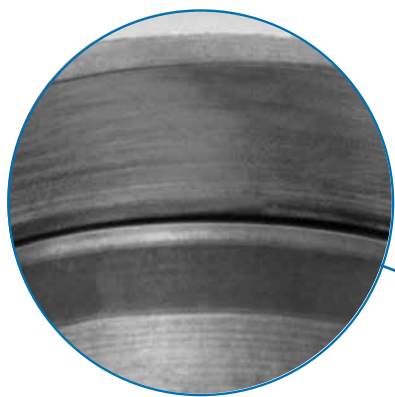


Трубные обжимные фитинги Swagelok® из нержавеющей стали 316

с задними обжимными кольцами сложной геометрии



Упрощают
монтаж, улучшают
эксплуатационные
характеристики
и снижают
общую стоимость
владения

Введение

С момента выхода на рынок в 1947 году трубного обжимного фитинга Swagelok с двумя обжимными кольцами первоначальной конструкции гидравлические системы были подвергнуты переходу от систем большого расхода и низкого давления к системам малого расхода и высокого давления в соответствии с финансовыми, экологическими и эксплуатационными требованиями. Новые системы требуют повышения внутреннего и внешнего давлений, уровня вакуума, скорости потока, а также увеличения количества переключений потока, рабочего уровня вибрации, ударов и импульсов. В результате этого возрастают механические требования к трубным обжимным фитингам, ниткам трубопроводов и другому оборудованию, имеющему отношение к гидравлическим системам.

Трубный обжимной фитинг Swagelok с двумя обжимными кольцами получил мировое признание за свое неизменно высокое качество изготовления и эксплуатационные характеристики, что стало возможным благодаря нашим постоянным усилиям по совершенствованию изделий. Наш опыт показывает, что для обеспечения надежного герметичного подключения пользователей гидравлических систем трубные фитинги должны отвечать следующим требованиям.

- Обеспечение надежного монтажа в самых различных рабочих условиях, поскольку неправильная установка и затяжка остаются основными причинами утечек.
- Совместимость с трубками самых различных параметров, включая различия в толщине стенки, твердости, овальности и давлении на разрыв.
- Обеспечение предсказуемого и неизменного ощущения от обращения с изделием у монтажников, которые иногда оценивают правильность монтажа по величине усилия (момента затяжки), а не по рекомендуемой методике монтажа с поворотом на один оборот с четвертью. Если фитинги требуют большого момента затяжки при монтаже или существует значительная разница между «ощущаемыми» и необходимыми для полной затяжки соединения усилиями, монтажники будут неправильно затягивать компоненты и существенно ухудшать эксплуатационные характеристики трубных обжимных фитингов.

С учетом этих факторов компания Swagelok последние 70 лет непрерывно совершенствует свои фитинговые компоненты, которые помогают пользователям легко создавать герметичные системы. Среди этих усовершенствований — точная геометрия, обеспечивающая улучшенный обжим трубки носовой частью заднего кольца; конструкция промеряемого фитинга, благодаря чему возможно использование щупов для контроля правильности затяжки, а также проведение обучения монтажников по всему миру для создания надежных и герметичных соединений.

Промышленность предъявляет все новые требования к надежности, управляемости, повторяемости, предсказуемости и экономичности как установки трубных систем, так и их работы. Поэтому было принято логичное решение усовершенствовать характеристики трубного обжимного фитинга Swagelok, чтобы сделать его еще более применимым. Основная проблема при разработке трубных обжимных фитингов Swagelok с задними кольцами сложной геометрии заключалась в том, чтобы сохранить или даже еще больше сократить время и прилагаемые усилия при монтаже, улучшить качество и обеспечить совместимость с трубным обжимным фитингом Swagelok первоначальной конструкции — самым широко распространенным в мире трубным обжимным фитингом.

Как работают трубные фитинги с двумя обжимными кольцами

Правильная установка и качество трубных обжимных фитингов зависят от сочетания различных факторов. В конструкции фитинга с двумя обжимными кольцами заднее кольцо перемещает переднее кольцо вперед вдоль трубки и подпружинивает конструкцию, а также полируется поверхность как корпуса фитинга, так и трубки, обеспечивая герметичное соединение. Заднее кольцо также обхватывает трубку для надежного удержания трубки в фитинге.

