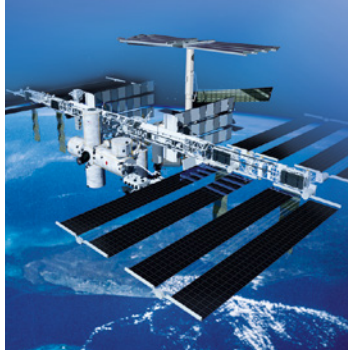




Руководство по кольцам круглого сечения



Технология уплотнения от компании Parker-Prädifa

Engineered Materials Group (Группа конструктивных и уплотнительных материалов) корпорации Parker Hannifin является мировым лидером в области проектирования, разработки и производства уплотнительных систем, виброгасителей, систем защиты от электромагнитных помех и материалов для рассеивания тепла.

Использование собственных технологий разработки и изготовления компаунда, опыта проектирования, технологии тестирования и обработки в сочетании с современными производственными площадями позволяет группе конструктивных материалов корпорации Parker предлагать широкий ассортимент продукции: от стандартных до новых, выполненных по заказу, изделий и системных разработок. Последние зачастую являются результатом тесного сотрудничества с клиентами в рамках девиза корпорации Parker: «Engineering Your Success».

Серии продукции европейского подразделения Parker по производству уплотнительных колец

Европейское подразделение Parker производит уплотнительные кольца и специальные литые изделия для автомобилестроения, химической и биохимической промышленности, гидравлики, технологий охлаждения и кондиционирования воздуха, нефтяного сектора, медицины, аэрокосмической отрасли, полупроводниковой промышленности и многих других отраслей промышленности.

Ассортимент продукции помимо прочего содержит:

- опорные кольца Parbak® экструдированные детали, выполненные с высокой точностью,

- медицинские изделия,
- комплекты уплотнительных колец,
- монтажные смазки и смазочные материалы,
- клейкие материалы и герметики,
- защитные покрытия ParCoat®

Материалы

Использование особых материалов требует применения специальных технологий изготовления компаунда. Именно поэтому компания Parker производит собственные резиновые смеси и самостоятельно выполняет полимеризацию своих термопластических материалов. Ассортимент материалов, разрабатываемых и производимых компанией Parker, варьируется от компаундов для крайне низких температур, до -60°C (силиконов), до компаундов для очень высоких температур, до $+320^{\circ}\text{C}$ (Parofluor® фторуглеродный эластомер). Parker поможет подобрать правильный компаунд для конкретных условий применения, обладающий отличной сопротивляемостью воздействию агрессивных химических веществ.

Руководство по кольцам круглого сечения Parker

Руководство по кольцам круглого сечения Parker является стандартным справочным изданием, которое уже многие годы используется проектировщиками уплотнений. Данный справочник содержит исчерпывающую информацию о свойствах наиболее важных уплотнительных эластомеров, типовые примеры применения уплотнительных колец, примеры конструкций уплотнения статического действия, а также описания условий, которые могут привести к выходу уплотнительных колец из строя. Кроме того, руководство содержит обзор международных размеров и стандартов, а также данные о совместимости сред для жидкостей, газов и твердых веществ.



Предупреждение — ответственность пользователя

Данный документ и другая информация, предоставленная Корпорацией Parker Hannifin, ее филиалами или авторизованными дистрибьюторами, представляет варианты продукции и систем для дальнейшего рассмотрения пользователями, обладающими техническим опытом. Пользователь, используя собственный анализ и испытания, лично несет полную ответственность за окончательный выбор системы и компонентов и гарантирует выполнение всех требований по использованию, сроку эксплуатации, техническому обслуживанию и безопасности. Пользователь должен проанализировать все аспекты применения, следовать действующим промышленным стандартам и использовать информацию о продукции, представленную в актуальном каталоге и в любых других материалах, предоставленных компанией, ее филиалами или авторизованными дистрибьюторами. В случае, если компания Parker, филиалы или авторизованные дистрибьюторы предлагают варианты компонентов и систем, исходя из данных или спецификаций, предоставленных пользователем, пользователь отвечает за то, чтобы эти данные и спецификации были подходящими и достаточными для всех применений и предполагаемого применения данных компонентов или систем.

Диапазон применения

Наши уплотнения могут использоваться только в соответствии с параметрами применения, указанными в наших документах с учетом совместимости с контактными средами, давлениями, температурами и сроками хранения. Использование или применение, выходящие за рамки эксплуатационных характеристик, а также выбор ошибочных компонентов могут нанести ущерб жизни, окружающей среде и/или оборудованию.

Информация, содержащаяся в нашей публикации, основана на наших ноу-хау, которые разрабатывались в течение многих десятилетий как результат работы в сфере производства и применения уплотнений. Несмотря на этот опыт, неизвестные факторы, возникающие в результате практического использования уплотнений, могут значительно влиять на общую применимость данной информации таким образом, что приведенные ниже рекомендации не могут считаться полностью обязательными.

Данные по эксплуатационному давлению, эксплуатационной температуре и скорости перемещения, указанные в таблицах, представляют собой максимальные величины и взаимосвязаны. При эксплуатации в экстремальных рабочих условиях рекомендуется не использовать данные максимальные величины одновременно.

В случае, если у вас особые требования к давлению, температуре, скорости и т. д., пожалуйста, свяжитесь с нашей консультационной службой, которая сможет порекомендовать вам подходящие материалы и конструкции.

Совместимость уплотнений с рабочими средами/очищающими веществами

Благодаря большому разнообразию функциональных характеристик, влияющих на работающие с жидкостями устройства, и их воздействию на уплотнения, крайне необходимо, чтобы производители данных элементов одобрили уплотнения, исходя из их функциональных или эксплуатационных соответствий при использовании в полевых условиях.

Более того, учитывая постоянное увеличение новых доступных сред, которые используются как гидравлические масла, смазки, очищающие вещества, особое внимание следует уделять аспекту совместимости уплотняющего эластомера, который используется в данное время.

Добавки, содержащиеся в базовых средах для увеличения некоторых эксплуатационных показателей, могут влиять на характеристики совместимости материалов уплотнений.

По этой причине крайне важно, чтобы любое изделие, оснащенное уплотнениями, проверялось на совместимость с рабочими средами и очищающими веществами, одобренными или указанными вами на вашем предприятии или в результате испытаний на месте до начала серийного применения.

Мы очень просим вас выполнять данные указания, поскольку как производитель уплотнений мы, в принципе, не обладаем возможностью проводить испытания с соблюдением всех условий конечного применения и не знаем состав используемых рабочих сред или очищающих веществ.

Изменения конструкции

Мы оставляем за собой право вносить изменения в конструкцию без предварительного уведомления.

Прототипы и образцы

Прототипы и образцы производятся по экспериментальным шаблонам и формам. Последующее серийное производство может отличаться техникой производства от производства прототипа, кроме случаев, когда в отношении этого вопроса было предварительно заключено специальное соглашение.

Поставка и обслуживание

Гарантия в отношении поставки (наличие прессформ) по индивидуальным размерам ассортимента нашей продукции ограничена семилетним периодом.

Поврежденные прессформы, также и для стандартных изделий, заменяются только в случае достаточного спроса. Большинство типов-размеров, указанных в данном каталоге, обычно (но не обязательно) имеются на складе.

Для производства меньших количеств, специальных материалов и в случае применения особых производственных процедур мы оставляем за собой право включать в счет оплаты часть расходов на подготовительные работы.

Все поставки и обслуживание производятся в соответствии с нашими условиями.

Системы качества

Наши производственные площадки сертифицированы в соответствии с ISO 9001 или ISO/TS 16949 или EN9100.

Авторское право

Все права принадлежат Корпорации Parker Hannifin. Выдержки допускаются только с согласия автора. Все права на изменения сохранены за автором.

Период действия

Данное издание замещает собой все предыдущие версии.

1 Введение	7	4.2.3 Резьбовые соединения по SAE J 514 APR 80, винтовые резьбы по SAE J 475 (ISO R 725)	53
2 Виды установки	9	4.2.4 Резьбовые соединения по MS 33649, прямое резьбовое отверстие по MIL-S-8879	54
2.1 Определение конструкции	9	4.2.5 Уплотнительные кольца круглого сечения для MS 33656, обжимные фитинги	54
2.2 Статические уплотнения	9	4.3 Антиэкструзионные кольца Parbak®	55
2.2.1 Радиальные статические уплотнения	10	4.3.1 Введение	55
2.2.2 Осевые статические уплотнения	11	5 Другие продукты и аксессуары	63
2.2.3 Статические уплотнения — трапецеидальный паз (для соединения типа «ласточкин хвост»)	12	5.1 Эластомерные литые изделия	63
2.3 Динамические уплотнения	12	5.2 Монтажные смазки и смазочные материалы	63
2.3.1 Гидравлические динамические уплотнения	13	5.3 Комплекты уплотнительных колец	64
2.3.2 Пневматические динамические уплотнения	14	5.3.1 Комплект уплотнительных колец № 2	64
2.4 Приводные ремни	16	5.3.2 Комплект уплотнительных колец № 4	65
2.5 Инструкции по проектированию и установке	19	5.3.3 Комплект уплотнительных колец № 6	66
2.5.1 Фаски	19	5.3.4 Комплект уплотнительных колец № 7	67
2.5.2 Прохождение поперечных просверленных отверстий	19	5.4 Измерительный конус и измерительная лента для уплотнительных колец круглого сечения	67
2.5.3 Примеси и чистящие материалы	19	5.5 Приспособления для установки уплотнительных колец	68
2.5.4 Удлинение	20	5.6 ParCoat® — аккуратный подход к установке уплотнительного кольца	68
2.5.5 Вращение	20	6 Материалы эластомерных уплотнений	71
2.5.6 Острые края	20	6.1 Общие сведения	71
2.5.7 Установочные приспособления	20	6.2 Обзор уплотнительных материалов	71
3 Рекомендации по проектированию	21	6.2.1 Термопласты (пластомеры)	71
3.1 Статические уплотнения	21	6.2.2 Эластомеры	71
3.1.1 Размеры при сжатии и расчетные размеры	21	6.2.3 Термопластичные эластомеры (TPE)	73
3.1.2 Статическое уплотнение поршня	22	6.2.4 Терморектопласты (дюропласты)	74
3.1.3 Статическое уплотнение штока	26	6.3 Базовые эластомеры	74
3.1.4 Статическое уплотнение фланца	30	6.3.1 Бутадиенакрилонитрильный каучук (NBR)	74
3.2 Динамические уплотнения	34	6.3.2 Бутадиеновый каучук (BR)	74
3.2.1 Размеры при сжатии и расчетные размеры для гидравлических применений	34	6.3.3 Бутилкаучук (IIR)	74
3.2.2 Динамическое уплотнение поршня для гидравлических применений	35	6.3.4 Хлорбутиловый каучук (CIIR)	75
3.2.3 Динамическое уплотнение штока для гидравлических применений	37	6.3.5 Хлорпереновый каучук (CR)	75
3.2.4 Размеры при сжатии и расчетные размеры для пневматических применений	39	6.3.6 Хлорсульфонируемый полиэтиленовый каучук (CSM)	75
3.2.5 Динамическое уплотнение поршня для пневматических применений	40	6.3.7 Эпихлоргидриновый каучук (CO, ECO)	76
3.2.6 Динамическое уплотнение штока для пневматических применений	42	6.3.8 Этиленакрилатный каучук (AEM)	76
3.2.7 Динамическое уплотнение с «плавающей» сборкой для пневматических применений	44	6.3.9 Этиленпропиленовый каучук (EPM, EPDM)	76
4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®	47	6.3.10 Фторкаучук (FKM)	76
4.1 Размеры колец круглого сечения	47	6.3.11 Фторосиликоновый каучук (FVMQ)	77
4.2 Уплотнительные кольца круглого сечения для резьбовых соединений	52	6.3.12 Гидрированный бутадиенакрилонитрильный каучук (HNBR)	77
4.2.1 Резьбовые соединения ISO 6149-1 для метрической трубопроводной арматуры и соединения ISO 11926-1 для резьбы UNF с конической раззенковкой	52	6.3.13 Перфторкаучук (FFKM)	77
4.2.2 Резьбовой штуцер DIN 3865 с поверхностью уплотнения 24° для DIN 3861, тип отверстия W	52	6.3.14 Полиакрилатный каучук (ACM)	78
		6.3.15 Термопластичный полиуретан (TPU)	78
		6.3.16 Силиконовый каучук (LSR, Q, MQ, VMQ)	78
		6.3.17 Бутадиенстирольный каучук (SBR)	79
		6.4 Выбор компаунда	79
		6.5 Выбор компаунда в соответствии со спецификациями норм SAE и ASTM	81
		6.6 Компаунды	83

