

# Выносные разделительные мембраны 1199



В статье представлено решение на основе датчиков давления «Метран»: готовая сборка, включающая в свой состав сам датчик и выносной разделитель сред. Рассмотрены характеристики и функциональные возможности данной конструкции, особенности выбора разделительной мембраны и ее защитного покрытия.

Промышленная группа «Метран», г. Челябинск

## Защита датчиков давления от агрессивных сред

Во многих отраслях промышленности — от химической и пищевой до нефтяной и энергетической — необходимо точное измерение давления. Но технологические процессы сопряжены с целым спектром агрессивных факторов, которые негативно воздействуют на датчик давления: это могут быть высокая или низкая температура, коррозионная активность измеряемой среды, наличие абразивных частиц, риск коксования или кристаллизации среды в узких полостях, специальное присоединение датчика и др. В таких случаях контакт измеряемой среды с датчиком давления быстро выведет его из строя. В качестве решения этой инженерной задачи на датчик давления устанавливаются выносные разделительные мембраны. Рассмотрим разработку компании «Метран» — выносную разделительную мембрану 1199 для защиты датчиков давления при эксплуатации в агрессивных средах.

Разделительная мембрана 1199 устанавливается между процессным патрубком и датчиком, выполняя роль защитного барьера. Чувствительная мембрана из специального материала

(Хастеллой С-276, сталь 316L и др.) контактирует с технологическим процессом и воспринимает давление. Герметичная система, заполненная термостабильным маслом, передает это давление без искажений на измерительный элемент датчика. Датчик остается в безопасных условиях, измеряя давление опосредованно, но с высокой точностью. Как итог, датчик защищен от разрушительного воздействия, а технологический процесс продолжается без остановок.

Особенностью разработки компании «Метран» является готовая сборка датчика и мембраны. Типичное решение — установка мембраны на датчик стороннего производства. Но у «Метрана» датчик давления и выносная мембрана 1199 спроектированы, произведены и собраны в систему на заводе-изготовителе. В этом случае комплект, состоящий из датчика давления и выносной мембраны, является единым средством измерения и поверяется как одно целое. Для последующей поверки не требуется разборка датчика и разделителя, что экономит время и исключает риски повреждения при монтаже/демонтаже. Сам межповерочный интервал (МПИ) аналогичен

МПИ датчика: 5–6 лет для сборки с датчиком «Метран-150» и 3–4 года для сборок с «Метран-75». Основная относительная погрешность сборки известна и нормирована заранее. Выносимая разделителем погрешность минимальна, как и дополнительная температурная погрешность. Возможен инженерный расчет дополнительной температурной погрешности и времени реакции системы под конкретные условия.

Датчик давления с выносной мембраной представляет собой сварную и полностью герметичную систему (рис. 1). Резьбовые сборки при длительной эксплуатации из-за воздействия температурных колебаний, вибраций, иных проявлений окружающей среды могут постепенно терять герметичность, таким образом, жидкость будет медленно, но верно деградировать, а метрологические и эксплуатационные характеристики ухудшаться. Метрологические характеристики сборки с выносными мембранами 1199 остаются стабильными на протяжении всего срока службы. Средний срок службы сборки составляет 20 лет, гарантийный срок — 3 года эксплуатации + 2 года хранения,



Рис. 1. Сборки на основе датчиков давления и выносных мембран: примеры исполнения

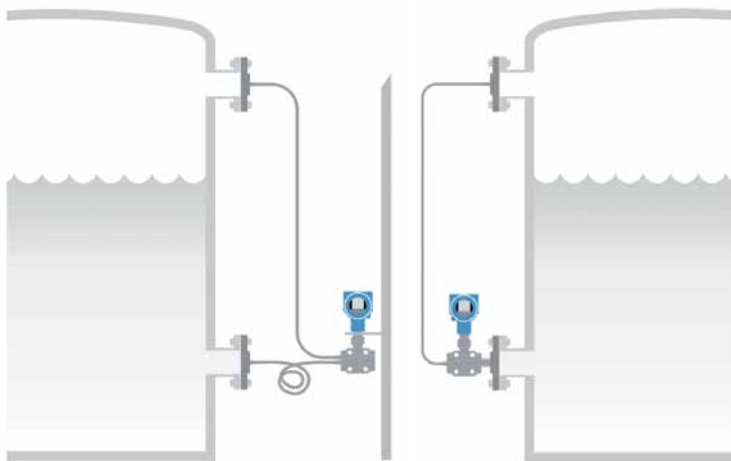


Рис. 2. Замена схем «сухого» и «мокрого» колена на комплекты с выносными мембранами

с возможностью расширения до 5 лет эксплуатации.

#### Измерение уровня в резервуарах

Отдельного внимания заслуживает эволюционная роль выносных мембран в замене традиционных методов измерения уровня в резервуарах — так называемых «сухого» и «мокрого» колена. «Сухое колено» — метод, при котором датчик соединяется с резервуаром пустыми (заполненными воздухом или иным газом) импульсными линиями. Этот метод сопряжен с рядом сложностей: необходимо поддерживать герметичность импульсных линий, так как их разгерметизация приводит к дополнительной непредсказуемой погрешности измерения. Испарения из резервуара конденсируются в трубках при суточных или сезонных перепадах температур, искажая показания. Кроме того, всегда существует риск загрязнения или закупоривания линий. Такая система требует частого обслуживания для поддержания работоспособности.

