

Системы производства пара и рекуперации тепла конденсата могут различаться по сложности в зависимости от конечного использования пара и требований процесса. Например, сравните количество пара, необходимое для генерации электричества или для работы бумажной фабрики, с количеством пара для химических заводов среднего и малого размера. На рисунке 1 представлена упрощенная схема базового цикла производства пара, которая может масштабироваться почти для любой заводской среды, где может быть установлена огневая труба парогенератора или котел с водогрейной трубой большего размера. Достаточно выделить критические области цикла, в которых реализация контроля уровня может оказать значительное влияние на эффективность, надежность и техническое обслуживание.

Сердцем системы является котел / паровой барабан. Вне зависимости от размера, его основные и второстепенные функции таковы:

- Предоставление достаточной рабочей поверхности для эффективного разделения воды и пара
- Предоставление объема хранения, необходимого для питания котла подаваемой водой
- Упрощение внесения химических веществ, необходимых для очистки, а также продувки для удаления загрязнений

«Целлюлозно-бумажная промышленность США, определяемая как промышленные объекты, занятые в производстве пульпы, бумаги и картона, ежегодно потребляет покупное топливо и электроэнергию на 7 миллиардов долларов. Улучшение эффективности с точки зрения потребления энергии является важнейшим способом сокращения этих расходов и увеличения ожидаемой чистой прибыли, особенно в условиях высокой изменчивости цен на энергетическом рынке».

Национальная лаборатория в Беркли

Отдел технологий энергии из окружающей среды, октябрь 2009 г.

В котле, огневой или кипятильной трубе создается чрезвычайно подвижная среда с точки зрения контроля уровня, вне зависимости от метода контроля, где используется один, два или три элемента. Общий знаменатель для всех этих методов — само измерение уровня.

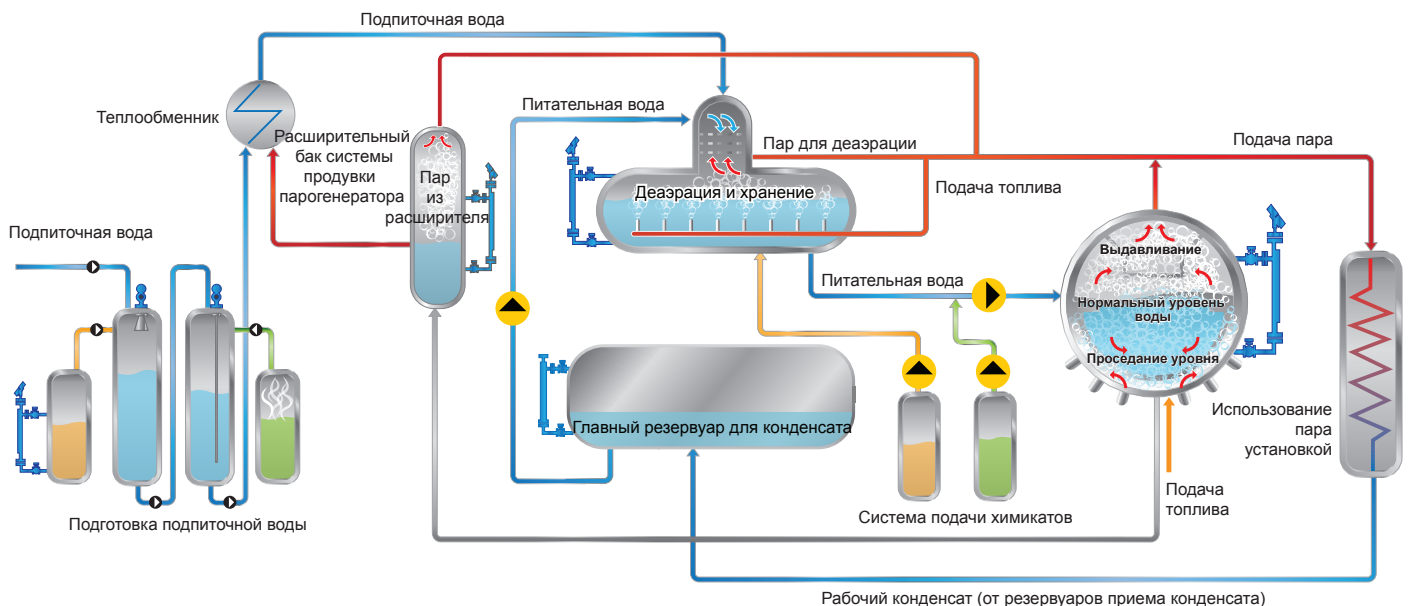


Рисунок 1

Применение технологии измерения, которая позволит улучшить этот показатель, совершенно точно поможет в вопросах поддержания нормального уровня воды в котле / паровом барабане, обеспечивая эффективность работы его главной функции по разделению воды и пара, что повышает качество пара.

Это обретает еще большую важность, когда изменения в требуемом количестве пара сильно сказываются на производительности оборудования в условиях «проседания уровня» или «выдавливания», которые возникают при изменении давления в котле / паровом барабане. В более масштабных системах парообразования такого рода, необходимых для коммерческой выработки электроэнергии (котлы с кипящими трубками), прерывание управления уровнем в котле / паровом барабане может иметь негативные последствия для естественной циркуляции внутри технологического процесса и возможности предприятия реагировать на спрос на рынке.

Технологии контроля уровня, которые традиционно применялись в котлах для определения уровня, используют принцип прогнозирования или плавучести. Уже это само по себе делает технологию уязвимой к динамике процесса (удельная плотность среды, давление, температура и т. п.) или ограничивает возможность точно управлять уровнем для экономии топлива.

