

Дозированная подача двухкомпонентного эпоксидного вспучивающегося покрытия, обеспечивающего пассивную огнезащиту



ОБЗОР

В настоящее время в современной промышленности отмечается значительное увеличение спроса на оборудование, позволяющее осуществлять дозированную подачу и распыление материалов со 100% содержанием сухого остатка, обладающих высокой степенью сжатия. Эпоксидное вспучивающееся покрытие находится в ведре в сжатом состоянии. При нагреве и подаче данного материала под давлением степень сжатия увеличивается. Из-за указанных свойств данного материала использование обычных дозаторов, осуществляющих подачу материала с учетом объема, может негативно повлиять на качество наносимого покрытия. В случае использования многокомпонентных дозаторов для подачи сжимаемых материалов некоторые параметры могут оказать негативное влияние на точность соблюдения требуемого соотношения компонентов. На точность соблюдения соотношения компонентов может повлиять качество смешивания, уровень давления подачи и давления распыления, температурный режим, состав материала и степень его сжатия. Зачастую, данные факторы не принимаются во внимание, а для большинства покрытий с высоким содержанием сухого остатка коэффициент сжатия не учитывается. Однако, в тех случаях, когда в результате высокой вязкости материала происходит захват молекул воздуха, конструкция оборудования и вышеперечисленные факторы могут оказать негативное влияние на качество и свойства получаемого покрытия. В данной статье будут подробно рассмотрены существующие технологии дозированной подачи описанных выше материалов.

Поршневой насос прямого вытеснения по объему

В течение нескольких десятилетий для перекачивания и дозированной подачи различных покрытий использовались насосы вытесняющего действия. Данные насосы являются идеальным решением, так как они позволяют выдавливать одинаковое количество материала при каждом ходе поршня и подходят для работы с широким спектром материалов, в том числе, с эпоксидными смолами и уретановыми покрытиями. Не смотря на то, что указанные насосы довольно просты в эксплуатации, для их корректной работы в дозирующих установках следует соблюдать несколько необходимых условий. Прежде всего, каждый поршневой насос должен быть полностью заполнен (рис. 1) В противном случае, подача требуемого объема материала будет невозможна.

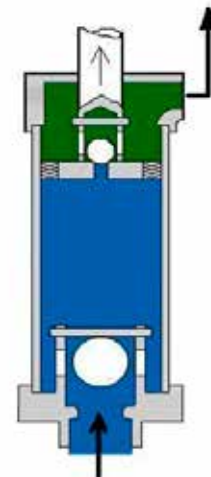


Рис. 1.
Цикл заполнения. Шаровый клапан гидроцилиндра открыт, поршневой шаровый клапан закрыт. При нахождении поршня в крайнем верхнем положении насос должен полностью заполняться. Зеленый цвет - высокое давление, синий цвет - низкое давление.

АВТОРЫ:

Эрик Реннерфельдт и

Марти Маккормик

Graco Inc.

Более подробную информацию можно получить на сайте компании www.graco.com

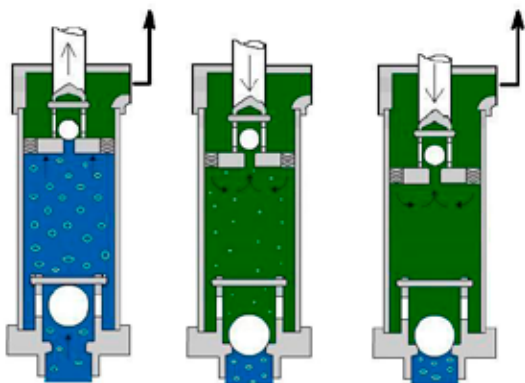


Рис. 2.
*Дозирование по объему
 Материал должен быть несжимаемым или
 полностью сжатым. На среднем рисунке
 отображено положение поршня, при ко-
 тором происходит сжатие материала до
 уровня, необходимого для выхода сжатого
 материала.*

Кроме того, объем материала должен быть точно определен. Это означает, что материал не должен быть сжимаемым или полностью сжатым (рис. 2). Если во время хода поршня происходит сжатие материала, требуемое соотношение компонентов может быть не соблюдено.