Для корректного обжима и обхвата трубки передняя кромка заднего кольца должна быть существенно тверже, чем трубка. Можно использовать два метода создания такой разницы в твердости — это упрочнение всей поверхности заднего обжимного кольца (цементация) или выборочное упрочнение только его носовой части.

Применение полного поверхностного упрочнения (цементации) для задних колец обычной конструкции может нести в себе несколько недостатков. Во-первых, это обычно приводит к увеличению момента затяжки в процессе монтажа, потому что заднее кольцо с поверхностным упрочнением обычной конструкции не способно гнуться или иметь центр шарнира для уменьшения обжимного усилия на трубке. Вместо этого оно должно врезаться на свое место под воздействием затяжки при монтаже и в результате требует, как правило, применения большего усилия затяжки. Во-вторых, поскольку конструкция заднего обжимного кольца с полным поверхностным упрочнением не обеспечивает как шарнирного эффекта, так и

эффекта демпфирования усилия, развиваемого при повторном монтаже, такое кольцо может стремиться чрезмерно переместить переднее кольцо при повторном монтаже системы. Подобные последствия могут в перспективе повредить трубку и корпус фитинга и нарушить функционирование переднего кольца, которое должно обеспечивать газонепроницаемость при повторных сборках.

По сравнению с фитингами, в которых используются задние кольца с полным поверхностным упрочнением, трубные фитинги Swagelok первоначальной конструкции формировали другое сочетание факторов при установке и функционировании. Благодаря выборочному упрочнению заднего кольца компания Swagelok снижала момент затяжки, необходимый при монтаже, обеспечивая при этом обжимные и захватывающие напряжения, необходимые для работы в сочетании с широким промышленным ассортиментом трубок. При изготовлении задних колец компания Swagelok использовала металлургический процесс собственной разработки, обеспечивающий выборочное упрочнение носовой части заднего кольца, оставляя центральную часть и заднюю часть кольца более мягкими. В процессе затяжки эта более мягкая центральная часть работает как центр шарнира при приложении силы к торцу кольца от гайки. Данный шарнирный эффект помогает ограничить величину усилия на ключе, передавая при этом необходимую для обжатия силу через носовую часть заднего кольца.

Эволюция заднего обжимного кольца сложной геометрии

Качество работы трубного обжимного фитинга Swagelok первоначальной конструкции оставалось непревзойденным при эксплуатации с трубками из нержавеющей стали 316, но в то же время сплавы большей прочности и твердости представляли собой серьезный вызов для такой конструкции. Задача, поставленная одним из наших заказчиков компании, заставила нас пересмотреть требования к трубным обжимным фитингам, выполненным из супердуплексной нержавеющей стали — материала, который значительно прочнее и тверже нержавеющей стали 316.

Чтобы справиться с этой задачей, мы разработали конструкцию заднего обжимного кольца со сложной геометрией, которая отражает требования к работе с высокопрочными трубками высокого давления, но предусматривает единообразный, легко реализуемый правильный монтаж соединения. Улучшенная конструкция трубного обжимного фитинга Swagelok (см. рис. 1 на следующей странице) предусматривает новую защищенную патентом геометрию заднего кольца с усовершенствованным шарнирным эффектом, а также процесс полного поверхностного упрочнения (цементации) и повышения коррозионной устойчивости.

Усовершенствованный шарнирный эффект заднего обжимного кольца (см. рис. 2 на следующей странице) дает следующие преимущества.

- Предсказуемое и точное продвижение переднего кольца с созданием герметичного соединения.
- Предсказуемая и контролируемая деформация кольца при сохранении момента затяжки при монтаже, даже при работе с твердыми материалами.
- Энергии обжима передается более эффективно и равномерно в процессе затяжки фитинга. В результате снижается вероятность неправильного монтажа и утечки из-за недостаточной затяжки фитинга.