Прерывание управления уровнем в котле / паровом барабане может оказать негативное влияние на естественную циркуляцию внутри технологического процесса и возможность завода реагировать на спрос на рынке.

Хотя эти эффекты можно скомпенсировать с помощью поправок, переменные, которые необходимо учитывать, увеличивают количество устанавливаемых элементов контроля, усложняют оборудование и калибровку, что открывает путь для возникновения новых ошибок.

Уменьшение потенциальных источников ошибок (в том числе человеческого фактора) тесно связано с используемыми в оборудовании технологиями измерения — это первый шаг на пути оптимизации контроля уровня в котле / паровом барабане.

Традиционные технологии, используемые в системах контроля уровня в котлах / паровых барабанах

Быстрый взгляд на различные технологии позволяет судить об их недостатках с точки зрения управления уровнем в котле / паровом барабане:

- **Перепад давления** — сложная система труб, емкостей для конденсата и датчиков, строящаяся на принципе прогнозирования и требующая правильной калибровки до 12 параметров. Для достижения необходимой точности используется внешний ввод данных и поправок.
- **Плавучесть (поплавок)** — точность измерения от момента запуска системы до достижения рабочих температур невозможна из-за того, что поплавков предназначен для работы в среде с заданной удельной плотностью, которая достигается только при рабочих условиях. С течением времени источником ошибок могут стать калибровка и механический износ.
- **Плавучесть (механическое реле уровня, работающее в режиме «вкл./выкл.»)** — недорогое решение для котлов небольшого размера; однако заливка больших объемов охлажденной жидкости может отразиться на производительности и повысить расход топлива в сравнении с системами, где используются технологии непрерывного измерения.
- **Емкостной принцип** — основан на диэлектрической константе технологической среды. Диэлектрическая константа воды/ конденсата меняется в зависимости от температуры, вследствие чего возникают дополнительные ошибки. Необходима калибровка непосредственно на месте.
- **Проводимость** — высокая начальная стоимость и стоимость технического обслуживания зонда в сравнении с другими технологиями. Измерение не является непрерывным. Разрешающая способность зависит от расстояния между зондами, измеряющими проводимость в технологической среде. Деформация резьбы является источником проблем во время ремонта.



Периодическое техобслуживание, сложность оборудования и калибровки, а также уязвимость к динамическим процессам внутри котла увеличивают расходы и открывают путь для возникновения ошибок измерения уровня

Волноводный радарный уровнемер (GWR), с другой стороны, является прибором непрерывного измерения, имеющим явные преимущества, связанные с устойчивостью к изменениям рабочих условий, которые влияют на ранее упомянутые технологии измерения.

Ключевые преимущества GWR при измерении уровня в котле / паровом барабане

- **Трехэлементный принцип управления:** подача питательной воды, основной поток пара и уровень в котле / паровом барабане — измеряется фактический уровень, а не прогнозируемый. Непрерывное измерение в противоположность дискретному.
- **Отсутствие калибровки или внешних средств компенсации:** достоверность данных при реализации принципа контроля во время нормальной работы, а также в условиях «проседания» и «набухания» уровня. Предотвращение выноса воды.
- **Поддержание нормального уровня воды при любых рабочих условиях** улучшает разделение пара и воды, а также повышает качество пара.
- **Предотвращение потерь энергии** из-за чрезмерного выпуска теплоносителя для управления уровнем.
- **Реакция на изменения в потребности.**
- **Специальное уплотнение технологического соединения, устойчивое к высоким температурам и давлениям,** имеющее повышенную коррозионную стойкость.
- **Зонды, построенные на базе технологий контроля конденсата (ССТ) и автоматической компенсации пространства, занимаемого паром (АСС).**
- **Сниженные эксплуатационные расходы.**

Поскольку его эксплуатационные характеристики и точность не зависят от удельной плотности и/или прогнозирования, он эффективнее измеряет действительный уровень жидкости в любых условиях, которые могут возникать в котле / паровом барабане.

Кроме того, GWR не требует ввода внешних данных или калибровки для достижения заданных рабочих параметров. Измерения с применением этой технологии являются очень точными. Это фактически исключает возможность внесения ошибок в процессе калибровки или при внешнем вводе данных, например, значений давления и температуры.

Снижение числа переменных, влияющих на измерение, повышает достоверность данных, благодаря чему операторы могут лучше контролировать нормальный уровень воды (NWL) в котле / паровом барабане для обеспечения оптимального разделения воды и пара, а также качество пара в различных рабочих условиях.

Выдержки из раздела 1 норм и правил по котлам и сосудам высокого давления ASME

PG-60.1.1 На котлах с максимально допустимым рабочим давлением больше 400 psi (3 МпА) должно быть установлено два водомерных стекла.

Вместо одного из двух необходимых водомерных стекол могут использоваться два независимых удаленных указателя уровня воды (две дискретные системы для непрерывного измерения, передачи и отображения уровня воды).

PG-60.1.1.2 При надежной работе двух независимых удаленных указателей уровня воды (непрерывно отображают уровень воды) одно необходимое водомерное стекло может быть отключено, но постоянно поддерживаться в работоспособном состоянии.