Также, величина давления подачи должна составлять не более 25% от величины давления распыления. Разница уровней давления является основополагающим фактором для корректной работы насоса, так как за счет нее происходит нормальное закрытие обратных клапанов. В том случае, если давление подачи сравнимо с давлением на выходе, скорость срабатывания клапана уменьшается, и он начинает закрываться не полностью, в результате чего сокращается объем подаваемого материала.

Почему дозированная подача сжимаемых материалов так затруднительна?

В большинстве случаев, используемые покрытия обладают малой степенью вязкости, а их химический состав таков, что при нагреве и перемешивании материала не происходит захват молекул воздуха. Чаще всего сжимание используемого материала не происходит. Некоторые материалы, такие как эпоксидные вспучивающиеся покрытия, не содержат растворитель и могут включать в себя компоненты, увеличивающие их плотность до такого значения, при котором происходит захват молекул воздуха. В некоторых случаях сжатие материала происходит прямо в 20 л ведре. При работе со вспучивающимися огнезащитными покрытиями для загрузки материала из ведра в нагреваемый нагнетательный бак используются плунжерные насосы. При комнатной температуре данные материалы имеют такую плотность, что их невозможно вылить из ведра. Для заливки подобных материалов в дозирующий насос необходимо предварительно их нагреть и перемешать под давлением (см. рис. 4)

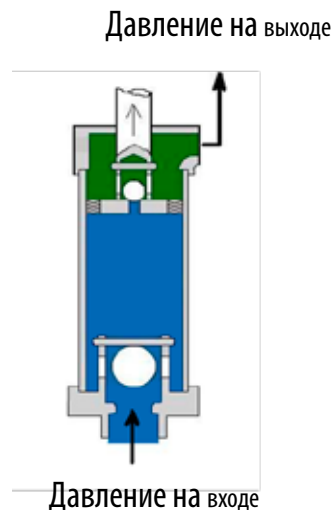


Рис. 3.
*Для нормальной работы клапанов
 величина давления на входе должна
 составлять не более 25% от величины
 давления на выходе.*