Содержание

6.7 Соответствие стандартам.....	87	8.11 Скорость утечки газа.....	104
6.7.1 Компаунды для газоснабжения и широкого применения.....	87	8.12 Твердость.....	106
6.7.2 Кислородные клапаны.....	87	8.13 Эффект Джоуля.....	106
6.7.3 Компаунды для подготовки, хранения и распределения питьевой воды.....	87	8.14 Хранение, время хранения и очистка эластомеров.....	106
6.7.4 Компаунды для пищевой и фармацевтической промышленности.....	87	8.15 Уменьшение поперечного сечения, вызванное удлинением.....	107
7 Применения.....	89	8.16 Обработка поверхности лицевых сторон уплотнения.....	107
7.1 Автомобилестроение.....	89	8.17 Трение и износ.....	109
7.1.1 Двигатель.....	89	8.17.1 Трение.....	109
7.1.2 Тормозная система.....	89	8.17.2 Износ.....	112
7.1.3 Топливная система.....	89	8.17.3 Взаимодействие между трением, износом и уплотнительным процессом.....	113
7.1.4 Коробка передач.....	90	8.18 Предельное удлинение.....	113
7.1.5 Системы кондиционирования воздуха.....	90	8.19 Прочность при растяжении.....	113
7.1.6 Снижение выбросов путем очистки выхлопных газов.....	90	8.20 Релаксация напряжения.....	113
7.2 Биомедицина.....	90	8.21 Ударная упругость.....	114
7.3 Химическая обработка.....	90	8.22 Радиация.....	114
7.4 Гидравлические жидкости безопасные для окружающей среды.....	91	8.23 Сила деформации поперечного сечения.....	114
7.5 Системы, использующие солнечную энергию.....	91	8.24 Сжатие поперечного сечения уплотнительного кольца.....	115
7.6 Геотермальная энергия.....	91	8.25 Изменение объема.....	117
7.7 Экстремальные температуры.....	92	8.26 Стойкость к износу.....	118
7.7.1 Высокие температуры.....	92	8.27 Остаточное удлинение.....	118
7.7.2 Низкие температуры.....	92	9 Критерии качества.....	119
7.8 Применение для работы с газом.....	94	9.1 Качество.....	119
7.9 Производство полупроводников.....	94	9.2 Критерии оценки для уплотнительных колец.....	119
7.10 Технология охлаждения и кондиционирования воздуха, пропелленты.....	94	10 Анализ повреждений.....	121
7.11 Пищевая и фармацевтическая промышленности.....	96	10.1 Требования к уплотнительным кольцам круглого сечения.....	121
7.12 Аэрокосмическая отрасль.....	96	10.2 Выдавливание в зазор в результате действия давления.....	121
7.13 Ядерная энергетика.....	96	10.3 Выход из строя из-за остаточной деформации при сжатии.....	122
7.14 Нефтегазовая промышленность.....	97	10.4 Перекрученные уплотнительные кольца, спиральные дефекты.....	123
7.15 Применение в санитарно-гигиенических условиях / использование в отопительных системах.....	97	10.5 Взрывная декомпрессия.....	123
7.16 Вакуумные уплотнения.....	97	10.6 Истирание.....	124
7.17 Противогрибковые компаунды.....	98	10.7 Ошибки при установке.....	124
8 Терминология уплотнений.....	99	11 Приложение.....	125
8.1 Общие критерии выбора.....	99	11.1 Стандарты.....	125
8.2 Истирание.....	99	11.1.1 Стандарты уплотнительных колец круглого сечения.....	125
8.3 Старение.....	99	11.1.2 Другие стандарты.....	126
8.4 Испытания на старение.....	99	11.2 Перекрестные ссылки для размеров.....	127
8.5 Коэффициент теплового расширения.....	99	11.3 Таблица совместимости сред.....	130
8.6 Остаточная деформация при сжатии.....	100	11.4 Предметный указатель.....	156
8.7 Плотность (герметичность), техническая плотность.....	101		
8.8 Индекс совместимости эластомера (ECI).....	102		
8.9 Электрические свойства эластомеров.....	103		
8.10 Коррозия.....	103		
8.10.1 Коррозия, вызванная свободной серой.....	103		
8.10.2 Коррозия, вызванная формированием соляной кислоты.....	104		
8.10.3 Электрохимическая коррозия.....	104		

Кольцевое уплотнение

Кольцевое уплотнение предотвращает нежелательные потери жидкости или газа. Уплотнительное кольцо предоставляет собой круговое кольцо с круговым поперечным сечением. Уплотнительное кольцо располагается в посадочной канавке. Сочетание этих элементов, уплотнительного кольца и посадочной канавки, образует кольцевое уплотнение.

Чаще всего уплотнительные кольца изготавливаются из синтетической резины. Уплотняющее воздействие достигается за счет осевого или радиального сжатия. Так как резиновые компаунды работают как несжимаемые жидкости огромной вязкости с большим поверхностным натяжением, уплотнительные кольца деформируются под действием давления системы (см. рисунок ниже). Это также повышает прижимную силу, действующую на уплотняемые поверхности.

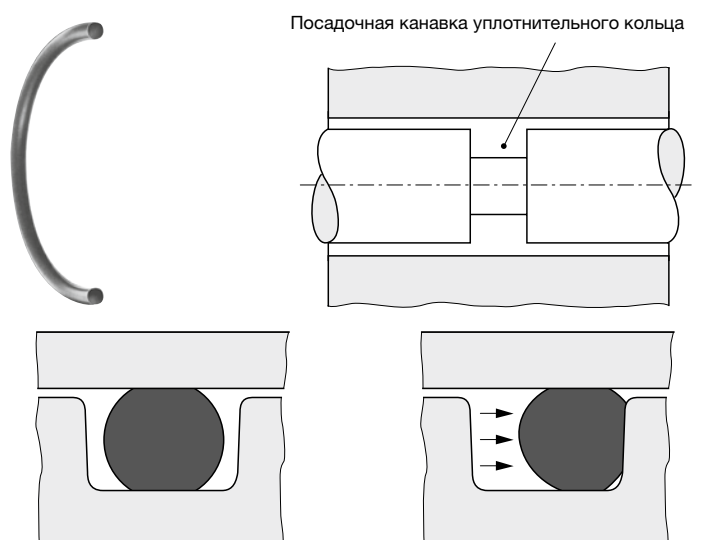


Рис. 1.1 Деформация уплотнительного кольца под действием давления системы

Преимущества уплотнительных колец

1. Широкий диапазон применения (давления, зазоры, температуры, среды).
2. Самоуплотнение и уплотняющее воздействие с опорной силой сжатия.
3. Не требуется повторной затяжки.
4. Отсутствует критический момент.
5. Компактная конструкция.
6. Не требуется разделения канавки.
7. Простой расчет канавки.
8. Простая работа и сборка.
9. Технические проекты с уплотнительными кольцами рентабельны.

Статическое уплотнение

Статическое уплотнение определяется как уплотнение, в котором прилегающие поверхности неподвижны по отношению друг к другу (за исключением небольших перемещений под действием жидкости).

Примерами статических уплотнений являются: уплотнения под головкой болта или заклепки, уплотнения трубных соединений, уплотнения под крышкой или заглушкой.

Уплотнительные кольца считаются «лучшим из когда-либо созданных статических уплотнений». Возможно, благодаря тому, что уплотнительные кольца защищены от неправильного обращения. При их использовании не требуется повторной затяжки и отсутствует риск человеческой ошибки при условии, что уплотнительное кольцо установлено на соответствующие точки уплотнения при первоначальной установке и во время капитального ремонта. Уплотнительное кольцо не требует большого момента затяжки для получения герметичного уплотнения. Дальнейшая информация приведена в разделе 3.1.

Подвижное уплотнение

В динамических уплотнениях уплотняемые детали движутся относительно друг друга. Различные типы движений описываются как возвратно-поступательные, колебательные или вращательные. Уплотнительные кольца, устанавливаемые на поршнях или штоках в гидравлических цилиндрах для обеспечения возвратно-поступательного динамического уплотнения, наиболее эффективны для коротких втулок и относительно малых диаметров. Более подробная информация содержится в разделе 3.2.

Компаунды уплотнительных колец

При выборе компаунда уплотнительного кольца необходимо учитывать множество факторов, главными из которых являются диапазоны давления и температуры, а также среда для уплотнения. Стойкий к воздействию топлива компаунд может быть неподходящим для использования в машинах по наполнению бутылок, так как материал при определенных условиях может оказывать влияние на вкус и запах напитка. Компаунд, который оптимально подходит для пара, может быть подвержен негативному действию спирта или антифриза в системе охлаждения воды транспортного средства. Принимая во внимание большое количество требований, предъявляемых к уплотнительному кольцу, при окончательном выборе компаунда необходимо стремиться к компромиссному решению для оптимального использования. Более подробная информация приведена в разделе 6.

1 Введение

2.1 Определение конструкции

Уплотнительные кольца могут использоваться для статического уплотнения, например в крышках или шпильках. Если уплотняемые детали машины двигаются относительно друг друга, уплотнительное кольцо работает как динамическое уплотнение. Типы конструкции уплотнения определяются следующим образом:

- Если **внутренняя посадочная канавка** вырезана в наружной детали машины, это называют «уплотнением штока».
- Если **наружная посадочная канавка** вырезана во внутренней детали машины, это называют «уплотнением поршня».
- При наличии **осевого сжатия** говорят о «торцевом уплотнении».

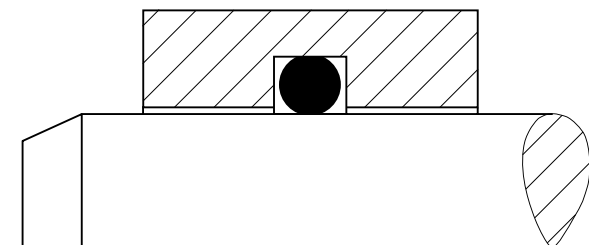


Рис. 2.1 Внутренняя посадочная канавка («уплотнение штока»): уплотнительное кольцо с радиальным сжатием

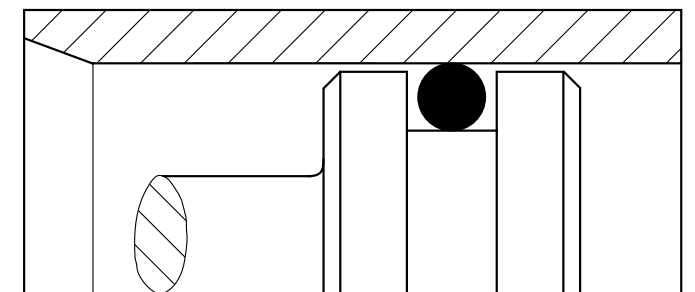


Рис. 2.2 Наружная посадочная канавка («уплотнение поршня»): уплотнительное кольцо с радиальным сжатием

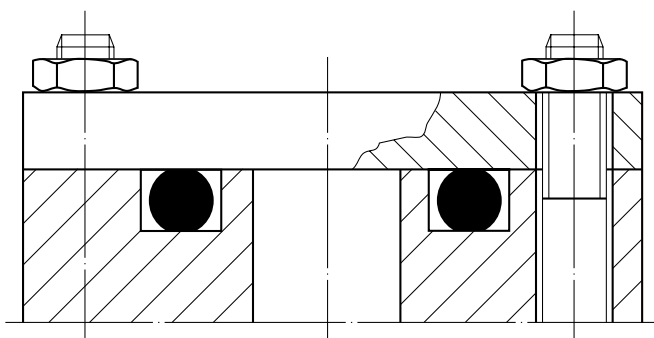


Рис. 2.3 Торцевое уплотнение: уплотнительное кольцо деформируется в осевом направлении

2.2 Статические уплотнения

Уплотнительные кольца особенно хорошо подходят для статического применения, так как деформация оказывает уплотняющее воздействие, эффект которого усиливается с увеличением давления системы. Эффективность уплотнения зависит и от правильной конструкции посадочной канавки, и от выбора компаунда.

Для любых применений правильным будет выбор уплотнительного кольца с **наибольшим возможным сечением**, которое допускается конструктивными ограничениями. В общем случае можно сказать, что окружность уплотнительного кольца не должна растягиваться более чем на 6 % и сжиматься более чем на 1–3 % в установленном состоянии (измеренная по внутреннему диаметру уплотнительного кольца).

Жесткость уплотнительного кольца выбирается в соответствии с применяемым давлением, допусками (и связана с шириной зазоров), а также обработкой поверхности уплотняемых элементов.

Необходимо принимать во внимание упругое удлинение металлических материалов (например, крышек, фланцев, стенок цилиндров или винтовых соединений) под действием давления. Вследствие такого удлинения может появиться увеличенный зазор, который должен быть заполнен уплотнительным кольцом.

Тип уплотнения также зависит от механической обработки. Экономичные методы обработки могут потребовать более высоких допусков и более широких зазоров. Для защиты уплотнительных колец с радиальной деформацией от ожидаемого выдавливания могут использоваться опорные кольца.

В перечне размеров опорных колец Parbak® приведены соответствующие опорные кольца из неразрезного эластомера для уплотнительных колец размерами от 2-004 до 2-475 (более подробная информация содержится в разделе «Опорные кольца Parbak®»). Для силиконовых компаундов допустимый размер зазора составляет 50 % от нормально допустимого для других эластомерных материалов, так как эти материалы имеют очень низкие сопротивления выдавливанию и разрыву.

Высокое пульсирующее давление и вызванное этим относительное перемещение деталей машины способствуют износу уплотнительного кольца. Кроме того, упругое удлинение отдельных компонентов может привести к увеличению зазора уплотнения. При обнаружении следов износа статического уплотнения рекомендуется выполнить обработку поверхности или использовать уплотнительные кольца Ultrathan® (из полиуретана) (см. каталог «Пневматические уплотнения» или «Гидравлические уплотнения»).

2 Виды установки

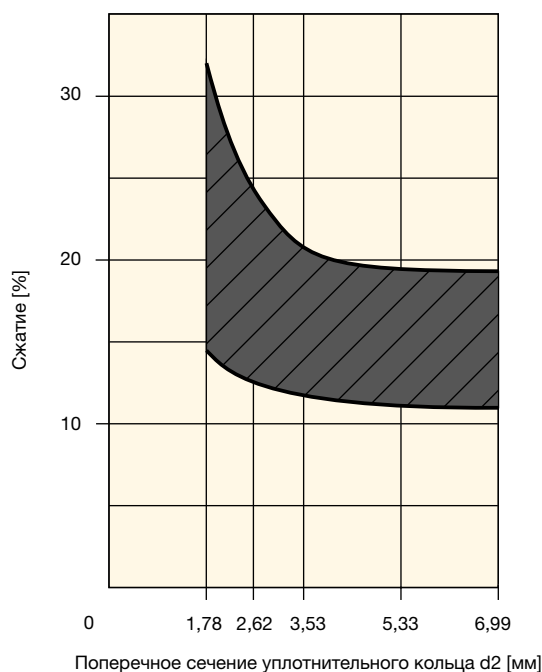


Рис. 2.4 Зависимость допустимого сжатия от поперечного сечения d_2 — статическое уплотнение