- Использование собственных достижений в области материаловедения и шарнирный эффект позволяют демпфировать избыточный момент затяжки, что предотвращает чрезмерное перемещение переднего кольца, тем самым обеспечивая более предсказуемое герметичное уплотнение при повторных сборках.

Успех этой конструкции при решении задачи соответствия требованиям для работы с трубками из супердуплексной стали убедил компанию Swagelok в целесообразности использования аналогичной базовой конструкции в фитингах из обычной нержавеющей стали 316.

Повышенная эффективность функционирования обжимных колец

По мере поворота гайки в процессе затяжки заднее кольцо сначала передвигает переднее кольцо между трубкой и седлом корпуса фитинга, создавая основное уплотнение. По мере увеличения сопротивления перемещению заднее кольцо радиально изгибается внутрь (шарнирный эффект), передавая вниз усилие для обжима поверхности трубки и создания равномерного, надежного обхвата.

Форма и материал заднего обжимного кольца со сложной геометрией таковы, что кольцо выгибается вовнутрь для обжатия и обхвата трубки, до того как переднее кольцо встанет в положение, оптимальное для герметизации. Кроме того, защищенная патентом геометрия кольца позволяет избежать зоны концентрации напряжений на трубке, что является редким явлением для фитингов другой технологии — технологии врезного типа. К тому же, радиальное цанговое действие заднего кольца обхватывает трубку на некотором расстоянии от точки обжима, что практически позволяет обеспечить стойкость соединения к вибрации. Результатом является чрезвычайно прочная, простая в монтаже и единообразно надежная технология трубных обжимных фитингов, отвечающая требованиям современных промышленных трубопроводных систем.

Обзор преимуществ: трубные обжимные фитинги Swagelok с задними обжимными кольцами сложной геометрии

Трубные фитинги Swagelok с двумя обжимными кольцами обеспечивают предсказуемую герметичную работу соединения при давлениях вплоть до разрыва трубок из нержавеющей стали AISI 316 и 304. Ниже перечислены их основные преимущества.

■ Герметичность даже при неправильном монтаже.

Усовершенствованный шарнирный эффект заднего кольца сложной геометрии обеспечивает передачу энергии не только для герметизации переднего обжимного кольца, но и для создания большего усилия обжатия в процессе затяжки. В результате такой фитинг снижает вероятность неправильного монтажа и утечки в системе даже в случаях недостаточной затяжки фитинга.

- **Улучшенное газонепроницаемое уплотнение.** Шарнирный эффект заднего кольца обеспечивает постоянное напряжение переднего кольца для создания непрерывной герметичности с использованием самых различных трубок. Поскольку заднее обжимное кольцо сложной геометрии может работать как шарнир и при этом демпфировать больше энергии, чем заднее кольцо с традиционной геометрией, эта конструкция уменьшает вероятность чрезмерного перемещения переднего кольца, обеспечивая тем самым надежное функционирование и газонепроницаемость уплотнения при повторных сборках.

- **Вибрационная устойчивость.** Усовершенствованный шарнирный эффект заднего обжимного кольца создает более равномерное радиальное цанговое действие для обеспечения улучшенного удержания трубки в месте обхвата. Это цанговое действие более эффективно защищает область обжима трубки от вибрации системы и усталостных напряжений материала.

- **Расширение допустимых диапазонов давления промышленных трубок.** В научных расчетах, например по формуле Ламе для определения минимального давления разрыва трубки, используют минимально допустимую предельную прочность на растяжение, минимально допустимую толщину стенки и максимально допустимый внешний диаметр для вычисления

механического разрыва трубки, используя фактические значения. Однако эти расчеты дают оценку давления, выдерживаемого трубкой, с большим запасом. В действительности производители трубок из нержавеющей стали не всегда используют минимальные требуемые значения прочности материала, указанные в ASTM и других стандартах, для определения давления разрыва трубки. В результате получается более прочная, более твердая трубка с давлением разрыва, значительно превышающим условия для минимальных требований. Трубный обжимной фитинг Swagelok достаточно прочен для того, чтобы выдержать с большим запасом давление разрыва, указанное для этих фактически более прочных материалов трубок, представленных на рынке. Кроме того, конструкция с равномерным поверхностным упрочнением заднего обжимного кольца сложной геометрии обеспечивает высокую коррозионную стойкость.

