

БЫСТРОРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Савченко Н.И.,

Сибирский федеральный университет

Быстроразъемное соединение (БРС) используется во всем мире, как одно из самых эффективных и удобных приспособлений для соединения труб и технических креплений оборудования. Также БРС позволяют проводить замены рабочих гидравлических органов и механизмов без потери рабочих жидкостей. Благодаря современным технологиям и новейшим разработкам, быстроразъемные соединения надежны и удобны, они практически не требуют применения специальных инструментов и особых навыков от сотрудников. Благодаря своей надежности, экономичности и простоте использования, быстроразъемное соединение сегодня стало актуальным практически во всех промышленных отраслях, от сельского хозяйства и строительной индустрии до нефтегазовой и машиностроительной сферы.

Быстроразъемное соединение — элемент соединения шлангов, рукавов, различных частей промышленного оборудования, позволяющее произвести быстрое соединение энергоконтуров (сред) Могут быть изготовлены из различных материалов (алюминий, нержавеющая сталь, латунь, титан, бронза, различные металлические сплавы, различные пластиковые композиции). Различают БРС со свободным проходом (без клапанов), с клапаном с одной стороны (одностороннее запираение) и с клапанами с двух сторон (двустороннее запираение).

Принцип действия

Быстроразъемное соединение состоит из двух частей. Встречаются различные названия для этих частей. В большинстве случаев применяются названия муфты и ниппеля, в обиходе их также называют «мамой и папой».

Стандартная муфта состоит из:

- корпуса;
- механизма фиксации (стопорная втулка и зажимные шарики);
- обратного клапана (запорная пружины или пружинного стопорного кольца;
- эластомерных уплотнителей, находящихся в корпусе;
- отдельного или интегрированного адаптера присоединения.

Стандартный ниппель состоит из:

- корпуса;
- обратного клапана;
- отдельного или интегрированного адаптера присоединения;
- эластомерного уплотнителя соединительного элемента.

Принцип действия:

- отжать стопорную втулку на муфте в сторону адаптера — за счет этого зажимные шарики внутри муфты утапливаются и позволяют легко вставить муфту в ниппель
- вставить муфту с отжатой втулкой в ниппель до упора
- отпустить стопорную втулку — происходит фиксация ниппеля в муфте за счёт утапливания зажимных шариков в канавку на корпусе ниппеля
- при этом одновременно происходит открытие обратных клапанов

БРС

Разъединение БРС происходит в обратном порядке. Как правило, необходимо обеспечить подвижность хотя бы одной части БРС путём подключения к шлангу.

Примечание: широко распространены механизмы фиксации БРС, когда не требуется отжимать стопорную втулку на муфте. В этом случае БРС имеет автоматическую фиксацию — достаточно просто вставить ниппель в муфту, все соединения возможно производить с помощью одной руки.

Используемые материалы

На длительность эксплуатации БРС большое влияние оказывают используемые материалы. Важнейшими факторами выбора материалов корпуса и клапана, вида обработки поверхностей, и соответствующих уплотнителей являются:

- вид рабочего вещества (среды, энергоносителя);
- максимальное рабочее давление;
- диапазон рабочей температуры;
- условия эксплуатации (запылённость, повышенная влажность, низкие температуры).

Корпуса быстроразъёмных соединений, адаптеры, обратные клапаны и стопорные втулки производятся из многих видов металлов, таких как сталь, медь, алюминий, нержавеющая сталь, а также из различных полимерных материалов: полиимида, полипропилена, ПВДФ и др., обладающих характеристиками, соответствующими конкретной области применения.

Для придания антикоррозийных свойств используются такие методы обработки как гальванизация, полировка, никелирование, хромирование, химическое осаждение никелевого покрытия, анодирование и нанесение твёрдых покрытий.

Постоянно проводятся испытания новых методов защиты поверхности БРС. Как пример — БРС для систем охлаждения электроники из алюминия (анодирование внешних поверхностей с напылением твёрдых частиц на внутренней рабочей поверхности). В этом случае анодированию подвергаются лишь некритические компоненты. Главный процесс, который используется, называется «нанесение твёрдых покрытий». Фактически он лишь наполовину состоит в нанесении материала на поверхность компонента. Вторая половина — это изменение самой поверхности компонента на глубину 25 мкм. Таким образом- твёрдое покрытие становится неотъемлемой частью кристаллической структуры компонента. Обычное нанесение покрытий подразумевает лишь нанесение дополнительного слоя материала на поверхность. По сравнению с керамическими покрытиями внутренней поверхности БРС данное покрытие более долговечно в жёстких условиях работы.