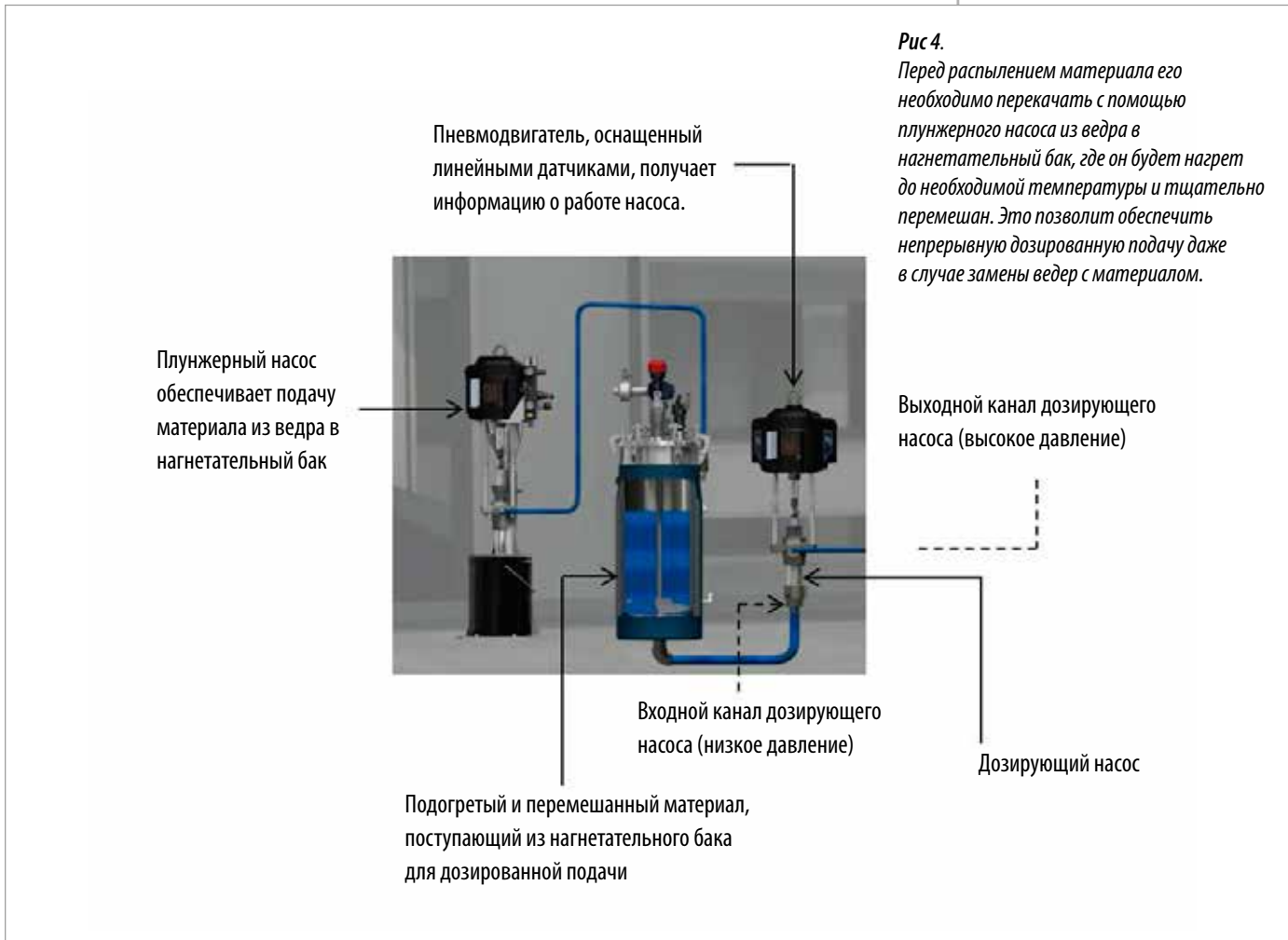


Рис 4.

Перед распылением материала его необходимо перекачать с помощью плунжерного насоса из ведра в нагнетательный бак, где он будет нагрет до необходимой температуры и тщательно перемешан. Это позволит обеспечить непрерывную дозированную подачу даже в случае замены ведер с материалом.

Сжимаемость нагретого и перемешанного под давлением материала можно оценить, замерив уровень заполнения бака при изменении давления. В результате экспериментов было определено, что при изменении уровня давления от 0 до 5.5 бар объем подобных материалов в баке может изменяться почти на 20 литров (см. рис. 5) Данная особенность может оказать негативное влияние на точность дозированной подачи материала, так как в случае изменения уровня давления в баке объем материала, поступающего из дозирующего насоса, может быть разным.