- **Совместимость с трубными обжимными фитингами Swagelok первоначальной конструкции.** Закручивание запатентованного фитинга Swagelok выполняется по той же самой инструкции, что и для трубных обжимных фитингов Swagelok первоначальной конструкции — поворот гайки на один оборот с четвертью.

Кроме того, для фитингов Swagelok с задним обжимным кольцом сложной геометрии используются такие же монтажные щупы для контроля правильности монтажа, что и ранее. Тем не менее любой монтажник обратит внимание как на более стабильный момент затяжки, так и непосредственно на более надежное и герметичное соединение.

- **Сочетание с новыми сплавами.** Трубный обжимной фитинг Swagelok показал свою практическую пригодность к созданию простых для монтажа трубных соединений с высокими эксплуатационными характеристиками, которые могут быть организованы с применением новых сплавов, таких как супердуплексная сталь, несмотря на ее повышенную прочность и высокие механические характеристики.

Новые методы поверхностного упрочнения, применяемые в задних обжимных кольцах сложной геометрии

Компания Swagelok обладает рядом международных патентов, а также подает заявки на получение новых патентов, касающихся процессов получения единообразных, очень твердых и стойких к коррозии нержавеющей сталей. В этих процессах используется термообработка по увеличению прочности поверхности углеродосодержащими растворами, в результате которой фактически отсутствуют соединения в виде карбидов металлов, способные вызывать коррозию. Науглероживание поверхности, или поверхностное упрочнение (цементация), осуществляется путем повышения температуры нержавеющей стали до уровня, обеспечивающего свободную диффузию углерода в ее поверхность, что приводит к образованию однородного упрочненного слоя в металле. Этот метод позволяет избежать воздействия температур, при которых возникают осадки из карбидов металлов.

Работа по исследованию науглероживания нержавеющей стали впервые была проведена и опубликована в 1983 году доктором Б. Х. Колстером (B. H. Kolster) в Нидерландах. С тех пор компания Swagelok и ряд других организаций работают в направлении достижения эффекта науглероживания для целого ряда изделий. Компания Swagelok является единственным производителем трубных обжимных фитингов, выполнившим независимую разработку технологии достижения науглероживания поверхностей обжимных колец трубных фитингов в промышленных масштабах, получив соответствующие международные патенты и подав новые патентные заявки. Опыт компании Swagelok в методах поверхностного упрочнения нержавеющей сталей сыграл важную роль в успешной разработке защищенной патентом геометрии и шарнирного эффекта задних обжимных колец сложной геометрии, используемых в трубных обжимных фитингах из нержавеющей стали 316 и супердуплексных нержавеющей сталей.