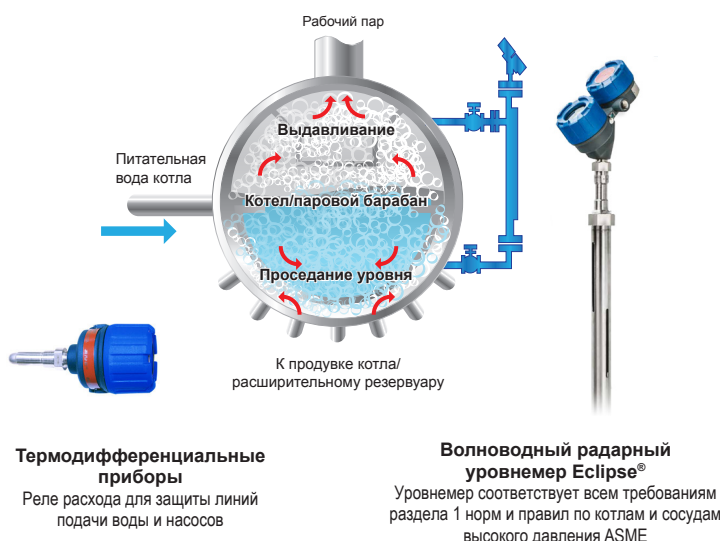


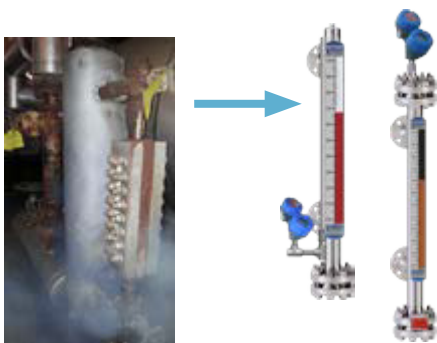
Рисунок 2

Помимо обсуждений оптимизации контроля уровня для повышения эффективности работы котлов / паровых барабанов, существует требование визуального контроля через водомерное стекло, указанное в разделе 1 норм и правил по котлам и сосудам высокого давления ASME.

Водомерные стекла играют очень важную роль в качестве резервного элемента контроля уровня в котле / паровом барабане, поэтому важность наличия этих устройств нельзя преуменьшить. Однако при непрерывной работе использование этих устройств приводит к постоянным расходам на техническое обслуживание в сочетании с потенциальными проблемами безопасности.

Распространенные проблемы водомерных стекол

- Отсечки пара
- Неисправность встроенного клапана
- Утечки через прокладки/уплотнения
- Эрозия стекла



Исключение одного из двух необходимых водомерных стекол, предписанных к установке разделом 1 норм и правил по котлам и сосудам высокого давления ASME, может значительно снизить расходы на обслуживание, позволяя изолировать второе водомерное стекло во время повседневной эксплуатации.

Часто стоимость устранения неисправностей водомерных стекол на котлах / паровых барабанах, а также на других элементах (теплообменниках/ конденсаторах), где могут устанавливаться эти указатели, может превышать стоимость нового прибора. Значительное сокращение количества точек

	Ремонтный комплект Уплотнения/прокладки Комплект со стеклом	660,00 долларов США 1600,00 долларов США
	Время ремонта в цехе Время работы - 4 часа при оплате 35 долларов США за час (прибл.)	140,00 долларов США
	Время на установку Время работы - 4 часа при оплате 35 долларов США за час (прибл.)	140,00 долларов США
	Резервуар /технологический процесс Простой	\$\$\$ доллары США за 1 день

утечки в сравнении с использованием водомерных указателей — хорошее дополнение с точки зрения безопасности условий труда.

Деаэратор и теплообменники

Другое важное оборудование, которое часто упускается при обсуждении эффективности, — это деаэратор и связанный с ним резервуар для хранения. Деаэратор работает как теплообменник открытого типа, при этом его главной функцией является удаление кислорода и других коррозионных газов из воды, поступающей в котел, чтобы предотвратить порчу оборудования. Для этого используется пар с тепловым показателем около 970 БТЕ на фунт для поддержки процесса деаэрации и предварительного нагрева питательной воды котлов.

Особенности оптимизации работы теплообменника деаэлятора

Оптимизация работы теплообменника деаэлятора путем использования современных технологий измерения уровня может улучшить передачу энергии. Каждое увеличение температуры питательной воды в котле на 6 °C (10,8 °F) соответствует экономии затрат на топливо на один процент.

Aurora®
Магнитный указатель уровня со встроенным волноводным радарным уровнемером



Рисунок 3

Конечно, существенный прирост температуры питательной воды котлов благодаря этому процессу уменьшает количество энергии (топлива), необходимой для котла, — каждое увеличение температуры питательной воды на 6 °C соответствует экономии затрат на топливо на один процент. Ненадлежащий контроль уровня может замедлить процесс деаэрации (слишком высокий уровень) или уменьшить/отключить подачу питательной воды в котел (слишком низкий уровень). Первое влияет на срок службы и эффективность работы оборудования, а второе грозит производственными потерями и повреждением насосов.

Помимо подогревателя питательной воды с деаэрацией или открытого типа в циклах производства пара большего размера чаще применяются кожухотрубные теплообменники/конденсаторы, поскольку затраты на них компенсируются повышенной теплоотдачей. Эффективность кожухотрубных теплообменников при передаче энергии пропорциональна площади рабочей поверхности, кроме того, исключаются аппаратные отклонения при точном контроле уровня. Более полную информацию можно найти в бюллетене Magnetrol® 41-296 «Тепловая мощность и контроль уровня нагревателя питательной воды».

Эти же качества, делающие технологию волноводных радарных уровнемеров хорошо подходящей для котлов / паровых барабанов, также могут использоваться в подогревателях питательной воды и деаэраторах с целью повышения полезной теплоотдачи.

Продувочные резервуары расширительных емкостей и котлов

Поддержание качества воды в котле в пределах технологических параметров обеспечивает наивысшее возможное качество пара при одновременной минимизации продувки котла; все это улучшает управление энергией и ресурсами.