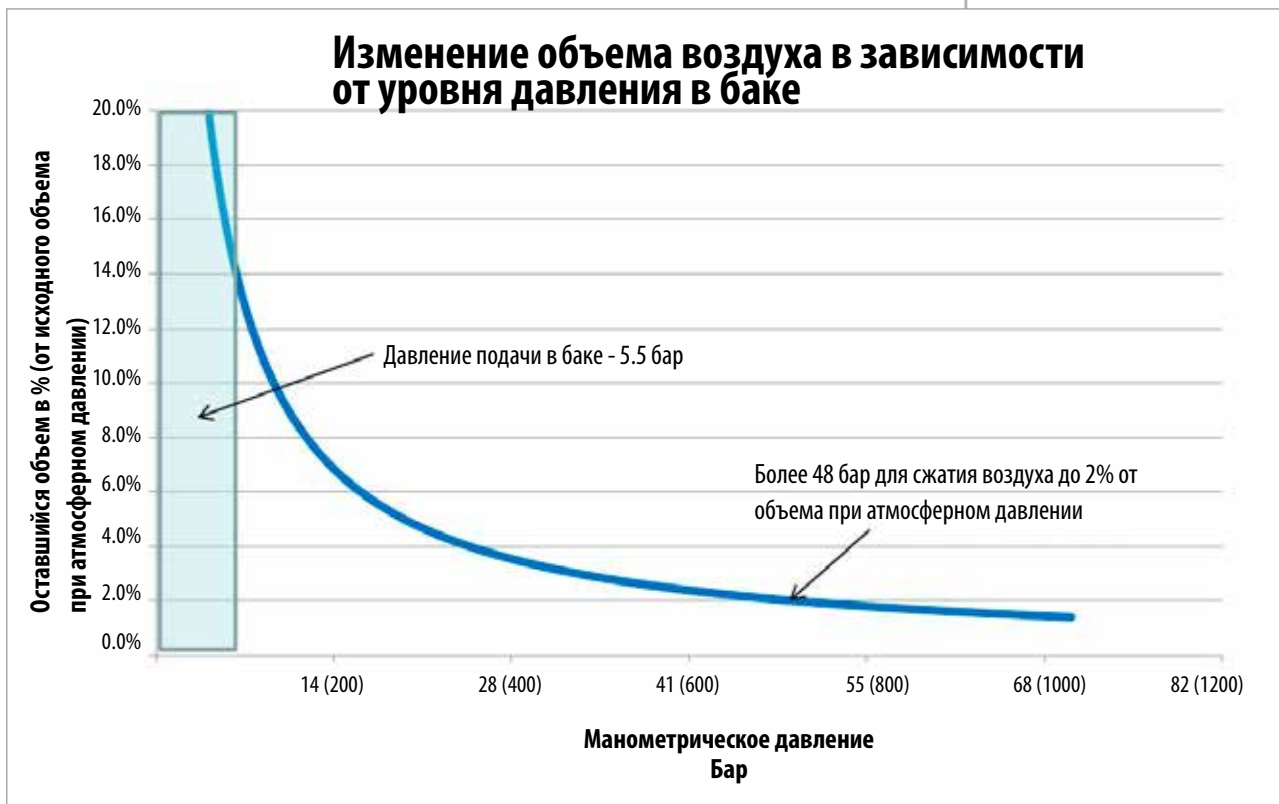


Какое воздействие сжимаемые материалы оказывают на работу дозаторов с механическим управлением?

В дозаторах постоянного и переменного объема с механическим управлением соблюдение заданного соотношения компонентов обеспечивается за счет фиксированного соединения поршней, осуществляющих подачу материала А и В (см. рис. 7). Данный метод применялся ранее и будет применяться в дальнейшем, так как является одним из наиболее эффективных при работе с защитными покрытиями. В подобных системах подразумевается, что за один ход поршня материал полностью вытесняется из каждого дозирующего насоса вне зависимости от коэффициента сжимаемости материала. Однако, как показывает практика, эффективный ход поршня для материалов А и В может различаться, в результате чего, заданное соотношение компонентов смеси не соблюдается. В том случае, если для работы со сжимаемыми материалами используются системы с механическим управлением, для нормальной работы системы рекомендуется устанавливать определенные значения температурного режима и уровня давления в баке. Однако, степень сжимаемости материалов А и В, даже при полном соблюдении заданных параметров, остается непредсказуемой. Одним из признаков того, что сжимаемость материалов оказывает влияние на заданное соотношение компонентов смеси может быть тот факт, что манометры линий А и В асинхронно реагируют на прохождение поршнем верхней мертвой точки. Однако, зачастую, выпускные шланги выступают в роли демпфера для манометров, и приборы показывают нормальные значения.

Рис. 5.

На графике показано изменение объема материала (в литрах) в зависимости от увеличения уровня давления в баке. После того, как материал под давлением будет перемешан в нагнетательном баке, его объем в баке может измениться почти на 20 литров. Изменение объема материала связано со сжатием воздуха, попадающего в материал во время его перемешивания.



Какой уровень давления необходим для сжатия воздуха?

На рисунке 4 показано, что материал находится в сжатом состоянии как в нагнетательном баке, так и в дозирующем насосе. Было бы идеально, если бы весь захваченный воздух был бы сжат перед подачей материала в дозирующий насос. Однако, это невозможно, ввиду того, что для нормальной работы обратных клапанов насоса величина давления на входе должна составлять не более 25% от величины давления на выходе. Давление подачи за вычетом перепадов давления, возникающих при заливке материала в насос, обеспечивает достаточную компрессию в дозирующем насосе. Возникшая компрессия может оказать значительное влияние на ход поршня. Величина данной компрессии для насосов А и В может иметь различные значения. Для сжатия воздуха до 2% объема, измеренного при атмосферном давлении, потребуется давление, превышающее 48 бар (см. рис. 6).

Рис. 6.