2.2.1 Радиальные статические уплотнения

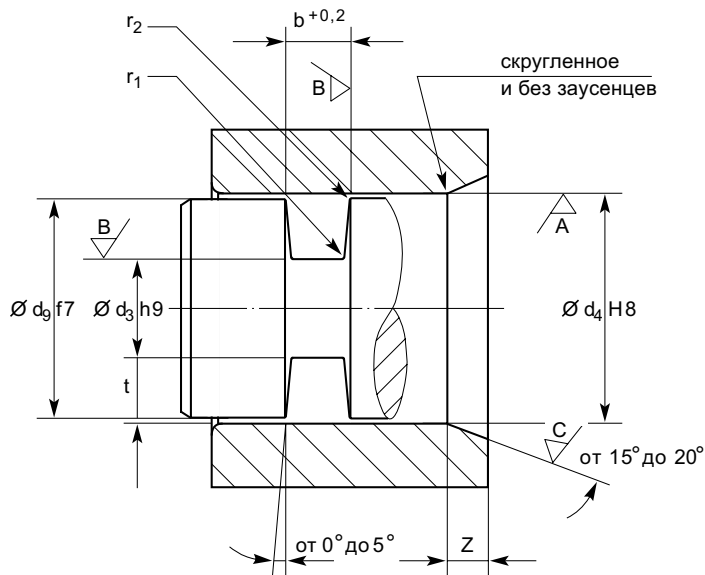


Рис. 2.5 Посадочная канавка во внутреннем элементе

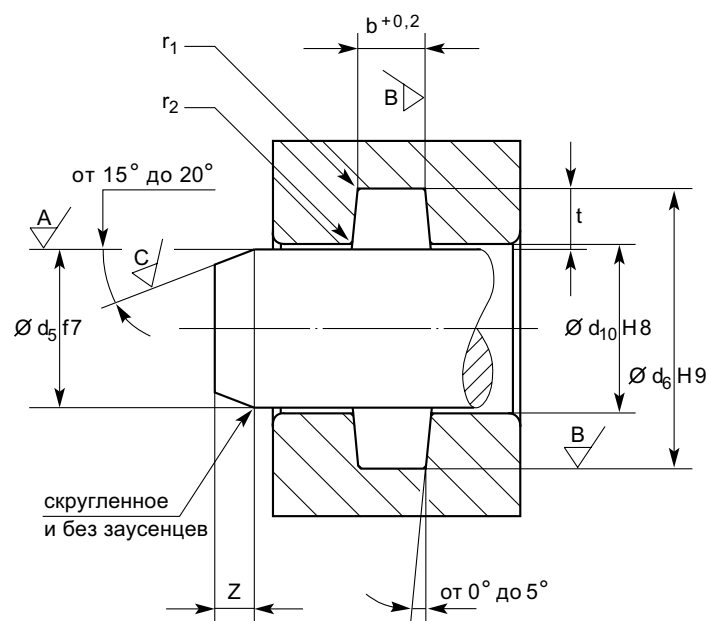


Рис. 2.6 Посадочная канавка в наружном элементе

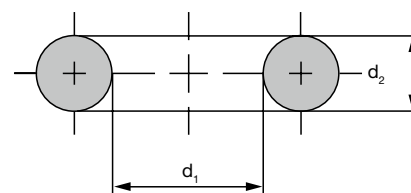


Рис. 2.7 Внутренний диаметр d_1 , поперечное сечение d_2

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
1,78	1,40	2,40	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,00	1,50	2,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,50	2,00	3,20	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
2,62	2,10	3,60	1,5	0,2 - 0,4	0,1 - 0,3
3,00	2,30	3,90	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
3,53	2,90	4,80	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
4,00	3,25	5,20	2,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,00	4,10	6,50	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
5,33	4,50	7,20	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,00	5,00	7,80	3,0	0,4 - 0,8	0,1 - 0,3
6,99	5,90	9,60	3,6	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
8,00	6,80	10,40	4,0	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
9,00	7,70	11,70	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
10,00	8,70	13,00	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3
12,00	10,60	15,60	4,5	0,8 - 1,2	0,1 - 0,3

¹⁾ Допуски рассчитываются, исходя из $d_3 h_9 + d_4 H_8$ или $d_5 f_7 + d_6 H_9$. Размеры, соответствующие DIN ISO 3601, являются наиболее предпочтительными и выделены жирным шрифтом.

Таб. 2.1 Размеры посадочной канавки — радиальная деформация

Поверхность	давление	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	R_{max}
A контактная поверхность	не пульсирующее	1,60	6,30
A контактная поверхность	пульсирующее	0,80	3,20
B основание и стороны паза	не пульсирующее	3,20	12,50
B основание и стороны паза	пульсирующее	1,60	6,30
C обработка поверхности фаски входной кромки	-	3,20	12,50

Таб. 2.2 Шероховатость обработки поверхности — статическое уплотнение

Рекомендации относительно типа исполнения содержатся в разделе 3.

2.2.2 Осевые статические уплотнения

Поперечное сечение уплотнительного кольца деформируется в осевом направлении. В связи с тем, что уплотнительное кольцо выполняет относительное движение под действием давления, важно соблюдать направление применяемого давления:

- Если давление действует изнутри, уплотнительное кольцо должно касаться наружного диаметра посадочной канавки (оптимально сжатое на величину от 1 % до 3 % от своей окружности).
- Если давление действует снаружи, внутренний диаметр уплотнительного кольца должен касаться внутреннего диаметра посадочной канавки (растянутый на величину до 6 %).

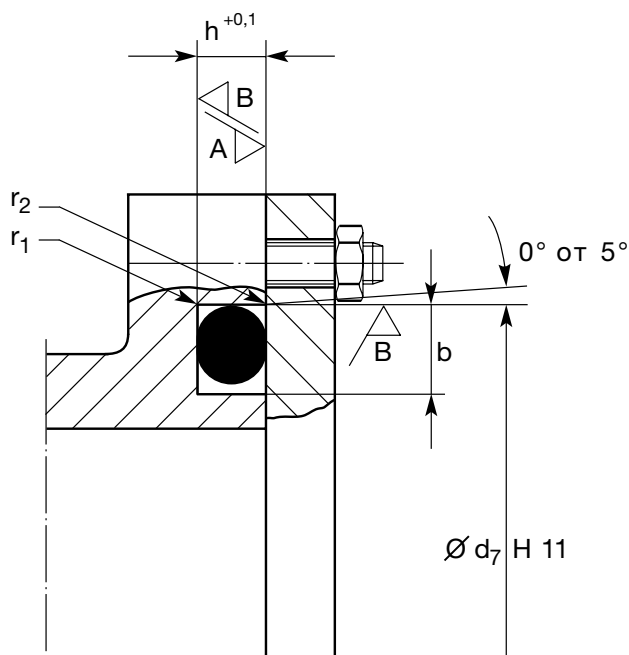


Рис. 2.8 Давление изнутри

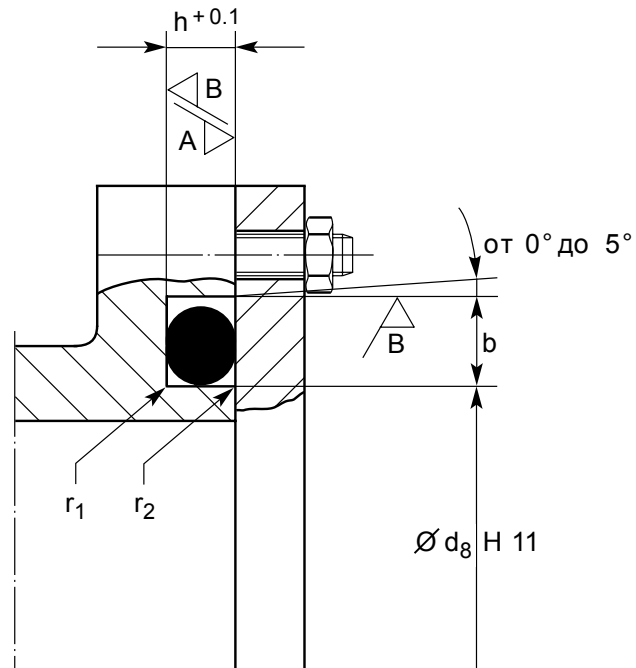


Рис. 2.9 Давление снаружи

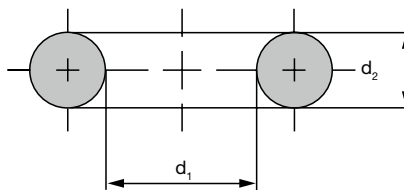


Рис. 2.10

d_2	$h^{+0,10}$	$b^{+0,20}$	r_1	r_2
1,50	1,10	1,90	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
1,78	1,30	2,40	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,00	1,50	2,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,50	2,00	3,20	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
2,62	2,10	3,60	0,20 - 0,40	0,20 - 0,40
3,00	2,30	3,90	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
3,53	2,80	4,80	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
4,00	3,25	5,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,00	4,00	6,50	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
5,33	4,35	7,20	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
6,00	5,00	7,80	0,40 - 0,80	0,20 - 0,40
6,99	5,75	9,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
8,00	6,80	10,40	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
9,00	7,70	11,70	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
10,00	8,70	13,00	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40
12,00	10,60	15,60	0,80 - 1,20	0,20 - 0,40

Размеры, соответствующие DIN ISO 3601, являются наиболее предпочтительными и выделены жирным шрифтом.

Таб. 2.3 Прямоугольные размеры посадочной канавки — осевая деформация

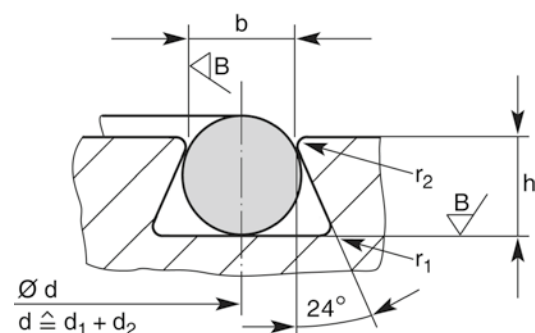
2 Виды установки

Поверхность	давление	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	R_{max}
A контактная поверхность	не пульсирующее	1,60	6,30
A контактная поверхность	пульсирующее	0,80	3,20
B основание и стороны паза	не пульсирующее	3,20	12,50
B основание и стороны паза	пульсирующее	1,60	6,30

Таб. 2.4 Шероховатость обработки поверхности — статическое уплотнение
Рекомендации относительно типа исполнения содержатся в разделе 3.

2.2.3 Статические уплотнения — трапецеидальный паз (для соединения типа «ласточкин хвост»)

Паз трапецеидальной формы используется в таких местах, где необходимо удерживать уплотнительное кольцо, например во время работы с поверхностью, при открытии и закрытии инструментов или машин, и где в противном случае уплотнительное кольцо выпало бы из посадочной канавки. Механическая обработка канавки является сложной и дорогостоящей процедурой.



d = средний диаметр посадочной канавки

Ширина посадочной канавки измеряется до зачистки кромок.

Радиус r_2 выбирается таким образом, чтобы уплотнительное кольцо не повредилось во время сборки и не застряло в зазоре под действием высокого давления.

Рис. 2.11 Посадочная канавка для соединения типа «ласточкин хвост»

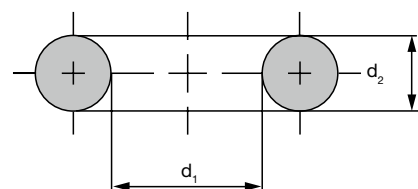


Рис. 2.12 Внутренний диаметр d_1 , поперечное сечение d_2

d_2	h	$b^{+0,10}$	r_2	r_1
1,78	1,25	$+0,05$	1,40	0,10 - 0,30
2,62	2,05	$+0,05$	2,10	0,10 - 0,30
3,53	2,80	$+0,05$	2,85	0,10 - 0,30
5,33	4,55	$+0,08$	4,35	0,10 - 0,30
6,99	5,85	$+0,08$	5,85	0,10 - 0,30

Таб. 2.5 Размеры посадочной канавки для соединения типа «ласточкин хвост»

Поверхность	давление	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
		R_a [μm]	R_{max}
A контактная поверхность	не пульсирующее	1,60	6,30
A контактная поверхность	пульсирующее	0,80	3,20
B основание и стороны паза	не пульсирующее	3,20	12,50
B основание и стороны паза	пульсирующее	1,60	6,30

Таб. 2.6 Шероховатость обработки поверхности — статическое уплотнение

2.3 Динамические уплотнения

Число параметров, оказывающих влияние на уплотнительные свойства и срок службы динамических или возвратно-поступательных уплотнений, намного больше, чем для статических уплотнений. К этой категории относятся колебательные и вращательные уплотнения, а также возвратно-поступательные уплотнения в гидравлических и пневматических устройствах. Сопротивление трению уменьшает деформацию поперечного сечения уплотнительного кольца по сравнению со статическими уплотнениями.

Уплотнительные кольца круглого сечения для гидравлических и пневматических применений позволяют использовать небольшие посадочные канавки. В этих случаях использование уплотнительных колец круглого сечения является наилучшим вариантом для малой длины хода поршня и малых диаметров.

При правильной посадке уплотнительные кольца круглого сечения могут также использоваться для длинного хода поршня с относительно большими диаметрами. Однако еще на стадии проектирования следует принимать во внимание все факторы, которые влияют на уплотнительные функции. Жесткость компаунда выбирается в соответствии с применяемым давлением и другими механическими требованиями. Наиболее часто используются уплотнительные кольца круглого сечения с твердостью от 70 до 80 единиц по шкале Шора А.

В местах, где существует риск выдавливания (например, где динамические уплотнения подвергаются действию высокого давления), должны быть установлены два антиэкструзионных кольца.

Для новых конструкторских разработок должны приниматься во внимание следующие факторы:

- Химическое воздействие контактирующей среды на эластомер.
- Воздействие на уплотнение всех рабочих условий, например работа с потенциально высоким диапазоном температуры или переход от высоких к низким температурам.
- Направление применяемого давления: двигается ли поршень, преодолевая давление и способствуя выдавливанию при отсутствии противодействующего опорного кольца, или уплотнение двигается в сторону, противоположную применяемому давлению?
- Потенциальный эксцентриситет элементов машины, который может вызвать одностороннее растягивание уплотнительного зазора, что может увеличить риск выдавливания.
- Сопротивляемость материала выдавливанию может снизиться при увеличении температуры из-за трения.
- Частицы продуктов износа от металлических деталей вызывают образование задиров и утечек при контакте с зоной уплотнения.
- Посторонние материалы могут попасть в систему и вызвать утечки при возврате вала, несущего с собой частицы материала поверхности, обратно в цилиндр.
- Скачки давления могут быть значительно выше, чем давление системы (использование опорного кольца).
- Тонкая смазочная пленка может оставаться на поверхности уплотнения даже при достижении технической точки уплотнения.

Уплотнения возвратно-поступательного типа и исполнение посадочных канавок для них может быть разделено на группы для гидравлического и пневматического применения.

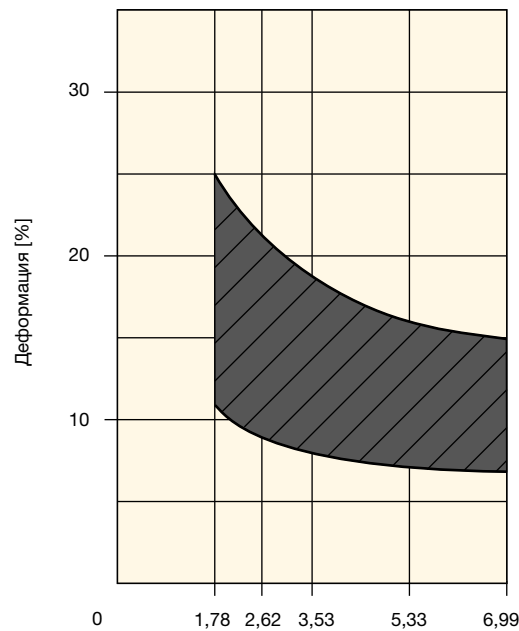
2.3.1 Гидравлические динамические уплотнения

В гидравлике уплотнительные кольца используются в уплотнениях поршня и штока. Они обеспечивают хорошие результаты при работе с широким диапазоном давления и могут использоваться с антиэкструзионными кольцами.