«Мокрое колено» — метод, при котором импульсные линии заполняются жидкостью, из-за чего всегда сохраняется риск ее утечки. Изменение плотности жидкости при изменении температуры напрямую влияет на точность измерений. Существует вероятность замерзания в межсезонье, а со временем жидкость теряет свои свойства или загрязняется. При этом монтаж такой системы сложен: процесс заливки и деаэрации системы импульсных трубок отличается трудоемкостью, а обслуживание более сложное по сравнению с «сухим коленом».

Разделительная мембрана 1199 комплекта на основе датчика давления «Метран» устанавливается напрямую на отбор (или отборы) резервуара (рис. 2). Через капиллярную трубку, заполненную специальной жидкостью, изолированной от окружающей среды, давление передается на датчик, вынесенный в удобное для обслуживания место. Чувствительный элемент датчика в данном случае полностью изолирован от вредной среды (если такая имеется). Отсутствуют проблемы с конденсатом, испарением или загрязнением импульсных трубок, снижается количество потенциальных точек отказа. При этом отпадает необходимость в регулярной продувке, дозаправке или проверке герметичности сложных трубных схем.

#### Выбор разделительной мембраны

Для точного и безопасного измерения давления в агрессивных средах важно правильно выбрать разделительную мембрану.

Под названием «мембрана 1199» на самом деле подразумевается серия выносных мембран в разных конструктивных исполнениях (рис. 3) для конкретных условий применения, таких как измерительная среда, давление, температура, стандарты присоединения.

Основные конструктивные исполнения и присоединения:

- ▶ фланцевая мембрана с промывочным кольцом (тип FFW);
- ▶ фланцевая мембрана с типом уплотнительной поверхности J под овальную уплотнительную прокладку (FCW);
- ▶ фланцевая тубусная мембрана (EFW);
- ▶ фланцевая мембрана на малые диаметры с промывочным кольцом (RFW);
- ▶ резьбовая выносная мембрана с промывочным кольцом (RTW).

Все фланцевые мембраны выпускаются в соответствии с основными стандартами: ГОСТ 33259-2015, EN 1092-1, ASME B16.5. Классы давления, формы уплотнительной поверхности — все подбирается, исходя из конкретных требований. Резьбовые мембраны также имеют большую вариативность по присоединению к технологическому процессу как по резьбовым стандартам (дюймовые, метрические, трубные резьбы), так и по исполнению резьбы (внутренняя или наружная).

Базовое исполнение любой мембраны 1199 всегда единое: мембранный блок и чувствительная мембрана изготовлены из стали 316L. Это позволяет соответствовать требованиям NACE MR 0103/0175. Для сред с повышенным содержанием  $H_2S$  есть воз-

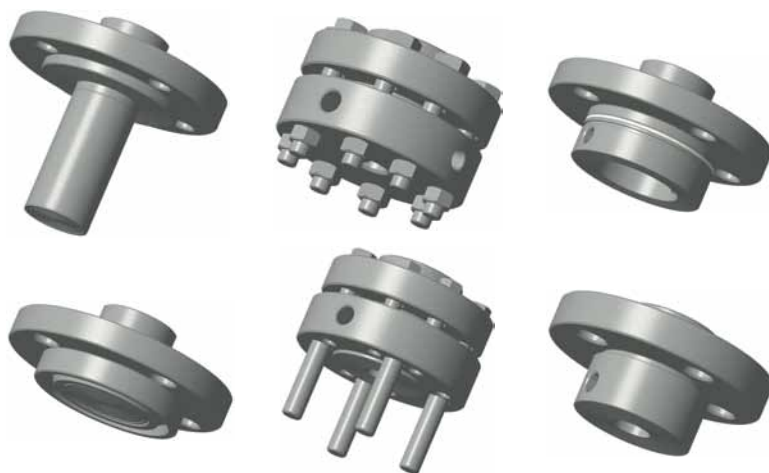


Рис. 3. Варианты конструктивных исполнений выносных разделительных мембран 1199

возможность изготовления чувствительной мембраны из сплава С-276.

Отдельно упомянем заправочные жидкости, применяемые для заливки. Все жидкости можно поделить на следующие группы:

- ▶ универсальные заправочные жидкости (Силикон 200, Силтерм);
- ▶ высокотемпературные жидкости (Силикон 704, Силикон 705);
- ▶ заправочная жидкость НЕОВЕЕ М-20 с пищевым допуском NSF H1;
- ▶ заправочные жидкости для кислородных процессов (Halocarbon).

Используются только современные, проверенные в самых жестких условиях эксплуатации и надежные заправочные жидкости, характеристики которых стабильны и обеспечивают соответствие метрологических характеристик сборки на весь срок службы.