Изменение оставшейся процентной доли объема воздуха (от объема, измеренного при атмосферном давлении) с учетом изменения уровня давления. Основано на законе Бойля, определяющем процесс сжатия воздуха по мере возрастания давления.

Соблюдение соотношения компонентов и процесс распыления материала с помощью дозаторов с механическим управлением

Многие годы контроль соблюдения соотношения компонентов в случае нанесения вспучивающихся эпоксидных покрытий с помощью дозаторов с механическим управлением совершался путем замера объема материала А и В, поступившего на выход шлангов А и В под низким давлением. Нанесение эпоксидных огнезащитных покрытий является единственным в своем роде случаем, когда оператору приходится использовать описанный выше метод проверки непосредственно перед процессом распыления. В основном, при работе с несжимаемыми материалами, давление материалов А и В легко отслеживается, а так как используемые материалы не подвержены сжатию, то на основе полученных измерений можно легко контролировать соблюдение соотношения компонентов.

При работе с эпоксидными вспучивающимися покрытиями определение соотношения компонентов может быть не точным, так как соотношение может изменяться по мере изменения уровня давления и температуры. Кроме того, проверка соблюдения соотношения компонентов осуществляется при низком давлении, в результате в дозирующих насосах формируется недостаточное выходное давление. Это приводит к несвоевременному срабатыванию шаровых клапанов и, как следствие, к увеличению хода поршня. За счет изменения температурного режима происходит изменение степени вязкости материала, что приводит к увеличению или уменьшению перепадов давления, возникающих при заливке насоса. Изменение уровня давления в нагнетательном баке позволяет регулировать поток материала, поступающего из обоих баков, что необходимо для контроля соблюдения соотношения компонентов. Если с целью контроля соотношения компонентов уровень давления в нагнетательном баке будет понижен, это приведет к увеличению уровня давления в дозирующем насосе в момент распыления. Все указанные выше настройки, необходимые для обеспечения контроля соотношения компонентов, могут оказывать неопределенное влияние на соотношение компонентов при распылении материала под рабочим давлением. Соотношение компонентов в момент распыления будет неопределенным.

Преимущества технологии непрерывного инжекторного дозирования - "Как она позволяет справляться со сжимаемостью материала?"

Последние пять лет новейшей разработкой в области дозированной подачи материала является технология непрерывного инжекторного дозирования. Данная технология также основана на принципе вытесняющего действия, но с использованием датчиков давления и линейного положения, установленных на каждом дозирующем насосе. Указанные датчики используются для определения вытесненного объема. На основе полученных измерений происходит открывание и закрывание дозирующего клапана, что позволяет контролировать заданное соотношение компонентов (см. рис. 8). Основным различием является тот факт, что насосы А и В работают независимо друг от друга (отсутствует механическая зависимость), при этом возникновение кавитации в одном из насосов не оказывает какого-либо влияния на работу другого насоса. Так как насосы работают независимо друг от друга, каждый из них может полностью сжать материал и система получает возможность измерения объема материала, находящегося под давлением, близким по значению к давлению распыления. В блок управления поступает информация об объеме материала, вытесняемом при каждом движении поршня, что позволяет точно определить объем материала, оставшийся в каждом насосе и уменьшить ход поршня, осуществляющего сжатие материала. Наличие актуальной информации об объеме материала, поступающего из каждого насоса под давлением распыления, позволяет обеспечить точное соблюдение заданного соотношения компонентов.