Благодаря использованию пара вскипания, направляемого в теплообменники или деаэратор с целью предварительного нагрева подпиточной воды для котла или для поддержки процесса деаэрации, можно дополнительно утилизировать до 49 процентов энергии.

Непрерывная или ручная продувка котла уменьшает накопление ржавчины и коррозии из-за примесей в воде. Продувка и продувочные расширительные резервуары имеют средства накопления жидкости и примесей из котла, что упрощает рекуперацию энергии благодаря использованию пара вскипания.

Благодаря использованию пара вскипания, направляемого в теплообменники или деаэратор с целью предварительного нагрева подпиточной воды для котла или для поддержки процесса деаэрации, можно дополнительно утилизировать до 49 процентов энергии. Кроме того, технология лучшего контроля уровня на стороне котла исключает потери энергии из-за ненужной продувки для предотвращения условий переноса.

Использование возможностей определенных технологий контроля уровня в любом из этих резервуаров, в частности в резервуарах для продувки котлов, в установках типа «подсоедини и работай» и при вводе в эксплуатацию (с предшествующей калибровкой, дополнительным оборудованием или вводом данных), — это простой способ обеспечения оптимальной производительности.

Оптимизация использования котла, деаэратора, теплообменника/конденсатора и продувки с точки зрения контроля уровня в основном влияет на экономию топлива, благодаря лучшему управлению количеством энергии, необходимым для получения высококачественного пара для любых целей. Эффективная реакция на изменения в потребности пара и уменьшение объема работ по обслуживанию, связанных с измерениями или повреждением оборудования, — это преимущества с собственными финансовыми результатами; поэтому они также должны учитываться при реализации любых технологий. Сроки окупаемости инвестиций могут различаться в зависимости от масштаба работ и времени на обслуживание устаревших приборов.

Рекуперация тепла конденсата

Преимущества любых систем рекуперации тепла конденсата хорошо известны в отраслях, процессы которых основаны на выработке пара.

Ценность конденсата в том, что каждый рекуперированный галлон экономит расходы на дополнительную подпиточную воду, ее обработку и/или неэкономичный слив в муниципальные и иные системы.

Часто измерительные приборы или их отсутствие ограничивают производительность всей системы, из-за чего процесс рекуперации не оправдывает финансовые ожидания.

Особый интерес представляют три области, относящиеся к эффективности контроля уровня, — приемник конденсата и главные резервуары для сбора конденсата, конденсатные насосы и связанные клапаны, а также все кожухотрубные теплообменники/конденсаторы (рис. 4 на следующей странице).

В резервуары для сбора конденсата поступает продувочный пар и конденсат от различных групп обработки пара на заводе. Затем конденсат подается в главный резервуар для сбора конденсата, где он ожидает возврата в цикл парообразования.