Средняя деформация поперечного сечения находится между 10 % и 15 %. Важно не опускаться ниже минимального допуска в 8 %, как показано в приведенных ниже расчетах на основании всех допусков:

$$\frac{(d_{2min} - t_{max}) \times 100}{d_{2min}} \geq 8 (\%)$$

d_{2min} = минимальное поперечное сечение,
 t_{max} = максимальная глубина посадочной канавки.



Поперечное сечение уплотнительного кольца d_2 [мм]

Рис. 2.13 Зависимость допустимой деформации от поперечного сечения d_2 — гидравлическое уплотнение возвратно-поступательного типа

При использовании для уплотнения поршня уплотнительные кольца круглого сечения могут сжиматься на величину от 1 % до 3 % от размера своей окружности. Величина усилия, требуемого для сжатия окружности, зависит от внутреннего диаметра уплотнительного кольца и уменьшается с увеличением внутреннего диаметра.

Уплотнительные кольца круглого сечения могут растягиваться на величину до 6 % при установке в пазу поршня.

Необходимо выбирать компаунды с наибольшей сопротивляемостью износу. Компаунд не должен давать усадку в среде, а также не должен быть подвержен сильному разбуханию, которое увеличит трение и снизит сопротивляемость выдавливанию.

Обычно рекомендуется использование компаундов с твердостью от 70 до 80 единиц по шкале Шора А. В данном диапазоне достигается оптимальное сочетание между трением и износом. Более мягкие уплотнительные кольца имеют более высокую степень износа, более твердые уплотнительные кольца характеризуются более высоким трением при давлении до 150 бар. При высоком давлении существует риск выдавливания. В условиях широких зазоров и более высоких температур необходимо использовать антиэкструзионные кольца.

2 Виды установки

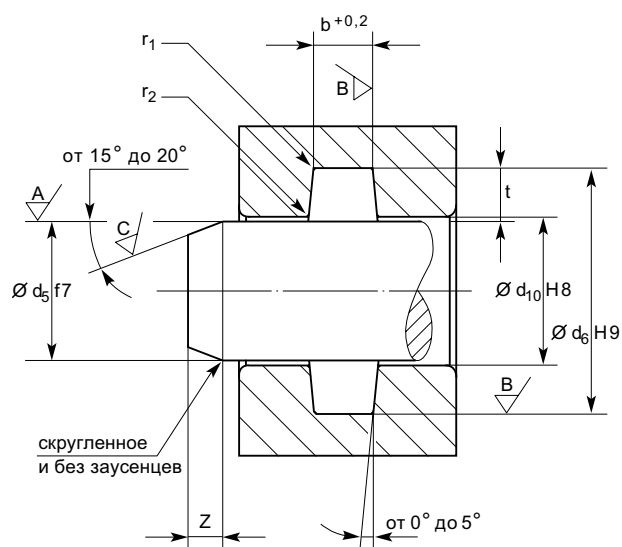


Рис. 2.14 Уплотнение штока — гидравлическое и пневматическое

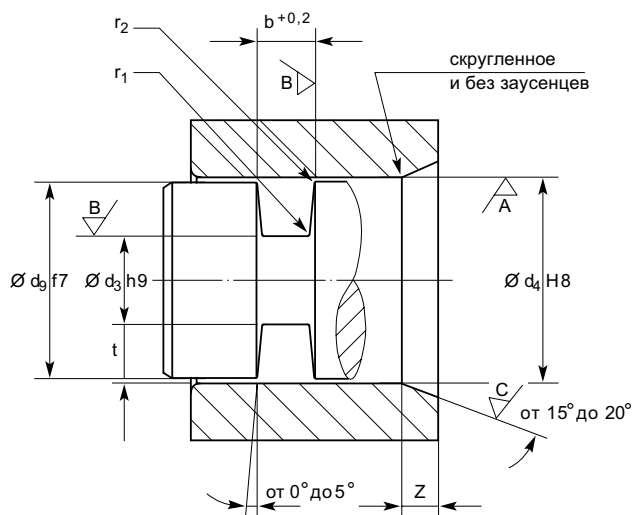


Рис. 2.15 Уплотнение поршня — гидравлическое и пневматическое

d_2	$t^{1)}$	$b^{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,50	1,30	1,90	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
1,78	1,45	2,40	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,00	1,70	2,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,50	2,10	3,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,20	3,60	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,00	2,60	3,90	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
3,53	3,05	4,80	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
4,00	3,50	5,30	1,80	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,00	4,45	6,70	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
5,33	4,65	7,10	2,70	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,00	5,40	8,00	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30
6,99	6,20	9,50	3,60	0,40 - 0,80	0,10 - 0,30

¹⁾ Допуски рассчитываются, исходя из $d_3 h9 + d_4 H8$ или $d_5 f7 + d_6 H9$.
Рекомендуется применение выделенных жирным шрифтом размеров, которые соответствуют DIN ISO 3601.

Таб. 2.7 Размеры посадочной канавки — динамическое гидравлическое уплотнение

Поверхность	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
	R_a [μm]	R_{max}
A контактная поверхность	0,40	1,60
B основание и стороны паза	1,60	6,30
C обработка поверхности фаски входной кромки	3,20	12,50

Таб. 2.8 Шероховатость обработки поверхности — гидравлическое уплотнение возвратно-поступательного типа

2.3.2 Пневматические динамические уплотнения

В настоящее время пневматические системы широко используются в различных областях применения. Стимулом для использования новых систем, а также для замены существующих гидравлических систем послужили следующие преимущества:

- негорючая среда под давлением;
- меньший вес;
- наличие утечек является менее критичным, следовательно, наносит меньший вред окружающей среде;
- воздушная среда под давлением не изменяется при высоких температурах;
- конкурентная стоимость.

Для минимизации износа среднее сжатие поперечного сечения уплотнительного кольца снижено по сравнению с гидравлическим применением.

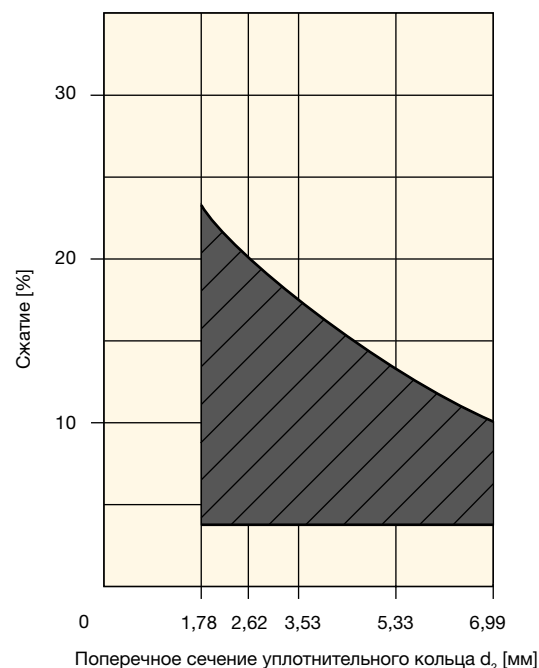


Рис. 2.16 Зависимость допустимого сжатия от поперечного сечения d_2 — пневматическое уплотнение возвратно-поступательного типа

Минимальное сжатие поперечного сечения уплотнительного кольца обычно находится в диапазоне от 4 % до 7 % и включает все допуски.

$$\frac{(d_{2min} - t_{max}) \times 100}{d_{2min}} \geq 4 (\%)$$

d_{2min} = наименьшее поперечное сечение,
 t_{max} = максимальная глубина посадочной канавки.

Уплотнительные кольца круглого сечения в уплотнениях штока допускают сжатие на величину от 1 % до 3 % от размера своей окружности.

В уплотнениях поршня кольца могут быть растянуты на величину до 6 % от внутреннего диаметра. В дополнение к стандартным материалам доступен широкий ассортимент специальных компаундов с улучшенными характеристиками трения.

Применение этих компаундов может быть согласовано с нашим отделом по разработке инженерных решений.

Компания Parker рекомендует использование компаундов с твердостью от 70 до 80 единиц по шкале Шора А.

d_2	$t^{1)}$	$b_{+0,20}$	z	r_1	r_2
1,78	1,55	2,30	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,35	3,10	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,15	4,20	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	4,85	6,40	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	6,40	8,40	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ Допуски рассчитываются, исходя из $d_3h9 + d_4H8$ или $d_5f7 + d_6H9$.

Таб. 2.9 Размеры посадочной канавки — пневматическое уплотнение

Поверхность	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
	R_a	R_{max}
	[μm]	
А контактная поверхность	0,40	1,60
В основание и стороны паза	1,60	6,30
С обработка поверхности фаски входной кромки	3,20	12,50

Таб. 2.10 Пневматический поршень — «плавающая» сборка

Пневматический поршень — «плавающая» сборка

Пневматические поршни обычно рассчитаны на применение «плавающих» (свободно подвижных) уплотнительных колец. Поперечное сечение не сжимается, что снижает трение. В результате поршень с уплотнением двигается свободно и уплотнительное кольцо подвергается минимальному износу.

Для выполнения уплотнительной функции наружный диаметр уплотнительного кольца немного шире внутреннего диаметра цилиндра.

Внутренний диаметр уплотнительного кольца d_1 не должен соприкасаться с внутренним диаметром паза. Глубина посадочной канавки должна быть больше поперечного сечения уплотнительного кольца.

При подаче давления до контакта уплотнительного кольца с уплотняемой поверхностью могут возникать некоторые утечки.

Компания Parker рекомендует использование компаундов с твердостью от 70 до 80 единиц по шкале Шора А. Стандартные компаунды используются при давлении до 16 бар и температурах до 80 °C.

Обратитесь в наш отдел по разработке инженерных решений для получения информации о специальных компаундах и помощи в выборе материалов.

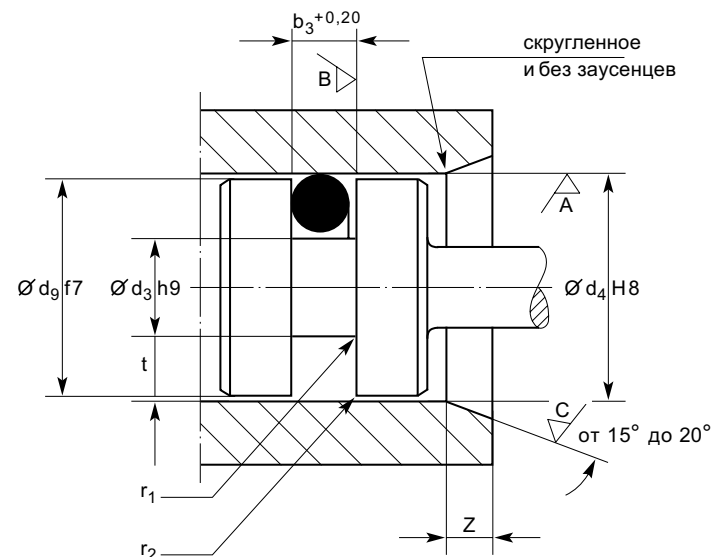


Рис. 2.17

d_2	$t^{1)}$	$b_{+0,2}$	z	r_1	r_2
1,78	2,00	2,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
2,62	2,90	3,00	1,50	0,20 - 0,40	0,10 - 0,30
3,53	3,80	4,00	1,80	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
5,33	5,60	6,00	2,70	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30
6,99	7,30	8,00	3,60	0,40 - 1,20	0,10 - 0,30

¹⁾ Допуск является сочетанием $d_3h9 + d_4H8$.

Таб. 2.11 Размеры посадочной канавки для «плавающего» уплотнительного кольца круглого сечения — пневматический поршень

Поверхность	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$	
	R_a	R_{max}
	[μm]	
А контактная поверхность	0,40	1,60
В основание и стороны паза	1,60	6,30
С обработка поверхности фаски входной кромки	3,20	12,50

Таб. 2.12 Шероховатость поверхности — «плавающее» уплотнительное кольцо

2 Виды установки

2.4 Приводные ремни

кольца круглого сечения могут использоваться, как маломощные приводные элементы. Они не только являются экономически эффективным решением, но также обеспечивают многочисленные преимущества данного применения:

- простая установка;
- постоянные силы натяжения;
- гибкое использование;
- благодаря эластичным свойствам компаундов уплотнительного кольца отсутствует необходимость использования натяжителей ремней;
- общедоступны с использованием стандартных компаундов и размеров;
- ремень может охватывать более широкие допуски позиционирования шкивов.

Компаунд кольца выбирается с минимальным значением релаксации растяжения (остаточного удлинения) и максимальными динамическими свойствами.

Выбор эластомера зависит от условий окружающей среды:

- контактирующей среды, например озона, масла, смазки;
- температур.

Общими требованиями являются:

- хорошая стойкость к старению;
- стойкость к износу;
- относительно низкая склонность к восстановлению оригинальной формы под натяжением и температурой (см. «Эффект Джоуля», раздел 8.13);
- хорошая податливость на изгиб.

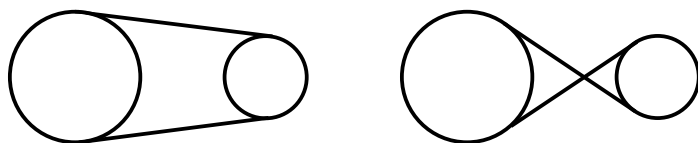


Рис. 2.18 Открытое исполнение (слева), перекрестное исполнение (справа)

Компаунды для приводных ремней

В вышеупомянутых условиях хорошо проявили себя следующие компаунды:

E0540-80

- Этиленпропилендиеновый каучук (EPDM).
- Термическая стойкость до +80 °C (максимально до +100 °C).
- EPDM не является стойким к минеральным маслам и смазкам.
- Если избежать контакта со смазочным материалом из корпуса подшипника или деталей машин невозможно, необходимо использовать силиконовое масло и смазку.

C0557-70

- Хлорпереновый каучук (CR).
- Термическая стойкость до +80 °C (приблизительно).
- CR совместим с минеральными маслами и смазками.
- Динамические свойства не такие хорошие, как у EPDM и полиуретана. Релаксация напряжения CR такая же хорошая, как и у EPDM.

S0604-70

- Силиконовый каучук (VMQ).
- Термическая стойкость до +100 °C (приблизительно, максимум до +150 °C).
- VMQ обычно используется при работе с высокой температурой.
- Прочность на разрыв и сопротивление износу слабые по сравнению с другими компаундами.

P5008

- Термопластичный полиуретан (TPU).
- Термическая стойкость до +55 °C (приблизительно, в зависимости от относительной влажности).
- Полиуретан известен своей твердостью, стойкостью к износу и долговечностью. Благодаря этому полиуретан может применяться в условиях эксплуатации с высокими требованиями или при передаче больших нагрузок.