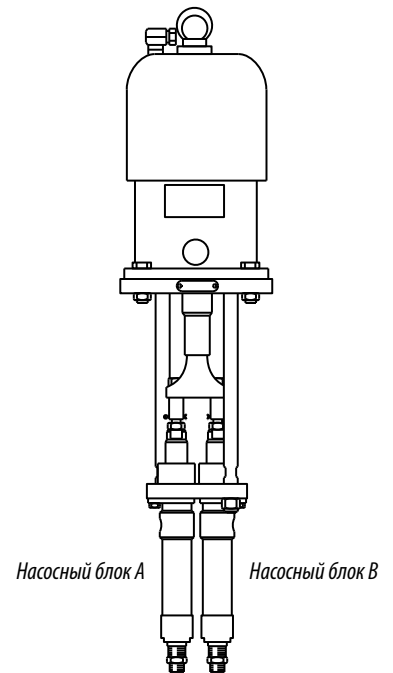
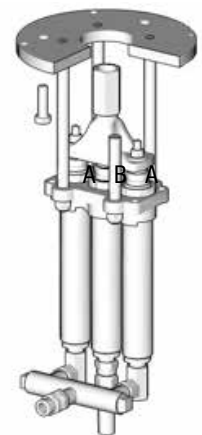
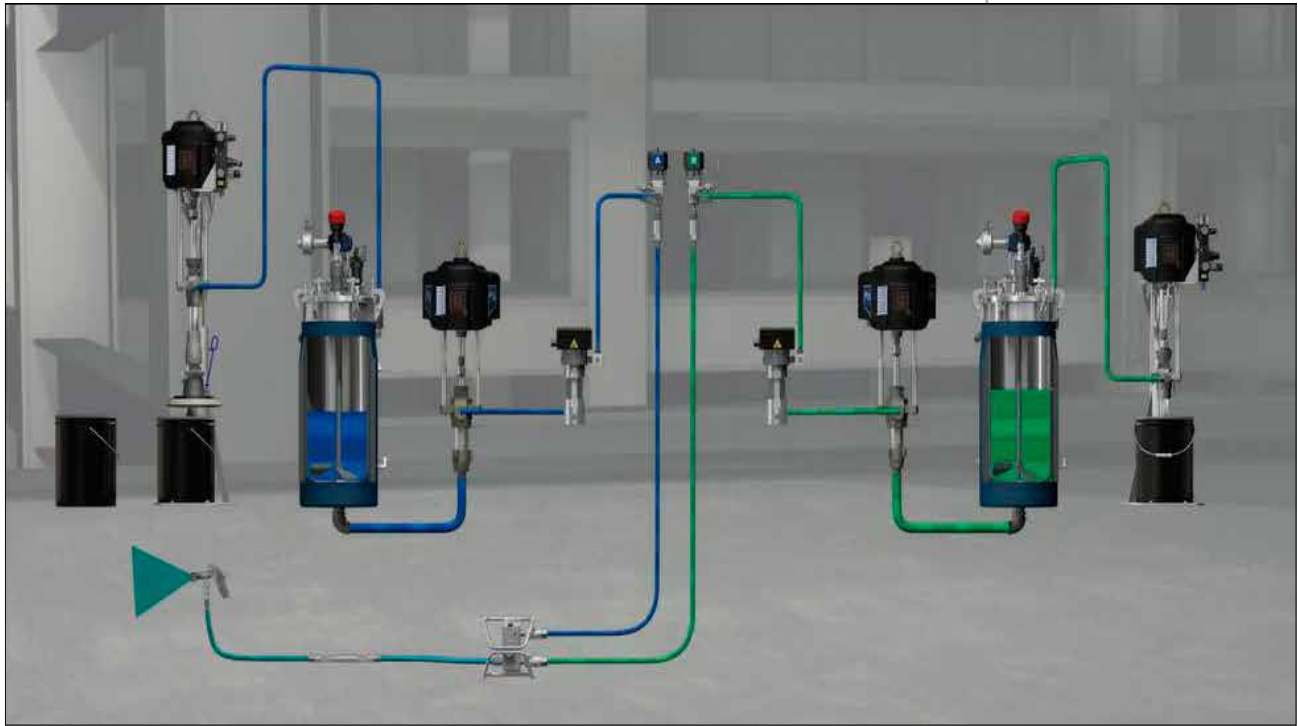


Рис. 7. Дозатор с фиксированным соотношением компонентов (с механическим соединением). Для соотношения 1:1 обычно используются два насосных блока. В случае нечетного коэффициента соотношения компонентов чаще всего используются три насосных блока.