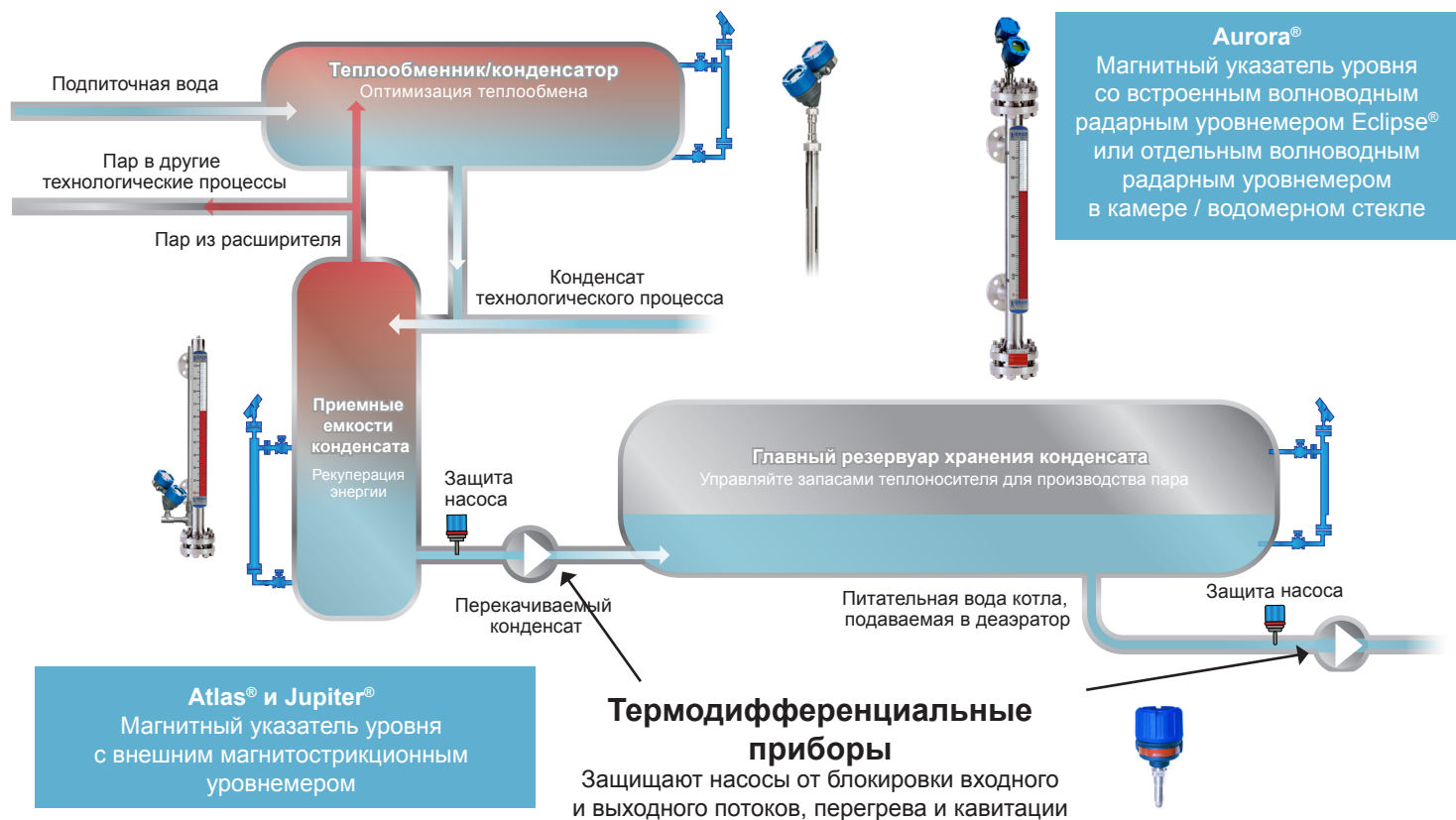


Рисунок 4

ИСКЛЮЧЕНИЕ СКРЫТЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ

Измерение уровня в процессе рекуперации тепла конденсата

- Защита клапанов и уплотнений насоса от воздействия пара с высокой температурой
- Поддержание минимального давления нагнетания на насосе перекачки конденсата
- Обеспечение достаточного свободного пространства для получения пара вскипания
- Предоставление объема, необходимого для накопления конденсата, поступающего из различных технологических процессов
- Управление системой подачи питательной воды котлов в соответствии с требованиями

Преимущества технологии волноводных радарных уровнемеров / магнитных указателей уровня

- Дублирующие и разнообразные технологии измерения уровня
- Отсутствие влияния рабочих условий
- Калибровка не требуется
- Отсутствие движущихся частей — исключение ошибок, вызванных работой измерителя (GWR)
- Мастер настройки и полная диагностика — быстрый запуск и выявление неисправностей
- Конструкция, предназначенная для использования в установках с паром высокой температуры
- Упрощение измерительного оборудования
- Возможность предварительной настройки для конкретного случая применения

Разбор практического примера

- Уплотнение насоса — 1000,00 долларов США
- Трудозатраты — 2 человека в течение ½ дня при оплате 35,00 долларов США за час — 280,00 долларов США
- Отведенный конденсат 3,65 доллара США за 1000 галлонов
- Простой приемника конденсата для проведения технического обслуживания — \$\$\$ долларов США
- 1–3 замены уплотнения насоса в неделю уменьшены до 1–3 замен в год: «Целлюлозно-бумажный комбинат»
- Стоимость обслуживания при плохом контроле уровня: более 244 000 долларов США в год

Кожухотрубные теплообменники/конденсаторы обеспечивают рекуперацию энергии, которая в ином случае была бы потеряна, в форме пара из приемной емкости для подогрева подпиточной воды или других технологических жидкостей за счет тепла конденсата. Полученный конденсат снова попадает в резервуар для конденсата или резервуар для сбора конденсата.

Производительность всей системы часто страдает из-за неправильного выбора измерительных приборов или их отсутствия.

Уровнемер на резервуаре для сбора конденсата упрощает автоматическое управление уровнем конденсата для обеспечения доступности достаточного объема для накопления (получения) конденсата от различных процессов на заводе, а также для сохранения достаточной паровой фазы над жидкостью в резервуаре для получения пара вскипания.

Помимо того, что конденсат критически важен для завода, конденсат в резервуаре-приемнике также защищает клапаны и уплотнения конденсатного насоса от прямого воздействия пара высокой температуры при сохранении минимального давления нагнетания насоса. Это препятствует повреждению оборудования; предотвращает необходимость в дорогостоящем обслуживании, снижает время простоя резервуара для сбора, устраняет последующее влияние на цикл парообразования и смягчает требования к подпиточной воде.

И наконец, уровнемер формирует сигналы управления клапанами и конденсатным насосом, необходимые для передачи конденсата из приемника в резервуар для сбора конденсата, обеспечивая удержание уровня приблизительно на 15 процентов больше по упомянутым выше причинам. На этой стадии уровнемеры главного резервуара конденсата принимают управление подачей питательной воды в котел для производства необходимых объемов пара.

Подготовка подпиточной воды

Подготовка подпиточной воды — это критически важный компонент парообразования, обеспечивающий подачу в систему воды, пригодной для котла и других операций, которая по каким-либо причинам была потеряна в цикле. В отличие от применений, которые обсуждались в цикле парообразования, контроль уровня при обработке воды требуется не для обеспечения эффективности, но скорее для обеспечения точности, надежности и безопасности с одновременным верным управлением запасами ресурсов для того, чтобы подача гидратной и подпиточной воды соответствовала необходимым требованиям.

Главное внимание уделяется химическому компоненту обработки воды, поскольку это представляет трудность для технологий контроля уровня, которые могут идеально работать в установках, в которых отсутствует химическая очистка, или в установках, имеющих ограничение на изменения содержимого парового пространства резервуара. Хотя важные измерения, например проводимые в резервуарах для хранения аммиака, кислоты, щелочи и других химических веществ, не являются сложными, небольшие тонкости технологий контроля уровня могут сильно влиять на повседневное применение и надежность используемых типов приборов.

Кроме того, с пополнением запасов химических реактивов связаны соображения безопасности, а также затраты на краткосрочное и долгосрочное техническое обслуживание; оба вопроса могут быть одновременно решены с помощью мониторинга запасов благодаря нескольким простым и недорогим модификациям комплекта измерительных приборов.