В таблице ниже приводится сравнение свойств эластомеров приводных ремней (используются значения, полученные в результате испытаний с уплотнительным кольцом 2-153, 88,6 × 2,6 мм).

Динамическая упругость при растяжении:

Период испытания:	72 ч
Темп. испытания:	комнатная температура
Ведущий шкив:	диам. 15,5 мм
Скорость:	1740 об/мин
Натяжение:	0,83 Н/мм ²
Нагрузка:	Момент от ведущего шкива (чугун) диаметром 66,5 мм, в тестовом цикле требуется 3 минуты 15 секунд для полной остановки.

Статическая упругость при растяжении:

Период испытания:	48 ч
Температура:	см. таблицу
Предварительное натяжение:	0,83 Н/мм ² между двумя шкивами с диаметром 12,7 мм

базисный эластомер	Компаунд Parker	Жест- кость	Динами- ческая упругость при растя- жении ¹⁾	Статическая упругость при растяжении ¹⁾			динамиче- ские пока- затели ²⁾	Рабочая темпера- тура	Совместимость ²⁾				
				Температура					Минераль- ное масло и смазка	Силиконо- вое масло и смазка	Вода	Озон	Абразив
				24 °C	65 °C	80 °C							
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	13 %	14 %	18 %	20 %	+	80 (100)	–	++	++	++	+
CR	C0557-70	70 ^{±5}	14 %	14 %	19 %	22 %	0	80	+	++	+	+	+
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	21 %	2 %	5 %	2 %	+	100 (150)	0	0	+	++	0
TPU	P5008	94 ^{±5}	19 %	21 %	29 %	36 %	++	55	++	++	0/–	++	++

¹⁾ Начальное натяжение 0,83 Н/мм²

²⁾ Очень хорошая: ++, хорошая: +, средняя: 0, ограниченное использование: 0/–, не совместимо: –

Таб. 2.13 Сравнение упругих свойств приводного ремня

Информация о конструкции

- Следует избегать прямого контакта с жидкостью, так как это может привести к проскальзыванию. В таблице совместимости сред (см. Приложение) представлена информация о совместимости контактирующей среды с различными эластомерами.
- Минимальный диаметр шкива составляет $D_2 \text{ мм} = 6 \times d_2$ (поперечное сечение).
- Внутренний диаметр кольца d_1 может растягиваться максимум на 15 % (среднее удлинение от 8 % до 12 %).
- Примерное натяжение при посадке 0,6–1,0 Н/мм².
- Поперечное сечение d_2 должно составлять не менее 2,62 мм.

Информация для заказа

Все кольца круглого сечения, которые используются в качестве приводных ремней, подлежат дополнительной процедуре проверки качества и проверке на наличие дефектов поверхности при растяжении. Заказываемые для этого применения уплотнительные кольца должны иметь следующий код: «2-250, E0540-80, приводной ремень».

Расчет приводного ремня: открытое исполнение

Сокращения:

- C: Расстояние между шкивами по центральной линии (мм)
 D_1 : Диаметр ведомого шкива (мм)
 D_2 : Диаметр ведущего шкива (мм)
S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,1)
 d_1 : Внутренний диаметр кольца (мм)
 d_2 : Поперечное сечение кольца (мм)
L: Длина приводного ремня (мм)
B: Расчетный коэффициент

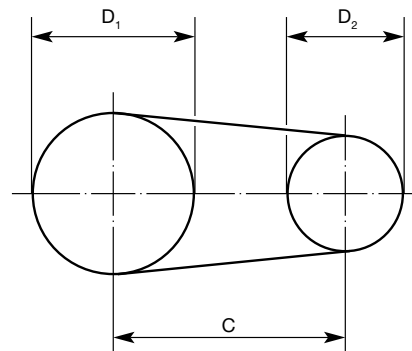


Рис. 2.19 Открытое исполнение

1) Расчет размера кольца d_1 :

известно:

D_1 / D_2 : Диаметры шкивов

C: Расстояние между шкивами по центральной линии

S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,1)

a) Расчет длины приводного ремня L:

$$L = 2 C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Расчет внутреннего диаметра кольца d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) Кольцо круглого сечения выбирается в соответствии с перечнем типоразмеров уплотнительных колец. Если размер попадает между двумя типоразмерами в таблице, должен быть выбран меньший размер.

2) Расчет удлинения S:

известно:

d_1 : Внутренний диаметр кольца

C: Расстояние между шкивами по центральной линии

D_1 / D_2 : Диаметры шкивов

a) Расчет длины приводного ремня L: (см. 1a)

b) Расчет удлинения S в десятых долях:

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

2 Виды установки

3) Расчет расстояния между шкивами по центральной линии C:
известно:

d_1 : Внутренний диаметр кольца
S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,10)
 D_1 / D_2 : Диаметры шкивов

a) Расчет коэффициента B:

$$B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$$

b) Соответственно, расчет расстояния по центральной линии C:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 + D_2)^2}}{4}$$

Перекрестное исполнение

Сокращения:

C: Расстояние между шкивами по центральной линии [мм]
 D_1 : Диаметр ведомого шкива [мм]
 D_2 : Диаметр ведущего шкива [мм]
S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,1)
 d_1 : Внутренний диаметр кольца [мм]
 d_2 : Поперечное сечение кольца [мм]
L: Длина приводного ремня [мм]
B: Расчетный коэффициент

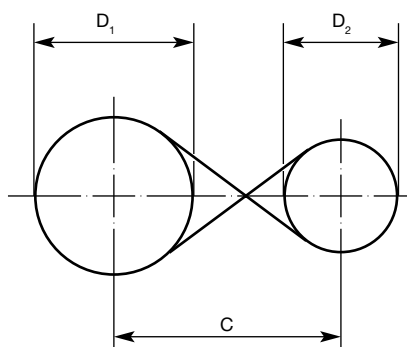


Рис. 2.20 Перекрестное исполнение

1) Расчет размера кольца d_1 :

известно:

D_1 / D_2 : Диаметры шкивов
C: Расстояние между шкивами по центральной линии
S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,1)

a) Расчет длины приводного ремня L:

$$L = 2C + 1,57 \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_1 - D_2)^2}{4C}$$

b) Расчет внутреннего диаметра кольца d_1 :

$$d_1 = \frac{L}{3,14 \times (1,0 + S)}$$

c) Кольцо круглого сечения выбирается в соответствии с перечнем типоразмеров уплотнительных колец. Если размер попадает между двумя типоразмерами в таблице, должен быть выбран меньший размер.

2) Расчет удлинения S:

известно:

d_1 : Внутренний диаметр кольца
C: Расстояние между шкивами по центральной линии
 D_1 / D_2 : Диаметры шкивов

a) Расчет длины приводного ремня L: (см. 1a)

b) Расчет удлинения S в десятых долях:

$$S = \frac{L}{3,14 \times d_1} - 1$$

3) Расчет расстояния между шкивами по центральной линии C:
известно:

d_1 : Внутренний диаметр кольца
S: Удлинение в десятых долях (например, 10 % = 0,10)
 D_1 / D_2 : Диаметры шкивов

a) Расчет коэффициента B:

$$B = 3,14 \times d_1 \times (S + 1) - 1,57 \times (D_1 + D_2)$$

b) Соответственно, расчет расстояния по центральной линии C:

$$C = \frac{B + \sqrt{B^2 - (D_1 - D_2)^2}}{4}$$

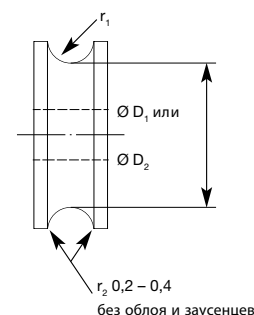


Рис. 2.21 Радиус посадочной канавки

d_2	r_1
2,62	$1,25^{+0,10}$
3,53	$1,70^{+0,10}$
5,33	$2,60^{+0,10}$
6,99	$3,50^{+0,15}$

Таб. 2.14

Для других размеров поперечного сечения d_2 :

$$r_1 = 0,49 \times d_2$$

Шероховатость поверхности:

$$R_{\max} < 6,3 \text{ мкм}$$

$$R_a < 1,6 \text{ мкм}$$

2.5 Инструкции по проектированию и установке

Отсутствие утечек при уплотнении достигается за счет выбора соответствующего уплотнительного материала с правильными размерами и достаточной деформацией. Правильная деформация зависит от соблюдения допусков элементов машины и обработки поверхности. На практике должны приниматься во внимание все факторы, влияющие на уплотнение. Наличие неисправностей из-за ошибок при выполнении проектных работ может привести к необходимости проведения повторных работ, увеличению объема работ по обслуживанию, разборке, простоя или преждевременному обслуживанию, а также другим дополнительным затратам.

2.5.1 Фаски

Для облегчения сборки деталей машины и для предотвращения повреждения уплотнений на всех входных кромках обязательно выполнение фасок. Все кромки не должны иметь задигов и острых скошенных краев.

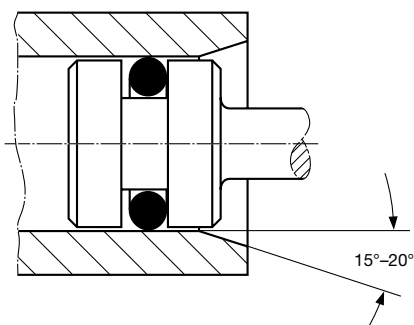


Рис. 2.22 Пример сборки поршня

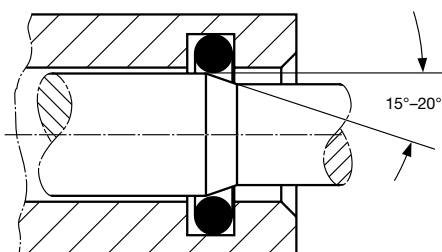


Рис. 2.23 Пример сборки штока

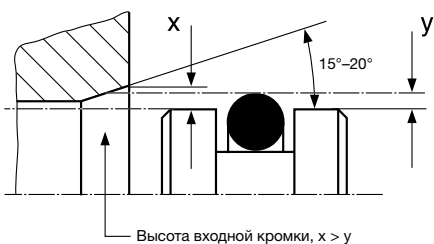


Рис. 2.24 На схеме показана фаска входной кромки и уплотнительное кольцо перед сжатием. Размер «х» должен быть больше размера «у» для обеспечения сборки без помех.

2.5.2 Прохождение поперечных просверленных отверстий

Уплотнительное кольцо может быть срезано, если золотник или шток движется в проеме, который имеет поперечные просверленные отверстия. При входе в отверстие деформированное уплотнительное кольцо возвращается к своему оригинальному круглому сечению и срезается при выходе из просверленной области. Это можно предотвратить путем изменения расположения соединительных отверстий.

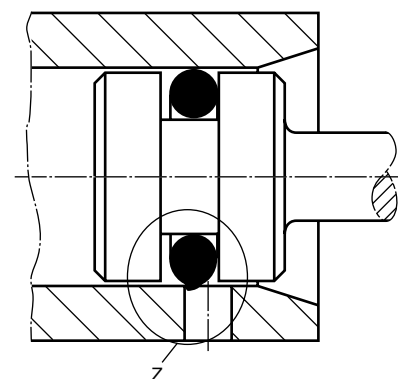


Рис. 2.25

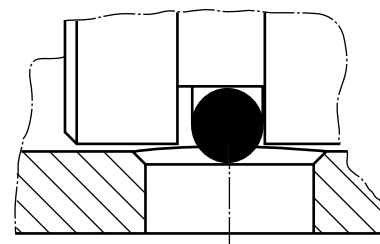


Рис. 2.26 Если изменение положения невозможно, рекомендуется использование внутренней фаски.

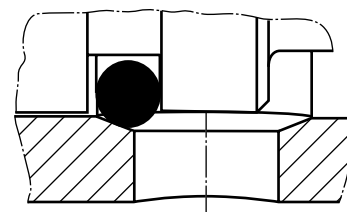


Рис. 2.27 Наилучшим решением является балансирующий паз в зоне отверстия. Уплотнительное кольцо может быть разжато и направлено через паз по входным и выходным фаскам.

2.5.3 Примеси и чистящие материалы

Загрязнение посадочной канавки уплотнительного кольца ведет к появлению утечек. Для обеспечения защиты поверхностей уплотнения от посторонних частиц во время работы необходимо использовать фильтры или планировать проведение периодического технического обслуживания.

2 Виды установки

Чистящие материалы должны быть совместимы с эластомером. Смазка, используемая для облегчения сборки, также должна быть совместимой.

2.5.4 Удлинение

Уплотнительные или антиэкструзионные кольца при сборке могут быть растянуты не более чем на 50 % от их внутреннего диаметра. Это значение легко превысить при небольших внутренних диаметрах, так как чем меньше внутренний диаметр, тем быстрее может быть достигнуто критическое значение процента растяжения.

Следовательно, важно обеспечить, чтобы растяжение оставалось ниже значения предельного удлинения, указанного в паспортах на материал компаунда. Если уплотнительное кольцо растянуто приблизительно до предела эластичности, оно за короткое время возвратится к первоначальному размеру.

2.5.5 Вращение

Уплотнительные кольца круглого сечения с большими внутренними диаметрами и малым поперечным сечением имеют склонность к вращению во время сборки. Вращение уплотнительного кольца при сборке может привести к спиральному разрушению (см. раздел «Разрушение уплотнительного кольца») или к вероятности утечки.

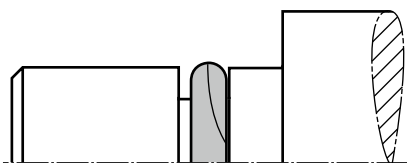


Рис. 2.28 Монтаж уплотнительного кольца с вращением

2.5.6 Острые края

Уплотнительные кольца круглого сечения не должны протягиваться над острыми краями. Резьба, шлицы, отверстия, кромки посадочной канавки, шпонки и т. д. должны быть сняты или закрыты. Установочные приспособления облегчают сборку и помогают избежать проблем с острыми краями.