В основном пружины, шарики изготавливаются из нержавеющей стали из-за устойчивости материала к коррозии. Для агрессивных сред применяется стекло, синтетические материалы (например ПВДФ) или оксидная керамика.

Уплотнения

В стандартных БРС используются кольцевые эластомерные уплотнители. Эластомеры при температуре меньшей температуры разложения представляют собой сетчатые полимерные материалы (вулканизированные), которые при температуре меньше $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ становятся твёрдыми как стекло и не проявляют вязкотекучих свойств при высокой температуре (до температуры разложения $100\text{—}250\text{ }^{\circ}\text{C}$). При этом при температурах меньших температуры разложения, в частности при комнатных температурах, они проявляют каучукоподобную эластичность. Основным сырьём для производства эластомеров является каучук. Характеристики эластомеров:

- низкая проницаемость для газообразных веществ;
- устойчивость к старению и износу;
- эластичность при низких температурах;
- упругость;
- обеспечение постоянного давления;

- устойчивость к высоким температурам и разбуханию.

Эластомеры обладают химической стойкостью к таким веществам: как масло, топливо, низкоконцентрированные кислоты и щёлочи, соляные растворы, вода различного качества, газы и растворители.

Очень часто применяется нитрил-бутадиеновый каучук (NBR), который позволяет изменять свойства конечного материала в широком диапазоне посредством использования различных акрилонитрильных компонентов (содержания акрилонитрила).

Также зачастую используются фторэластомеры-FKM (FKM) или витон. К настоящему моменту разработано множество типов этих материалов, которые позволяют получить свойства, необходимые в конкретной области применения. Если указанные выше уплотнители не обладают достаточным сопротивлением к воздействию каких-либо веществ, нередко используются материалы на основе этилен-пропилен-диен мономера — EPDM. Благодаря грамотному применению характеристик эластомерной основы, область возможного применения БРС значительно расширяется. Особое внимание привлекают перфторкаучуки. Их сопротивление воздействию химических веществ почти не уступает соответствующему показателю ПТФЭ (PTFE), но при этом обеспечиваются эластичные свойства, характерные для эластомеров.

Применение в отраслях промышленности

Автомобильная промышленность

- системы энергораспределения
- смена инструментов для роботов — тул-ченджеры (tool changer)
- подключение пневматических инструментов (болтовёртов, продувочных пистолетов, окрасочных пистолетов, шлифовальных машинок, дрелей и др.)
- заправка технологических жидкостей (тормозная жидкость, охлаждающая жидкость)
- заправка климатических установок (заправка хладагентом)
- стендовые и тестовые испытания узлов и агрегатов

Оборонная и авиационная промышленность

- охлаждение электроники
- подача воздуха пригодного для дыхания
- подача гидравлической жидкости
- контуры систем жизнеобеспечения экипажа
- цепи замеров давления

Альтернативные источники энергии

- заправка транспортных средств природным или сжиженным нефтяным газом
- заправка жидким или газообразным водородом
- соединители для фотогальванических элементов солнечных батарей
- системы охлаждения и гидравлики приводов ветряных станций

Транспортное машиностроение

- стыковочные узлы морских и речных судов
- опорожнение морских цистерн
- подключение систем охлаждения и гидравлики

Железнодорожный транспорт

- соединительные системы для поездов, метро и трамваев
- связь тележек, вагонов и локомотивов

- замеры давления
- опорожнение и заполнение вагонов-цистерн
- тормозные системы
- гидравлические системы
- охлаждение электроники двигателей
- опорожнение и заполнение масляных резервуаров

Химическая промышленность

- отбор проб и образцов
- опорожнение и заполнение бочек
- забор топливно-энергетических ресурсов
- подача и транспортировка чистых газов
- сжатый воздух на установках технологического процесса

Медицинская техника

- подключение контуров с медицинскими газами: кислород, закись азота, воздух в машинах скорых помощи, в палатах интенсивной терапии
- подача растворов в гемодиализных установках
- контуры охлаждения компьютерных томографов
- подача растворов в аппаратах «искусственная почка»

Металлургическая промышленность

- подсоединение газов к литейным ковшам
- подсоединение газов к узлу резки МНЛЗ
- гидравлика для домкратов
- подключение гидравлики на калибровочных стендах
- подача высокого давления в гидравлические цилиндры прокатных станов
- подача смазки подушек на прокатных станах

Полимерная индустрия

- соединение контуров терморегулирования пресс-форм для ТПА
- подключение пневматических и гидравлических толкателей для пресс-форм

Строительная индустрия

- подача бетона, растворов
- подключение пневматического инструмента