#### Защитные покрытия

О выборе защитного покрытия для мембраны расскажем на примере различных проектов. Один из них был реализован для крупного производственного предприятия на Урале. Требовалось обеспечить точное и стабильное измерение давления в трубопроводе с горячей суспензией, содержащей твердые абразивные частицы. Температура среды достигала 180 °С. Существовавшее на линии оборудование постоянно выходило из строя из-за истирания мембраны разделителя, что приводило к нарушениям технологического режима и остановке производства.

Проанализировав условия, инженеры пришли к выводу, что необходим разделитель сред. Но какой модификации? После испытаний нескольких вариантов было выбрано фторполимерное покрытие мембраны разделителя (рис. 4а). Ключевым фактором выбора стала толщина покрытия — слишком тонкий слой не обеспечит защиты, а слишком толстый негативно повлияет на метрологические характеристики и линейность характеристики датчика, так что требовалась золотая середина. Фторполимерное покрытие позволило изготовить сборку на основе датчика давления с разделителем, противостоящим абразивной среде, в то время как данные с высокой точностью и надежностью передаются в АСУ ТП.

Отдельно стоит отметить запросы на мембраны для водородосодержащих процессов. Измерение давления

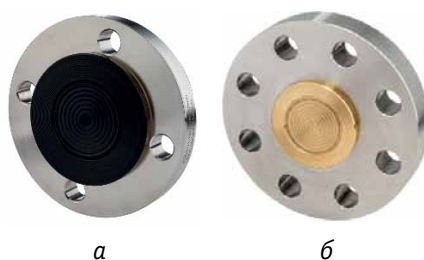


Рис. 4. Примеры защитного покрытия мембраны разделителя: а – фторполимерное; б – золотое

в такой среде — отдельный и частый вызов в нефтехимии, синтезе аммиака или системах гидрирования. В условиях производства мельчайшие атомы водорода под давлением способны проникать в кристаллическую решетку металла, вызывая явление водородного охрупчивания. Это неизбежно ведет к микротрещинам и в итоге — к разрушению мембраны разделителя. Но опасность не только в этом. При высоких давлениях и температуре атомы водорода могут проникнуть сквозь мембрану и раствориться в заполняющей жидкости. Это меняет ее физические свойства: жидкость теряет однородность, ее плотность и коэффициент теплового расширения становятся нестабильными. Как следствие — необратимая деградация метрологических характеристик: показания датчика начинают «уплывать», растет погрешность.

Для надежной работы в таких условиях стандартных исполнений из нержавеющей стали недостаточно. Компания «Метран» применяет проверенное и наиболее эффективное решение — нанесение золотого покрытия на мембраны разделителей сред 1199 (рис. 4б). Применение позолоченных мембран — это не просто «улучшение», а необходимая мера для обеспечения долговременной и точной работы датчиков давления в водородосодержащих средах.

Особняком стоят запросы на разделительные мембраны для районов Крайнего Севера. Одна из таких задач недавно была решена компанией «Метран». Основная сложность заключалась в том, что заправочная жидкость должна была покрывать рабочий диапазон температуры измеряемой среды, а также соответствовать диапазону температур окружающего воздуха в месте установки датчика. В данном случае планировалось применять датчики уличной установки, рассчитан-

ные на температуры, которые опускаются ниже –60 °С в период самой холодной пятидневки.

Первым шагом был подбор специальной низкотемпературной заправочной жидкости с минимальным коэффициентом температурного расширения в заданном диапазоне. На основе параметров процесса инженеры «Метран» выполнили расчет в специальном программном комплексе, моделирующем поведение жидкости в капиллярной системе. Результат показал, что закрыть весь диапазон техпроцесса и уличных колебаний температуры проблематично, а величина дополнительной температурной погрешности в пик холодов с самой оптимальной заправочной жидкостью превышала допустимые пределы для технологического процесса. Стандартное решение в виде простой смены жидкости не сработало — требовался принципиально иной подход.

Вместо того чтобы искать компромисс, специалисты «Метран» предложили инженерное решение, устраняющее саму причину проблемы, — воздействие экстремального холода на чувствительные элементы системы: датчик устанавливается в обогреваемом шкафу. Это обеспечивает поддержание температуры электронного преобразователя в штатном диапазоне, гарантирующем его работоспособность и максимальную точность. Но самый важный элемент решения — оснащение капилляров системой обогрева. Обогрев поддерживает температуру заполняющей жидкости во всей капиллярной линии, полностью исключая влияние наружного воздуха на ее плотность и объем.

В результате была изготовлена стабильная термостатированная измерительная сборка, где датчик давления работает при постоянной температуре, заполняющая жидкость в капиллярах и разделителе не подвергается температурным колебаниям в широком диапазоне, а дополнительная температурная погрешность сведена к минимуму, практически до уровня нормальных климатических условий.

Промышленная группа «Метран»,  
г. Челябинск,  
тел.: +7 (351) 2424-000,  
эл. почта: [Info@metran.ru](mailto:Info@metran.ru),  
сайт: [www.metran.ru](http://www.metran.ru)