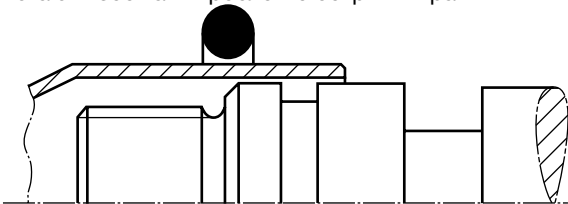


Рис. 2.29 Использование установочного приспособления

2.5.7 Установочные приспособления

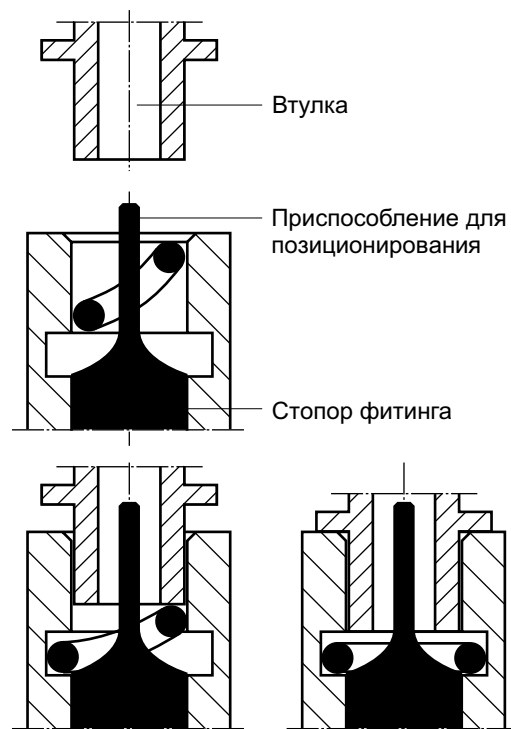


Рис. 2.30 Использование втулки и приспособления для позиционирования

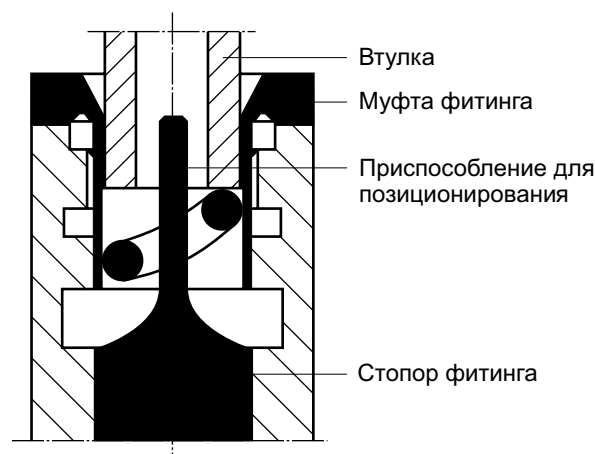


Рис. 2.31 Установочное приспособление поддерживается манжетой для защиты уплотнения от острых краев.

3.1 Статические уплотнения

3.1.1 Размеры при сжатии и расчетные размеры

Уплотнение поршня и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внутреннем элементе

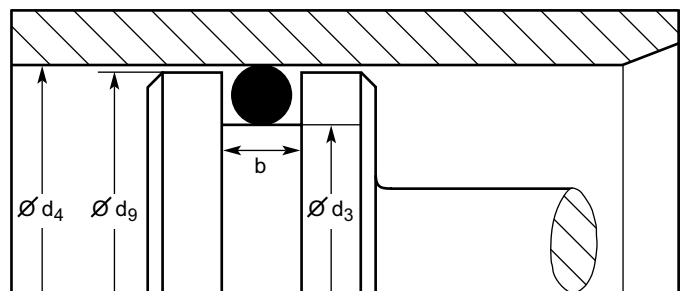


Рис. 3.1 Уплотнение поршня и радиальное сжатие

Уплотнение штока и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внешнем элементе

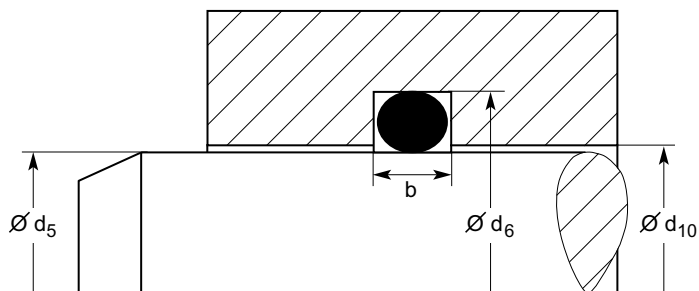


Рис. 3.2 Уплотнение штока и радиальное сжатие

Уплотнение фланца и осевое сжатие

Давление изнутри: наружный диаметр уплотнительного кольца должен сжиматься.

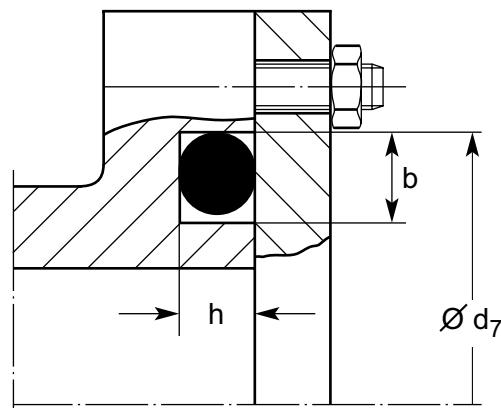


Рис. 3.3 Уплотнение фланца и осевое сжатие

Давление снаружи: внутренний диаметр уплотнительного кольца должен растягиваться.

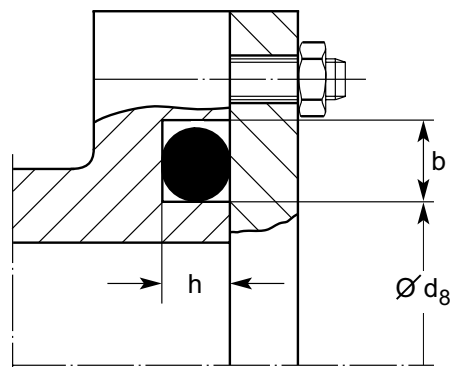
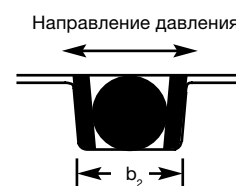
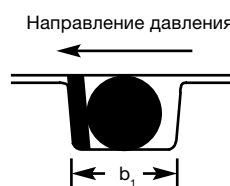
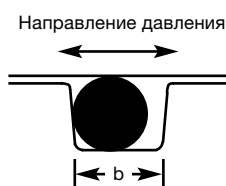
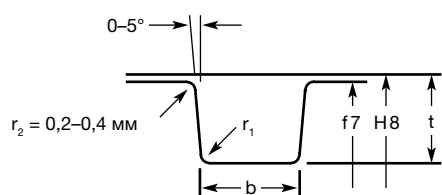


Рис. 3.4 Уплотнение фланца и осевая деформация



Поперечное сечение d_2	Глубина посадочной канавки t	Деформация	Деформация	ширина канавки b Без антиэкструзионного кольца	ширина канавки b_1 Одно антиэкструзионное кольцо	ширина канавки b_2 Два антиэкструзионных кольца	Радиус r_1
[мм]	[мм]	[мм]	[%]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
1,78 ±0,08	1,40	0,26 - 0,58	15 - 31	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 ±0,09	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 ±0,10	2,90	0,40 - 0,85	11 - 23	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 ±0,13	4,50	0,57 - 1,08	11 - 20	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 ±0,15	5,90	0,80 - 1,35	11 - 19	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 10,60	0,40 - 0,80

Таб. 3.1 Проектные размеры уплотнительных колец для статистического уплотнения

3 Рекомендации по проектированию

3.1.2 Статическое уплотнение поршня

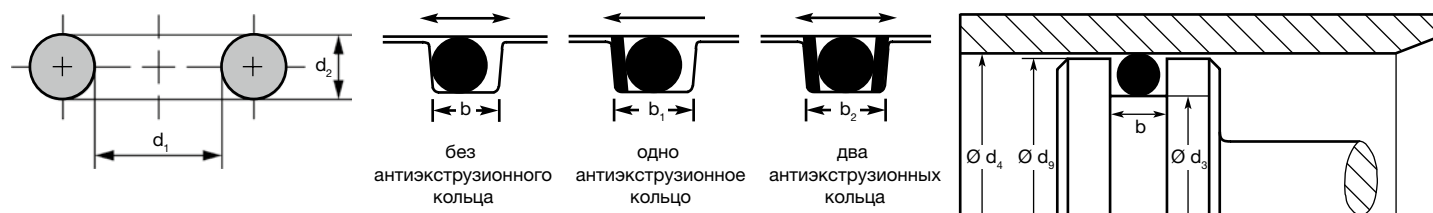


Рис. 3.5

N ^o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₅ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	2,9	5,5	5,5
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,4	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,9	6,6	6,5
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,4	7	7
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	7,8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,4	8	8
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,4	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,4	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8,4	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	8,9	11,5	11,5
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	12	12
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,4	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	10,9	13,5	13,5
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	11,4	14	14
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,4	15	15
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	13,4	16	16
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	15,4	18	18
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,4	20	20
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	18,4	21	21
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	20,4	23	23
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22,4	25	25
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	23,4	26	26
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25,4	28	28
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	27,4	30	30
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29,4	32	32
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30,4	33	33
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32,4	35	35
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	33,4	36	36
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35,4	38	38
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	37,4	40	40
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42,4	45	45
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45,4	48	48
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	47,4	50	50
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52,4	55	55
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55,4	58	58
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	57,4	60	60
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60,4	63	63
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65,4	68	68
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	67,4	70	70

N ^o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₅ f7
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	69,4	72	72
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75,4	78	78
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	77,4	80	80
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	82,4	85	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	89,4	92	92
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	97,4	100	100
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	102,4	105	105
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	107,4	110	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117,4	120	120
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	122,4	125	125
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	127,4	130	130
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135,4	138	138
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,3	13,5	13,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,3	17,5	17,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18	18
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	14,6	19	19
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	21,8	26	26
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	37,8	42	42
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	39,8	44	44
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	41,4	45	45
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43,8	48	48

3 Рекомендации по проектированию

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	44,8	49	49
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	45,8	50	50
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	47,8	52	52
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49,8	54	54
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50,8	55	55
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	51,8	56	56
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	53,8	58	58
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	55,8	60	60
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	57,8	62	62
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	58,8	63	63
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	60,8	65	65
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	61,8	66	66
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63,8	68	68
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65,8	70	70
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	66,8	71	71
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	67,8	72	72
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70,8	75	75
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	71,8	76	76
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	73,8	78	78
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	75,8	80	80
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85,8	90	90
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90,8	95	95
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95,8	100	100
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	105,8	110	110
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110,8	115	115
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115,8	120	120
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120,8	125	125
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130,8	135	135
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135,8	140	140
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140,8	145	145
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	145,8	150	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155,8	160	160
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160,8	165	165
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	165,8	170	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175,8	180	180
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180,8	185	185
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185,8	190	190
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195,8	200	200
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200,8	205	205
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205,8	210	210
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210,8	215	215
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	215,8	220	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225,8	230	230
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230,8	235	235
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	235,8	240	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245,8	250	250
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250,8	255	255
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,4	25	25

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,4	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,4	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,4	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,4	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,4	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36,4	42	42
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,4	45	45
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,4	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,4	50	50
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	49,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50,4	56	56
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	59,4	65	65
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,4	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66,4	72	72
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	69,4	75	75
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,4	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	79,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,4	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,4	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	89,4	95	95
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,4	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,4	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,4	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102,4	108	108
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	104,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,4	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112,4	118	118
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,4	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,4	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,4	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127,7	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130,9	135	135
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,4	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	139,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,4	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	146,4	152	152

3 Рекомендации по проектированию

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	149,4	155	155
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,4	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,4	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	164,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,4	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,4	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,4	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,4	200	200
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	199,4	205	205
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	204,4	210	210
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	214,4	220	220
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	219,4	225	225
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	224,4	230	230
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	229,4	235	235
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	234,4	240	240
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	244,4	250	250
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	249,4	255	255
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	254,4	260	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	274,4	280	280
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	284,4	290	290
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	294,4	300	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	314,4	320	320
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	344,4	350	350
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	364,4	370	370
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	394,4	400	400
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	414,4	420	420
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	444,4	450	450
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	474,4	480	480
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	37,3	46	46
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41,3	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43,3	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46,3	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	47,3	56	56
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	49,3	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51,3	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	53,3	62	62
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56,3	65	65
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61,3	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63,3	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66,3	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71,3	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73,3	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76,3	85	85
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	81,3	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83,3	92	92
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	86,3	95	95
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	89,3	98	98
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	91,3	100	100

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	96,3	105	105
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	99,3	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	101,3	110	110
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	106,3	115	115
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	109,3	118	118
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	111,3	120	120
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	116,3	125	125
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	119,3	128	128
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	121,3	130	130
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	123,3	132	132
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	126,3	135	135
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	131,3	140	140
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	133,3	142	142
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	136,3	145	145
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	141,3	150	150
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	143,3	152	152
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	146,3	155	155
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	151,3	160	160
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	156,3	165	165
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	161,3	170	170
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	166,3	175	175
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	171,3	180	180
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	181,3	190	190
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	186,3	195	195
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	191,3	200	200
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	201,3	210	210
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	206,3	215	215
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	211,3	220	220
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	216,3	225	225
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	221,3	230	230
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	231,3	240	240
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	236,3	245	245
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	241,3	250	250
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	251,3	260	260
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	261,3	270	270
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	271,3	280	280
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	281,3	290	290
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	291,3	300	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	311,3	320	320
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	341,3	350	350
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	361,3	370	370
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391,3	400	400
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	411,3	420	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441,3	450	450
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	471,3	480	480
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	491,3	500	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	511,3	520	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	541,3	550	550

3 Рекомендации по проектированию

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	571,3	580	580
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	591,3	600	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	611,3	620	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	641,3	650	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	671,3	680	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	113,4	125	125
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118,4	130	130
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120,4	132	132
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	123,4	135	135
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128,4	140	140
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130,4	142	142
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	133,4	145	145
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138,4	150	150
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140,4	152	152
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	143,4	155	155
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	146,4	158	158
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	148,4	160	160
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	153,4	165	165
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	158,4	170	170
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	168,4	180	180
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	173,4	185	185
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	178,4	190	190
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	188,4	200	200
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	193,4	205	205
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	198,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	208,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	218,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	228,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	238,4	250	250
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	248,4	260	260
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	268,4	280	280
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	288,4	300	300
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	298,4	310	310
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	308,4	320	320
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	318,4	330	330
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	338,4	350	350
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	348,4	360	360
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	358,4	370	370
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	368,4	380	380
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	388,4	400	400
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	398,4	410	410
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	408,4	420	420
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	418,4	430	430
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	438,4	450	450
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	448,4	460	460
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	458,4	470	470
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	468,4	480	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	488,4	500	500

N ₂ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	498,4	510	510
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	508,4	520	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	538,4	550	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	558,4	570	570
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	588,4	600	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	608,4	620	620
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	638,4	650	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	668,4	680	680