Хорошо видимый магнитный указатель уровня с магнитоэлектрическим датчиком позволяет контролировать разгрузку аммиака на парогазовой электростанции с комбинированным производством энергии и тепла

Основные компоненты оперативного контроля емкостей для хранения химических реагентов

- Управление запасами ресурсов (точность)
- Устойчивость к химическому воздействию (надежность и обслуживание)
- Использование технологии, на которую не влияют изменения парового пространства резервуара (надежность)
- Проверка соответствия эксплуатационных характеристик (обслуживание)
- Наглядность при перемещении продукта (безопасность)

Резервуары для хранения химических веществ, деминерализации и сбора воды доступны во множестве размеров и форм. Обычно применяются горизонтальные или вертикальные резервуары диаметром/высотой от шести до десяти футов, а самый большой размер имеют резервуары для хранения аммиака и для деминерализации. Довольно часто некоторые типы уровнемеров (чаще всего ультразвуковые) устанавливаются для индикации уровня в диспетчерской с местным дисплеем у основания резервуара и оснащаются последовательным выходом 4–20 мА, либо дублируются в диспетчерской. Сигнал в диспетчерскую отслеживает запасы ресурсов, выдает сигнал аварийно высокого уровня для защиты от переполнения и определяет необходимый интервал пополнения ресурсов. Местный дисплей упрощает наблюдение за разгрузкой химических реагентов из грузовика поставщика.

Точность, надежность, наглядность динамического изменения среды в резервуаре, а также сценарии эксплуатации — это лучшие черты технологии контроля уровня при хранении химических реагентов. Стоимость является наиболее важным преимуществом при проведении таких, по-видимому, менее сложных, измерений. Тем не менее производительность в этих двух областях может значительно влиять на действительные эксплуатационные расходы предприятия.

На этапе эскизного проектирования хорошим аргументом является выбор соответствующей технологии контроля уровня, так как это устранил возможные проблемы монтажа и ввода в эксплуатацию, если принимать в расчет технологию, предусмотренную в конструкции резервуара, что является еще одним потенциальным источником экономии.

Для решения задач хранения химических реагентов может использоваться и уже используется значительное число технологий контроля уровня. Соблюдение принципов минимизации количества переменных (например, чувствительность к динамике процесса, калибровка, сложность оборудования и т. д.), которые могут повлиять на возможность нормальной работы технологии, — это основной шаг к снижению совокупной стоимости владения.

Опять-таки, в этих областях в лучшую сторону выделяются волноводные радарные (контактные) уровнемеры, а также их эквивалент: радарный (бесконтактный) уровнемер. Магнитные указатели уровня, работающие вместе с каким-либо типом радарной технологии или в сочетании с магнитострикционным уровнемером, обеспечивают дублирование и технологическое разнообразие, одновременно улучшая наглядность для достижения повышенной безопасности во время операций загрузки химикатов в емкости. Дополнительное преимущество дублирования проявляется при проверке работы основного уровнемера во время периодического осмотра при плановых остановках или при устранении неполадок.

Точность, надежность, наглядность динамического изменения среды в резервуаре, а также сценарии эксплуатации — это лучшие черты технологии контроля уровня при хранении химических реагентов.

Это не означает, что бесконтактные ультразвуковые уровнемеры или другие технологии не способны справиться с этой задачей. Проще говоря, для радара безразлично, как меняется содержимое парового пространства этих резервуаров в течение дня.

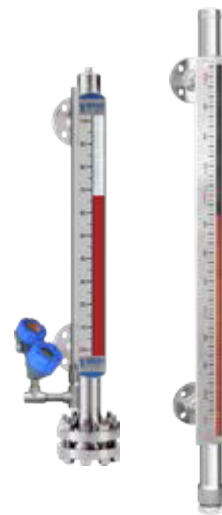
Часто эти изменения влияют на измерительные приборы, вызывая так называемую ложную тревогу, например периодическую потерю сигнала, или случаи, когда индикация уровня имеет нестабильный характер и устранить неполадку может только техник. Эти типы проблем трудно устранить из-за их непостоянного характера и того факта, что они не могут быть связаны с монтажом, настройкой или неполадками оборудования.

Процесс обработки воды, поддерживающий любой паровой цикл, большого или малого размера, не является универсальной концепцией, обеспечивающей наибольшую выгоду для производительности. Несмотря на кажущуюся простоту некоторых систем контроля уровня, существует множество случаев, когда они несоразмерно увеличивают расходы на обслуживание и ввод в эксплуатацию просто потому, что не могут охватить всю широту динамики применения.

Использование конкретной технологии вместо универсального подхода к процессу обработки воды сокращает стоимость владения как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Это позволяет использовать недорогие технологии начального уровня для менее сложных применений, одновременно снижая затраты в случае изменений, происходящих в паровом пространстве (например, пар, химический состав, чрезмерная конденсация и т. д.). Все это может отрицательно сказаться на эксплуатационных характеристиках приборов и на эксплуатационных расходах предприятия.