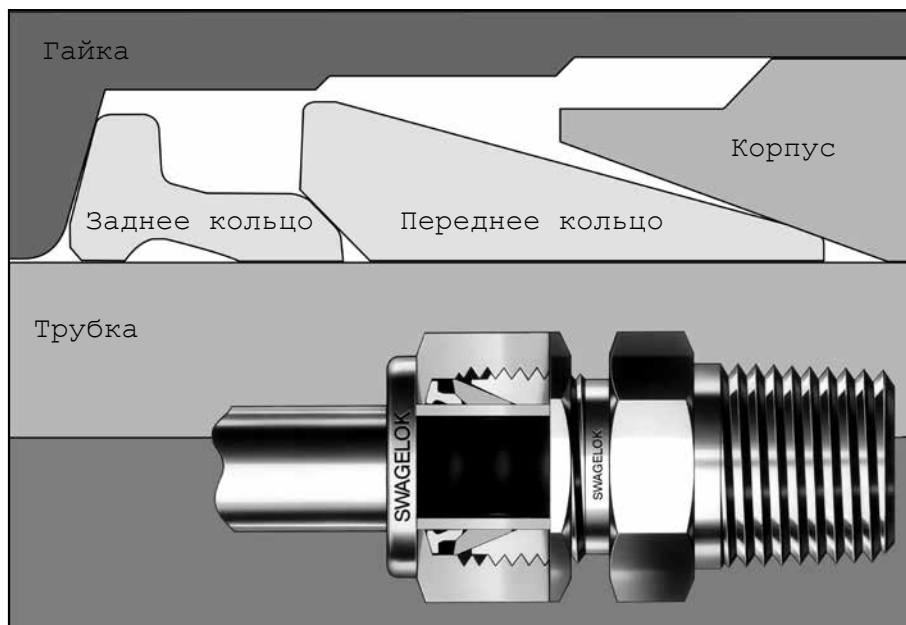


Рис. 1. Трубный обжимной фитинг Swagelok из нержавеющей стали 316 с задними обжимными кольцами сложной геометрии перед затяжкой

Элементы фитинга изображены в поперечном сечении до затяжки: гайка фитинга (вверху), заднее обжимное кольцо сложной геометрии (слева), переднее обжимное кольцо (в центре) и корпус фитинга (справа). Сечение стенки трубки показано ниже обжимных колец и корпуса.

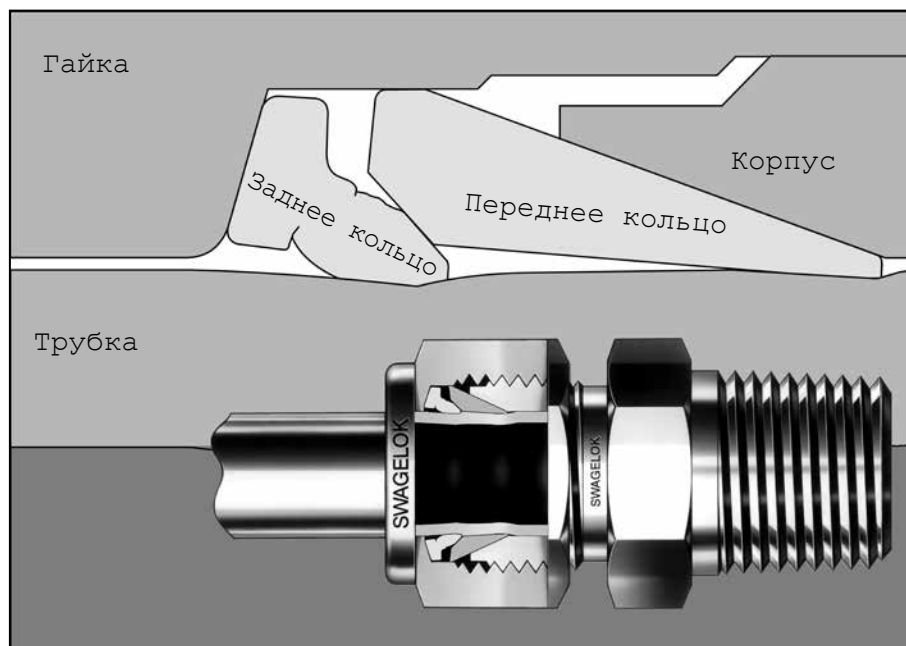


Рис. 2. Трубный обжимной фитинг Swagelok из нержавеющей стали 316 с задним обжимным кольцом сложной геометрии после затяжки

В процессе затяжки переднее обжимное кольцо (в центре) вклинивается в корпус фитинга (справа) и в трубку (внизу) для создания основного уплотнения (по трубке и корпусу), а заднее обжимное кольцо (слева) изгибается вовнутрь, плотно обжимая трубку. Геометрия заднего обжимного кольца конструктивно обеспечивает шарнирный эффект, благодаря которому происходит преобразование осевого (прямого) движения в радиальное обжимное, действующее на трубку, но с более низким моментом затяжки соединения. Улучшенное радиальное кантовое действие заднего обжимного кольца (область слева от точки обжатия) изолирует и защищает обхватываемую область трубки, предотвращая образование участка концентрации напряжений (особенно вибрационных), характерного для фитингов другого, врезного типа.