Таб. 3.2

3 Рекомендации по проектированию

3.1.3 Статическое уплотнение штока

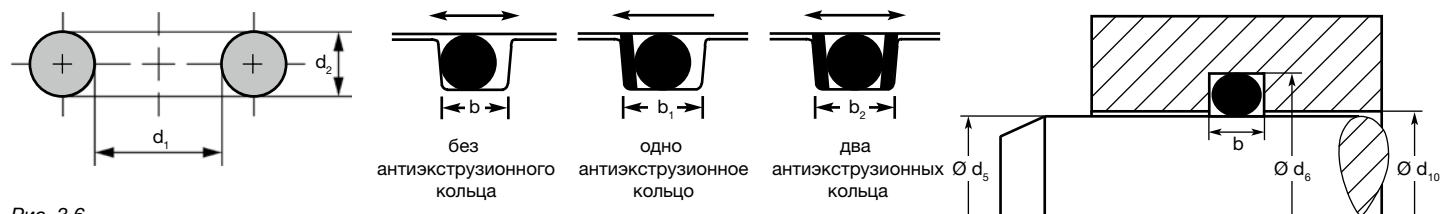


Рис. 3.6

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,6	3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,1	3,5
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	4	6,6	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,1	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	7,8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,1	5,5
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	8,8	6,2
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,6	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	8	10,6	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,6	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,1	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,6	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,6	11
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,6	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13	15,6	13
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,6	14
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,6	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	18	20,6	18
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	19	21,6	19
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	21	23,6	21
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	22	24,6	22
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	24	26,6	24
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	25	27,6	25
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	28	30,6	28
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	29	31,6	29
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	30	32,6	30
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	32	34,6	32
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	34	36,6	34
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	35	37,6	35
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	38	40,6	38
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	42	44,6	42
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	45	47,6	45
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	48	50,6	48
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	52	54,6	52
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	55	57,6	55
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	58	60,6	58
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	60	62,6	60
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	65	67,6	65
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	68	70,6	68

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	70	72,6	70
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	75	77,6	75
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	78	80,6	78
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	87,6	85
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	90	92,6	90
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	95	97,6	95
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	100	102,6	100
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	110	112,6	110
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	115	117,6	115
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	120	122,6	120
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	125	127,6	125
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	135	137,6	135
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13	17,2	13
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	15	19,4	15
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16,6	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	21	25,2	21
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	29	33,2	29
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	40	44,2	40
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	42	46,2	42
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	43	47,2	43

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0	f7	H9	H8
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	45	49,2	45
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	46	50,2	46
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	48	52,2	48
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	49	53,2	49
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	50	54,2	50
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	52	56,2	52
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	55	59,2	55
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	56	60,2	56
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	58	62,2	58
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	60	64,2	60
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	61	65,2	61
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	62	66,2	62
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	63	67,2	63
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	65	69,2	65
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	67	71,2	67
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	68	72,2	68
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	70	74,2	70
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	72	76,2	72
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	75	79,2	75
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	76	80,2	76
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	85	89,2	85
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	90	94,2	90
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	95	99,2	95
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	100	104,2	100
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	110	114,2	110
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	115	119,2	115
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	120	124,2	120
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	130	134,2	130
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	135	139,2	135
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	140	144,2	140
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	154,2	150
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	155	159,2	155
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	160	164,2	160
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	174,2	170
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	175	179,2	175
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	180	184,2	180
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	185	189,2	185
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	190	194,2	190
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	200	204,2	200
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	205	209,2	205
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	210	214,2	210
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	224,2	220
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	225	229,2	225
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	230	234,2	230
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	240	244,2	240
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	245	249,2	245
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	250	254,2	250
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,6	19

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0	f7	H9	H8
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	25,6	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,6	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,6	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,6	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,6	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,6	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,6	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,6	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,6	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,6	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,6	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,6	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,6	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,6	38
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42	47,6	42
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,6	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48	53,6	48
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,6	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	55	60,6	55
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	58	63,6	58
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,6	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	65	70,6	65
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	68	73,6	68
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,6	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	75	80,6	75
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	78	83,6	78
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,6	80
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,6	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,6	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90	95,6	90
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,6	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,6	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,6	100
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	102	107,6	102
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,6	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,6	110
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	112	117,6	112
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	115	120,6	115
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,6	120
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122	127,6	122
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,6	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	128	133,6	128
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,6	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	135	140,6	135
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	138	143,6	138
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,6	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,6	145
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	148	153,6	148

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
						f7	H9	H8
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,6	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	155	160,6	155
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,6	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,6	170
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	175	180,6	175
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	180	185,6	180
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	185	190,6	185
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,6	190
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	200	205,6	200
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	205	210,6	205
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	210	215,6	210
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	220	225,6	220
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	225	230,6	225
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	230	235,6	230
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	235	240,6	235
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	240	245,6	240
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	250	255,6	250
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	265,6	260
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	270	275,6	270
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	280	285,6	280
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	300	305,6	300
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	310	315,6	310
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	330	335,6	330
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	350	355,6	350
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	380	385,6	380
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	400	405,6	400
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	430	435,6	430
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	460	465,6	460
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	46,7	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	40	48,7	40
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	42	50,7	42
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	53,7	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	56,7	48
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	50	58,7	50
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	52	60,7	52
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	55	63,7	55
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	58	66,7	58
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	68,7	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	71,7	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	68	76,7	68
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	78,7	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	75	83,7	75
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	84,7	76
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	80	88,7	80
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	90,7	82
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	85	93,7	85
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	90	98,7	90
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	92	100,7	92

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
						f7	H9	H8
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	95	103,7	95
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	100	108,7	100
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	102	110,7	102
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	105	113,7	105
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	110	118,7	110
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	112	120,7	112
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	115	123,7	115
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	120	128,7	120
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	122	130,7	122
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	125	133,7	125
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	128	136,7	128
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	130	138,7	130
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	135	143,7	135
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	138	146,7	138
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	140	148,7	140
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	145	153,7	145
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	148	156,7	148
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	150	158,7	150
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	155	163,7	155
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	160	168,7	160
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	170	178,7	170
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	175	183,7	175
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	180	188,6	180
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	185	193,7	185
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	190	198,7	190
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	200	208,7	200
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	205	213,7	205
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	210	218,7	210
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	220	228,7	220
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	225	233,7	225
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	230	238,7	230
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	235	243,7	235
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	240	248,7	240
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	250	258,7	250
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	260	268,7	260
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	270	278,7	270
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	280	288,7	280
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	300	308,7	300
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	310	318,7	310
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	330	338,7	330
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	360	368,7	360
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	380	388,7	380
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	420	428,7	420
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	450	458,7	450
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	460	468,7	460
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	500	508,7	500
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	520	528,7	520
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	550	558,7	550

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0	f7	H9	H8
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	560	568,7	560
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	600	608,7	600
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	620	628,7	620
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	650	658,7	650
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	680	688,7	680
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	115	126,6	115
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	118	129,6	118
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	120	131,6	120
2-428	123,91	6,99	9,6	12	14,4	125	136,6	125
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	128	139,6	128
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	130	141,6	130
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	135	146,6	135
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	138	149,6	138
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	140	151,6	140
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	145	156,6	145
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	148	159,6	148
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	150	161,6	150
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	155	166,6	155
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	160	171,6	160
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	165	176,6	165
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	170	181,6	170
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	180	191,6	180
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	185	196,6	185
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	190	201,6	190
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	200	211,6	200
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	210	221,6	210
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	220	231,6	220
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	241,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	251,6	240
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	250	261,6	250
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	270	281,6	270
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	280	291,6	280
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	300	311,6	300
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	310	321,6	310
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	320	331,6	320
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	340	351,6	340
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	350	361,6	350
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	360	371,6	360
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	370	381,6	370
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	380	391,6	380
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	400	411,6	400
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	410	421,6	410
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	420	431,6	420
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	440	451,6	440
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	450	461,6	450
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	460	471,6	460
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	480	491,6	480
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	490	501,6	490

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₅	d ₆	d ₁₀
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0	f7	H9	H8
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	500	511,6	500
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	531,6	520
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	550	561,6	550
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	560	571,6	560
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	600	611,6	600
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	610	621,6	610
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	650	661,6	650
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	660	671,6	660

Таб. 3.3

3 Рекомендации по проектированию

3.1.4 Статическое уплотнение фланца

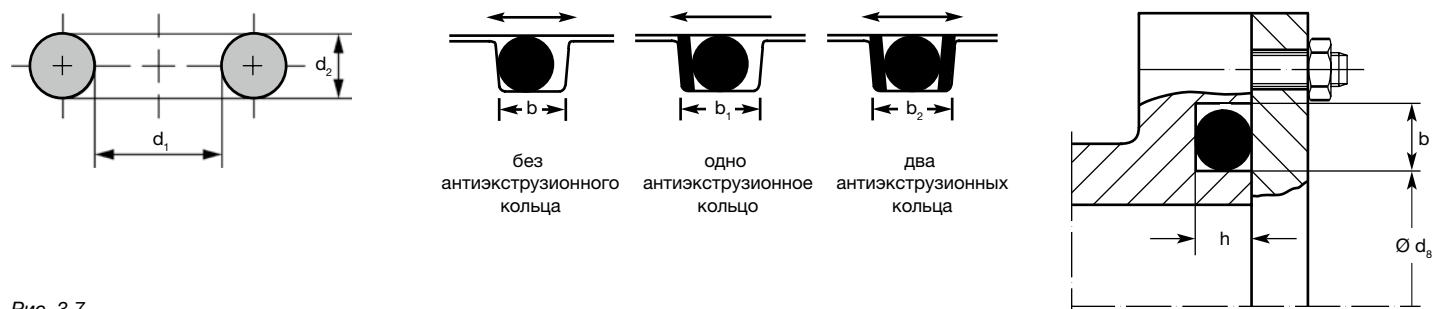


Рис. 3.7

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	6,3	3	1,3
5-190	3,35	1,78	2,4	3,5	4,6	6,7	3,4	1,3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	7,1	3,8	1,3
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	7,8	4,5	1,3
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	8,3	5	1,4
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	8,7	5,4	1,3
5-582	5,7	1,9	2,4	3,5	4,6	9,1	5,8	1,4
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	9,4	6,2	1,3
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	7	1,3
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	11	7,8	1,3
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	12,1	8,9	1,3
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	12,6	9,4	1,3
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	13,1	9,8	1,3
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	14,1	11	1,3
5-613	11,1	1,78	2,4	3,5	4,6	14,4	11,2	1,3
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	15,7	12,5	1,3
6-129	13,29	1,78	2,4	3,5	4,6	16,5	14	1,3
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	19	15,6	1,3
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	20	17,5	1,3
2-018	18,77	1,78	2,4	3,5	4,6	21,5	19	1,3
2-019	20,35	1,78	2,4	3,5	4,6	23	21	1,3
2-020	21,95	1,78	2,4	3,5	4,6	25	22	1,3
2-021	23,52	1,78	2,4	3,5	4,6	27	24	1,3
2-022	25,12	1,78	2,4	3,5	4,6	28	26	1,3
2-023	26,7	1,78	2,4	3,5	4,6	30	27	1,3
2-024	28,3	1,78	2,4	3,5	4,6	31	29	1,3
2-025	29,87	1,78	2,4	3,5	4,6	33	30	1,3
2-026	31,47	1,78	2,4	3,5	4,6	35	32	1,3
2-027	33,05	1,78	2,4	3,5	4,6	36	34	1,3
2-028	34,65	1,78	2,4	3,5	4,6	38	35	1,3
6-154	36,3	1,78	2,4	3,5	4,6	39	38	1,3
2-030	41	1,78	2,4	3,5	4,6	44	41	1,3
2-031	44,17	1,78	2,4	3,5	4,6	47	45	1,3
2-032	47,35	1,78	2,4	3,5	4,6	50	48	1,3
2-033	50,52	1,78	2,4	3,5	4,6	54	51	1,3
2-034	53,7	1,78	2,4	3,5	4,6	57	54	1,3

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-035	56,87	1,78	2,4	3,5	4,6	60	57	1,3
2-036	60,08	1,78	2,4	3,5	4,6	63	61	1,3
2-037	63,22	1,78	2,4	3,5	4,6	66	64	1,3
2-038	66,4	1,78	2,4	3,5	4,6	69	67	1,3
2-039	69,57	1,78	2,4	3,5	4,6	73	70	1,3
2-040	72,75	1,78	2,4	3,5	4,6	76	73	1,3
2-041	75,92	1,78	2,4	3,5	4,6	79	76	1,3
2-042	82,27	1,78	2,4	3,5	4,6	85	83	1,3
2-043	88,62	1,78	2,4	3,5	4,6	92	89	1,3
2-044	94,97	1,78	2,4	3,5	4,6	98	95	1,3
2-045	101,32	1,78	2,4	3,5	4,6	104	102	1,3
2-046	107,67	1,78	2,4	3,5	4,6	111	108	1,3
2-047	114,02	1,78	2,4	3,5	4,6	117	115	1,3
2-048	120,37	1,78	2,4	3,5	4,6	123	121	1,3
2-049	126,72	1,78	2,4	3,5	4,6	130	127	1,3
2-050	133,07	1,78	2,4	3,5	4,6	136	134	1,3
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	14,4	9,2	2,1
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	15,1	10	2,1
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	11	2,1
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	17,1	12	2,1
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	17,6	12,5	2,1
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	18,3	13,2	2,1
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	19,1	14	2,1
5-239	14,48	2,69	3,6	4,7	5,8	19,8	14,5	2,1
5-243	15,34	2,62	3,6	4,7	5,8	20	15,5	2,1
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	21	16,5	2,1
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	22	17,2	2,1
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	23	18	2,1
2-116	18,72	2,62	3,6	4,7	5,8	24	19	2,1
2-117	203,29	2,62	3,6	4,7	5,8	25	21	2,1
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	27	22	2,1
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	28	24	2,1
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	30	26	2,1
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	31	27	2,1
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	33	29	2,1
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	35	30	2,1