Технологии измерения уровня в емкостях для хранения химических реагентов и обработки воды

- **Радар — волноводный радарный уровнемер (GWR) и бесконтактный уровнемер** для упрощенного монтажа, ввода в эксплуатацию и обслуживания, обладающие устойчивостью к изменению парового пространства
- **Магнитный указатель уровня** для повышения наглядности во время загрузки реагентов и воды, полезен при периодическом обслуживании или в ходе проверки эксплуатационных характеристик. Может использоваться отдельно или работать вместе с другими уровнемерами с целью дублирования и разнообразия технологий для выполнения критически важных измерений
- **Магнитострикционный датчик**, соединенный с магнитным указателем уровня, является альтернативой технологиям измерения уровня с верхним монтажом; изолирован от содержимого резервуара
- **Ультразвуковой (бесконтактный) датчик** является превосходным решением измерения уровня среды, в которой отсутствуют химические реагенты, или для выполнения менее важных измерений в процессе обработки воды с ограниченным изменением парового пространства резервуара



Управление энергией

Независимо от масштаба предприятия, эта дискуссия направлена на определение ключевых областей применения, где использование отдельных технологий в каком-либо определенном сценарии больше всего влияет на эффективность и обеспечивает окупаемость капиталовложений в течение от одного года до двух лет.

Как было отмечено ранее, потребление покупаемого топлива и электроэнергии — это две области, в которых повышение эффективности непосредственно влияет на прибыль компании. Логично предположить, что возможность контроля за конечным местом использования топлива на объекте, а также за его потреблением в конкретном месте, преимущественно в котле, может помочь выявить области, где возможно провести улучшения. Схожее заключение можно сделать в отношении потребления электроэнергии; в результате можно добиться экономии, просто определив места потерь энергии.

В сфере управления энергией возможность лучшего контроля воздуха для сжигания, расхода топливного газа и сжатого воздуха может помочь выявить потери, которые за небольшой период времени могут сказаться на прибыльности предприятия. При обсуждении приборов для указанных выше целей ключевое значение имеют два слова — «экономичность» и «окупаемость». Бесспорно, любую ситуацию можно решить достаточным вливанием финансовых средств. Идея состоит в том, чтобы получить выгоду в кратчайшие сроки и с наименьшими затратами. Термодифференциальный массовый расходомер соответствует этим критериям.



Термодифференциальный массовый расходомер

Термодифференциальные массовые расходомеры в основном используются для измерения расхода воздуха и газа. Расходомер состоит из преобразователя и зонда, оснащенного термочувствительными элементами (резистивными датчиками температуры), которые находятся в штифтах, расположенных в нижней части зонда. Опорный датчик измеряет температуру технологической среды, а второй датчик нагревается до заданной температуры, превышающей опорную. С увеличением расхода тепло отводится от нагретого датчика. Чтобы поддерживать разность температур для нагрева датчика, требуется больше мощности. Взаимосвязь между подводимой мощностью и массовым расходом устанавливается во время калибровки на заводе-изготовителе.

Измерение расхода топочного воздуха, поступающего в котел, имеет важное значение для сохранения стехиометрического соотношения с количеством подаваемого топлива. Слишком маленький расход воздуха может привести к неполному сгоранию вместе с образованием излишнего угарного газа или загрязнителей в зависимости от вида сжигаемого топлива. С другой стороны, слишком большой расход воздуха может привести к охлаждению печи и потере тепла. Повторяемость результатов измерения расхода воздуха важна с точки зрения получения наиболее эффективного соотношения воздуха и топлива.



- Сильный сигнал при малых расходах и больших диапазонах изменения
- Проверка калибровки на месте эксплуатации
- Простота установки и малое падение давления
- Прямое измерение массового расхода без необходимости использования средств компенсации температуры или давления



- Повторяемость результатов измерения $\pm 0,5\%$ от измеренного значения
- Прямое измерение массового расхода
- Простота монтажа в воздуховодах
- Отсутствие необходимости в калибровке на площадке или на месте монтажа

Измерение расхода газа (природного газа или пропана), подаваемого в различные системы горения, при сравнении с выходными данными (пар / горячая вода) может помочь в оптимизации эффективности работы котла и лучшем управлении потреблением энергии. Знание эксплуатационных характеристик отдельных котлов также может помочь в более эффективном их использовании. Снижение потребления топлива — самый простой способ сокращения затрат и увеличения прибыли.

Ключевую роль в управлении энергией и объектами играет повышение надежности и эффективности систем подачи **сжатого воздуха**. Если утечка остается без внимания или не может быть просто устранена, тратятся ценные ресурсы.

По оценкам Министерства энергетики, 20–30% мощности компрессора теряется из-за утечек, что соответствует тысячам долларов потребления электроэнергии на потерянный сжатый воздух. Более неблагоприятные случаи — это приобретение дополнительных или более мощных компрессоров для удовлетворения потребностей в сжатом воздухе.

Первый шаг к снижению затрат на энергию — измерение величины ее потребления. Термодифференциальные датчики могут устанавливаться в отводных линиях для определения потребления энергии в различных секциях установки или в качестве косвенного индикатора утечки.



- Простота монтажа с использованием погружного зонда зонда с обжимным фитингом
- Точность измерения расхода при различных давлениях
- Широкий динамический диапазон и хорошая чувствительность при малых уровнях расхода

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1*

Паровая система с оптимизированной эффективностью

Завод по производству минеральных удобрений

J.R. Simplot

Общая годовая экономия по проекту:

335 000 долларов США

Экономия энергии: **75 000 млн БТЕ**

Стоимость проекта:

180 000,00 долларов США

Срок возврата инвестиций: 6,5 месяцев

Выгоды:

- Улучшенная работа котла
- Повторно используемый пар
- Улучшенная рекуперация тепла конденсата
- Ремонт пароуловителя
- Улучшенная теплоизоляция



ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1*

Повышение эффективности паровой системы

Шинный завод **Goodyear**

Общая годовая экономия по проекту:

875 000 долларов США

Экономия энергии: **93 000 млн БТЕ**

Стоимость проекта:

180 000,00 долларов США

Срок возврата инвестиций: 2,5 месяцев

Выгоды:

- Оптимизированная работа котла — настройка котлов для снижения потребления топлива
- Рекуперация отходящего тепла технологического процесса — установленные теплообменники повышают температуру подпиточной воды, используя тепловую энергию конденсата
- Теплоизоляция технологического оборудования — снижение потребления энергии паровой системой



* Департамент энергетики США

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 3*

Проверка системы измерения расхода природного газа

Госпиталь для ветеранов

Общая годовая экономия по проекту:

150 000 долларов США

(кредит, добавляемый к счету)

Выгоды:

- Отсутствие электромагнитных помех измерительной системы расхода природного газа во всем здании
- Усовершенствованные средства измерения расхода подтвердили наличие отклонений от норм за двухмесячный период эксплуатации
- Измерение массового расхода позволило оптимизировать производительность котла и обеспечило дополнительное подтверждение результатов



ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 4*

Сокращение потребления энергии сжатого воздуха

Компания FUJIFILM Hunt Chemicals, США

Выгоды:

- Сжатый воздух используется в ходе различных операций, являющихся крайне важными для поддержания качества как технологического процесса, так и выпускаемых изделий
- Оценка энергии, потребляемой компрессором, в сравнении с вырабатываемым и используемым сжатым воздухом (стандартные куб. футы в минуту)
- Внедрение средств обнаружения утечек и методов ремонта для сокращения потерь сжатого воздуха, что позволило сэкономить около 10 000 долларов США в год



* Департамент энергетики США

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Хотя это и возможно, но крайне редко можно выявить лишь один источник неэффективности, относящийся к плохому контролю уровня, который негативно влияет на доходность компании с двухзначным процентным значением. Скорее всего, указанные далее небольшие возможности по улучшению различных аспектов цикла парообразования, системы рекуперации тепла конденсата и утилизации отходящего тепла, в конечном счете, приведут к значительной экономии.

- Уменьшенное потребление воды, ее обработка, отвод и управление запасом ресурсов
- Улучшенное управление уровнем в котле / паровом барабане — экономия энергии и качество пара
- Сниженное потребление топлива — рекуперация отходящего тепла
- Управление потреблением энергии — расход топливного газа, воздуха для горения и сжатого воздуха
- Защита и обслуживание оборудования — насосы и уплотнения насосов

Часто скрытые эксплуатационные расходы и низкая эффективность, связанная с недостатками технологий измерения (длительная работа в средах с высоким давлением и температурой пара; ошибки из-за сложности измерения и необходимость последующей калибровки), затмеваются повседневной работой завода.

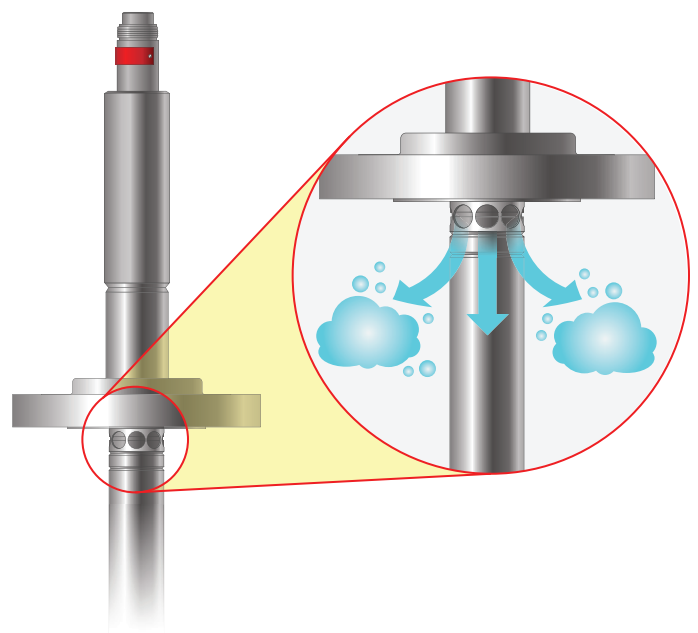
Независимо от масштаба производства энергии, коммерческая выработка электроэнергии или небольшая котельная система, использование неотъемлемых атрибутов основополагающей технологии измерений в краткосрочном (проектирование, стоимость начальных капиталовложений, монтаж и ввод в эксплуатацию) и долгосрочном (обслуживание, повседневная эксплуатация и управление потреблением энергии) плане представляет собой простой и экономичный подход к увеличению окупаемости самой системы.

<p>Волноводный радарный уровнемер</p> 	<p>Бесконтактный радарный уровнемер</p> 
<p>Ультразвуковой измеритель</p> 	<p>Поплавковые приборы</p> 
<p>Термодифференциальные приборы</p> 	<p>Магнитные указатели уровня / магнитострикционные уровнемеры</p> 

ИННОВАЦИИ ИМЕЮТ ЗНАЧЕНИЕ

Новый зонд волноводного радарного уровнемера Magnetrol® для работы в среде пара

Новый зонд волноводного радарного уровнемера для работы в среде пара оснащен каналами выпуска конденсата, которые предназначены для исключения образования конденсата на зонде, а также для устранения задержек в распространении сигнала и ошибок измерения уровня





Европейский головной офис и Европейское Производство

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgium • тел.: +32-(0)52-45.11.11 • info@magnetrol.be

190013, Россия, Санкт-Петербург • Ул. Рузовская, д. 8 лит. Б, офис 400А • Бизнес-центр «Фарватер»

Тел.: +7 812 320 70 87 • info@magnetrol.ru