Точное соблюдение соотношения компонентов с помощью дозаторов

Контроль соблюдения соотношения компонентов в дозаторах, использующих технологию непрерывного инжекторного дозирования, обычно не требуется, так как в системе имеется встроенный контроллер. Однако, в случае необходимости, дополнительная оценка соблюдения соотношения компонентов не составит особого труда. Контроль соотношения компонентов осуществляется при давлении не менее 172 бар. Это позволяет быть уверенным, что материалы полностью сжаты под давлением, близким по значению к давлению распыления. Объем воздуха, поступившего из системы подачи, не оказывает влияние на соотношение компонентов. Проверка соблюдения соотношения компонентов осуществляется непосредственно на выходе установки, что позволяет исключить неточность измерения, вызванную наличием шланга. Изменение таких параметров как температурный режим и уровень давления в нагнетательном баке не оказывают существенного воздействия на соотношение компонентов распыляемого материала. Системы осуществляют подачу материала с точным соблюдением соотношения компонентов, за исключением тех случаев, когда система настроена таким образом, что не может компенсировать имеющееся несоответствие. В таких ситуациях происходит автоматическое отключение системы и, как следствие, прекращение подачи материала. Высокоскоростная дозированная подача позволяет обеспечить точное соблюдение соотношения компонентов во время процесса распыления. Материал В поступает в материал А под более высоким давлением, что необходимо для получения заданного соотношения компонентов. Система оснащена электронным блоком управления, что дает дополнительные возможности для оператора. Испытания на срыв потока автоматически осуществляются перед каждым процессом распыления, что позволяет предотвратить утечку материала в систему.

Рис. 8.

В дозаторах, использующих технологию непрерывного инжекторного дозирования, для материалов А и В используются отдельные датчики давления и линейного положения.

Открытие и закрытие дозирующих клапанов позволяет контролировать соотношение компонентов. В случае необходимости, в каждом насосе может быть произведено предварительное сжатие материала.

Электронные компоненты управления позволяют определять утечку материала в дозирующих насосах и клапанах.

Более подробную информацию можно получить на сайте компании www.graco.com

Заключение

При работе с высоковязкими материалами, такими как эпоксидные вспучивающиеся покрытия, используются два метода дозирования: дозирование по объему (с механическим соединением) и непрерывное инжекторное дозирование. Зачастую, сжимаемость материала не принимают во внимание, однако данное свойство материала играет значимую роль в процессе распыления. Нанесение эпоксидных вспучивающихся покрытий требует использования сертифицированного оборудования. Требование сертификации оборудования означает, что данный процесс является очень ответственным. В промышленности используются оба метода нанесения материала. Как показывает практика, изменение различных параметров может оказать негативное или непредсказуемое воздействие на процесс распыления.

Дозаторы непрерывного инжекторного дозирования имеют ряд преимуществ при работе с эпоксидными вспучивающимися покрытиями. Во-первых, оборудование производит точное измерение объема вытесненного материала вне зависимости от плотности материала, температуры, уровня давления, скорости потока и вязкости. Во-вторых, данные системы позволяют контролировать соблюдение соотношения компонентов, определять утечку материала во время распыления, генерировать сообщения об авариях либо блокировать работу оборудования в случае отсутствия материала, несоответствия уровня давления, работы насоса в неконтролируемом режиме, протечки насоса и клапана, а также в случае неисправности датчиков. В данных насосах проверка соблюдения соотношения компонентов, а также корректности работы насоса осуществляется с учетом веса материала. В-третьих, в данных системах осуществляется запись скорости потока, уровня давления, параметров температурного режима и коэффициентов соотношения компонентов распыляемых материалов. Операторы, поставщики материала, сотрудники ОТК и конечные клиенты должны быть ознакомлены с преимуществами и недостатками обеих систем. Это позволит правильно определить тип используемого оборудования, что является необходимым условием для точного соблюдения параметров рабочего процесса и обеспечения высокого качества наносимого покрытия.



В многокомпонентных дозаторах Graco XM™ PFP используется технология непрерывного инжекторного дозирования, что позволяет обеспечить точное соблюдение соотношения компонентов.

БИОГРАФИЯ

Эрик Реннерфельдт является менеджером по маркетингу продукции отдела развития технологий нанесения текучих материалов компании Graco.

Марти Маккормик является ведущим инженером отдела развития технологий нанесения текучих материалов компании Graco.

© 2014 Graco BVBA 349110 Rev. A 3/14. Вся предоставленная в данном документе информация основана на последних сведениях о продукте, доступных на момент публикации. Компания Graco оставляет за собой право на внесение изменений без предварительного уведомления. Все прочие указанные торговые марки использованы с целью идентификации и являются собственностью их владельцев.