3 Рекомендации по проектированию

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	36	32	2,1
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	38	33	2,1
2-126	34,59	2,62	3,6	4,7	5,8	39	35	2,1
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	41	37	2,1
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	43	38	2,1
2-129	39,34	2,62	3,6	4,7	5,8	44	40	2,1
2-130	40,94	2,62	3,6	4,7	5,8	46	41	2,1
2-131	42,52	2,62	3,6	4,7	5,8	47	43	2,1
2-132	44,12	2,62	3,6	4,7	5,8	49	45	2,1
2-133	45,69	2,62	3,6	4,7	5,8	50	46	2,1
2-134	47,29	2,62	3,6	4,7	5,8	52	48	2,1
2-135	48,9	2,62	3,6	4,7	5,8	54	49	2,1
2-136	50,47	2,62	3,6	4,7	5,8	55	51	2,1
2-137	52,07	2,62	3,6	4,7	5,8	57	53	2,1
2-138	53,64	2,62	3,6	4,7	5,8	58	54	2,1
2-139	55,25	2,62	3,6	4,7	5,8	60	56	2,1
2-140	56,82	2,62	3,6	4,7	5,8	62	57	2,1
2-141	58,42	2,62	3,6	4,7	5,8	63	59	2,1
2-142	59,99	2,62	3,6	4,7	5,8	65	60	2,1
2-143	61,6	2,62	3,6	4,7	5,8	66	62	2,1
2-144	63,17	2,62	3,6	4,7	5,8	68	64	2,1
2-145	64,77	2,62	3,6	4,7	5,8	70	65	2,1
2-146	66,34	2,62	3,6	4,7	5,8	71	67	2,1
2-147	67,95	2,62	3,6	4,7	5,8	73	68	2,1
2-148	69,52	2,62	3,6	4,7	5,8	74	70	2,1
2-149	71,12	2,62	3,6	4,7	5,8	76	72	2,1
2-150	72,69	2,62	3,6	4,7	5,8	77	73	2,1
2-151	75,87	2,62	3,6	4,7	5,8	81	76	2,1
2-152	82,22	2,62	3,6	4,7	5,8	87	86	2,1
2-153	88,57	2,62	3,6	4,7	5,8	93	89	2,1
2-154	94,92	2,62	3,6	4,7	5,8	100	95	2,1
2-155	101,27	2,62	3,6	4,7	5,8	106	102	2,1
2-156	107,62	2,62	3,6	4,7	5,8	112	108	2,1
2-157	113,97	2,62	3,6	4,7	5,8	119	114	2,1
2-158	120,32	2,62	3,6	4,7	5,8	125	121	2,1
2-159	126,67	2,62	3,6	4,7	5,8	131	127	2,1
2-160	133,02	2,62	3,6	4,7	5,8	138	134	2,1
2-161	139,37	2,62	3,6	4,7	5,8	144	140	2,1
2-162	145,72	2,62	3,6	4,7	5,8	150	146	2,1
2-163	152,07	2,62	3,6	4,7	5,8	157	153	2,1
2-164	158,42	2,62	3,6	4,7	5,8	163	159	2,1
2-165	164,77	2,62	3,6	4,7	5,8	170	165	2,1
2-166	171,12	2,62	3,6	4,7	5,8	176	172	2,1
2-167	177,47	2,62	3,6	4,7	5,8	182	178	2,1
2-168	183,82	2,62	3,6	4,7	5,8	189	184	2,1
2-169	190,17	2,62	3,6	4,7	5,8	195	191	2,1
2-170	196,52	2,62	3,6	4,7	5,8	201	197	2,1
2-171	202,87	2,62	3,6	4,7	5,8	208	203	2,1

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-172	209,22	2,62	3,6	4,7	5,8	214	210	2,1
2-173	215,57	2,62	3,6	4,7	5,8	220	216	2,1
2-174	221,92	2,62	3,6	4,7	5,8	227	222	2,1
2-175	228,27	2,62	3,6	4,7	5,8	233	229	2,1
2-176	234,62	2,62	3,6	4,7	5,8	239	235	2,1
2-177	240,97	2,62	3,6	4,7	5,8	246	241	2,1
2-178	247,32	2,62	3,6	4,7	5,8	252	248	2,1
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	25	19	2,8
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	26,8	20	2,8
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	27	21	2,8
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	28	22	2,8
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	30	24	2,8
2-214	2499	3,53	4,8	5,8	6,8	32	25	2,8
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	32,6	26	2,8
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	33	27	2,8
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	35	29	2,8
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	36	30	2,8
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	38	32	2,8
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	39	33	2,8
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	41	35	2,8
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	43	37	2,8
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	44	38	2,8
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	47	41	2,8
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	51	45	2,8
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	54	48	2,8
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	57	51	2,8
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	60	54	2,8
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	63	57	2,8
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	66	60	2,8
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	70	64	2,8
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	73	67	2,8
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	76	70	2,8
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	79	73	2,8
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	82	76	2,8
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	86	79	2,8
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	89	83	2,8
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	92	86	2,8
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	95	89	2,8
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	98	92	2,8
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	101	95	2,8
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	105	99	2,8
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	108	102	2,8
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	111	105	2,8
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	114	108	2,8
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	117	111	2,8
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	120	114	2,8
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	124	118	2,8
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	127	121	2,8

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	130	124	2,8
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	133	127	2,8
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	136	130	2,8
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	140	133	2,8
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	143	137	2,8
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	146	140	2,8
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	149	143	2,8
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	152	146	2,8
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	155	149	2,8
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	159	152	2,8
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	165	159	2,8
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	171	165	2,8
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	178	172	2,8
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	184	178	2,8
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	190	184	2,8
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	197	191	2,8
2-265	196,44	3,53	4,8	5,8	6,8	203	197	2,8
2-266	202,79	3,53	4,8	5,8	6,8	209	203	2,8
2-267	209,14	3,53	4,8	5,8	6,8	216	210	2,8
2-268	215,49	3,53	4,8	5,8	6,8	222	216	2,8
2-269	221,84	3,53	4,8	5,8	6,8	228	222	2,8
2-270	228,19	3,53	4,8	5,8	6,8	235	229	2,8
2-271	234,54	3,53	4,8	5,8	6,8	241	235	2,8
2-272	240,89	3,53	4,8	5,8	6,8	247	241	2,8
2-273	247,24	3,53	4,8	5,8	6,8	254	248	2,8
2-274	253,59	3,53	4,8	5,8	6,8	260	254	2,8
2-275	266,29	3,53	4,8	5,8	6,8	273	267	2,8
2-276	278,99	3,53	4,8	5,8	6,8	285	279	2,8
2-277	291,69	3,53	4,8	5,8	6,8	298	292	2,8
2-278	304,39	3,53	4,8	5,8	6,8	311	305	2,8
2-279	329,79	3,53	4,8	5,8	6,8	336	330	2,8
2-280	355,19	3,53	4,8	5,8	6,8	362	356	2,8
2-281	380,59	3,53	4,8	5,8	6,8	387	381	2,8
2-282	405,26	3,53	4,8	5,8	6,8	412	406	2,8
2-283	430,66	3,53	4,8	5,8	6,8	437	431	2,8
2-284	456,06	3,53	4,8	5,8	6,8	463	457	2,8
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	48	38	4,35
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	51	41	4,35
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	53	43	4,35
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	54	44	4,35
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	57	47	4,35
5-338	48,9	5,33	7,2	8,7	10,2	59	49	4,35
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	60	51	4,35
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	64	54	4,35
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	67	57	4,35
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	70	60	4,35
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	73	63	4,35
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	76	67	4,35

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	79	70	4,35
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	83	73	4,35
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	86	76	4,35
2-338	78,7	5,33	7,2	8,7	10,2	89	79	4,35
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	92	82	4,35
2-340	85	5,33	7,2	8,7	10,2	95	86	4,35
2-341	88,2	5,33	7,2	8,7	10,2	98	89	4,35
2-342	91,4	5,33	7,2	8,7	10,2	102	92	4,35
2-343	94,6	5,33	7,2	8,7	10,2	105	95	4,35
2-344	97,7	5,33	7,2	8,7	10,2	108	98	4,35
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	111	101	4,35
2-346	104,1	5,33	7,2	8,7	10,2	114	105	4,35
2-347	107,3	5,33	7,2	8,7	10,2	117	108	4,35
2-348	110,4	5,33	7,2	8,7	10,2	121	111	4,35
2-349	113,6	5,33	7,2	8,7	10,2	124	114	4,35
2-350	116,8	5,33	7,2	8,7	10,2	127	117	4,35
2-351	120	5,33	7,2	8,7	10,2	130	121	4,35
2-352	123,1	5,33	7,2	8,7	10,2	133	124	4,35
2-353	126,3	5,33	7,2	8,7	10,2	137	127	4,35
2-354	129,5	5,33	7,2	8,7	10,2	140	130	4,35
2-355	132,7	5,33	7,2	8,7	10,2	143	133	4,35
2-356	135,8	5,33	7,2	8,7	10,2	146	136	4,35
2-357	139	5,33	7,2	8,7	10,2	149	140	4,35
2-358	142,2	5,33	7,2	8,7	10,2	152	143	4,35
2-359	145,4	5,33	7,2	8,7	10,2	156	146	4,35
2-360	148,5	5,33	7,2	8,7	10,2	159	149	4,35
2-361	151,7	5,33	7,2	8,7	10,2	162	152	4,35
2-362	158,1	5,33	7,2	8,7	10,2	168	159	4,35
2-363	164,4	5,33	7,2	8,7	10,2	175	165	4,35
2-364	170,8	5,33	7,2	8,7	10,2	181	171	4,35
2-365	177,1	5,33	7,2	8,7	10,2	187	178	4,35
2-366	183,5	5,33	7,2	8,7	10,2	194	184	4,35
2-367	189,8	5,33	7,2	8,7	10,2	200	190	4,35
2-368	196,2	5,33	7,2	8,7	10,2	206	197	4,35
2-369	202,5	5,33	7,2	8,7	10,2	213	203	4,35
2-370	208,9	5,33	7,2	8,7	10,2	219	209	4,35
2-371	215,2	5,33	7,2	8,7	10,2	225	216	4,35
2-372	221,6	5,33	7,2	8,7	10,2	232	222	4,35
2-373	227,9	5,33	7,2	8,7	10,2	238	228	4,35
2-374	234,3	5,33	7,2	8,7	10,2	244	235	4,35
2-375	240,6	5,33	7,2	8,7	10,2	251	241	4,35
2-376	247	5,33	7,2	8,7	10,2	257	248	4,35
2-377	253,3	5,33	7,2	8,7	10,2	264	254	4,35
2-378	266	5,33	7,2	8,7	10,2	276	267	4,35
2-379	278,77	5,33	7,2	8,7	10,2	289	279	4,35
2-380	291,47	5,33	7,2	8,7	10,2	302	292	4,35
2-381	304,17	5,33	7,2	8,7	10,2	314	305	4,35
2-382	329,57	5,33	7,2	8,7	10,2	340	330	4,35

3 Рекомендации по проектированию

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-383	354,97	5,33	7,2	8,7	10,2	365	355	4,35
2-384	380,37	5,33	7,2	8,7	10,2	391	381	4,35
2-385	405,26	5,33	7,2	8,7	10,2	415	406	4,35
2-386	430,66	5,33	7,2	8,7	10,2	441	431	4,35
2-387	456,06	5,33	7,2	8,7	10,2	466	457	4,35
2-388	481,41	5,33	7,2	8,7	10,2	492	482	4,35
2-389	506,81	5,33	7,2	8,7	10,2	517	507	4,35
2-390	532,21	5,33	7,2	8,7	10,2	542	533	4,35
2-391	557,61	5,33	7,2	8,7	10,2	568	558	4,35
2-392	582,68	5,33	7,2	8,7	10,2	593	583	4,35
2-393	608,08	5,33	7,2	8,7	10,2	618	609	4,35
2-394	633,48	5,33	7,2	8,7	10,2	644	634	4,35
2-395	658,88	5,33	7,2	8,7	10,2	669	659	4,35
2-425	113,67	6,99	9,6	12	14,4	127	114	5,75
2-426	116,84	6,99	9,6	12	14,4	130	117	5,75
2-427	120,02	6,99	9,6	12	14,4	134	121	5,75
2-428	123,19	6,99	9,6	12	14,4	137	124	5,75
2-429	126,37	6,99	9,6	12	14,4	140	127	5,75
2-430	129,54	6,99	9,6	12	14,4	143	130	5,75
2-431	132,72	6,99	9,6	12	14,4	146	133	5,75
2-432	135,89	6,99	9,6	12	14,4	149	136	5,75
2-433	139,07	6,99	9,6	12	14,4	153	140	5,75
2-434	142,24	6,99	9,6	12	14,4	156	143	5,75
2-435	145,42	6,99	9,6	12	14,4	159	146	6,75
2-436	148,59	6,99	9,6	12	14,4	162	149	5,75
2-437	151,77	6,99	9,6	12	14,4	165	152	5,75
2-438	158,12	6,99	9,6	12	14,4	172	159	5,75
2-439	164,47	6,99	9,6	12	14,4	178	165	5,75
2-440	170,82	6,99	9,6	12	14,4	184	171	5,75
2-441	177,17	6,99	9,6	12	14,4	191	178	5,75
2-442	183,52	6,99	9,6	12	14,4	197	184	5,75
2-443	189,87	6,99	9,6	12	14,4	203	190	5,75
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	210	197	5,75
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	216	203	5,75
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	229	216	5,75
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	241	228	5,75
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	254	241	5,75
2-449	253,37	6,99	9,6	12	14,4	267	254	5,75
2-450	266,07	6,99	9,6	12	14,4	280	267	5,75
2-451	278,77	6,99	9,6	12	14,4	292	279	5,75
2-452	291,47	6,99	9,6	12	14,4	305	292	5,75
2-453	304,17	6,99	9,6	12	14,4	318	305	5,75
2-454	316,87	6,99	9,6	12	14,4	330	317	5,75
2-455	329,57	6,99	9,6	12	14,4	343	330	5,75
2-456	342,27	6,99	9,6	12	14,4	356	343	5,75
2-457	354,97	6,99	9,6	12	14,4	368	355	5,75
2-458	367,67	6,99	9,6	12	14,4	381	368	5,75
2-459	380,37	6,99	9,6	12	14,4	394	381	5,75

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₇ H11	d ₈ h11	h +0,1 0
2-460	393,07	6,99	9,6	12	14,4	407	394	5,75
2-461	405,26	6,99	9,6	12	14,4	419	406	5,75
2-462	417,96	6,99	9,6	12	14,4	431	418	5,75
2-463	430,66	6,99	9,6	12	14,4	444	431	5,75
2-464	443,36	6,99	9,6	12	14,4	457	444	5,75
2-465	456,06	6,99	9,6	12	14,4	470	457	5,75
2-466	468,76	6,99	9,6	12	14,4	482	469	5,75
2-467	481,46	6,99	9,6	12	14,4	495	482	5,75
2-468	494,16	6,99	9,6	12	14,4	508	495	5,75
2-469	506,86	6,99	9,6	12	14,4	520	507	5,75
2-470	532,26	6,99	9,6	12	14,4	546	533	5,75
2-471	557,66	6,99	9,6	12	14,4	571	558	5,75
2-472	582,68	6,99	9,6	12	14,4	596	583	5,75
2-473	608,08	6,99	9,6	12	14,4	622	609	5,75
2-474	633,48	6,99	9,6	12	14,4	647	634	5,75
2-475	658,88	6,99	9,6	12	14,4	672	659	5,75

Таб. 3.4

3 Рекомендации по проектированию

3.2 Динамические уплотнения

Для динамических уплотнений наши рекомендации касаются диапазона диаметров и зависят от толщины поперечного сечения. Не рекомендуется использовать уплотнительные кольца диаметром более 250 мм для динамических применений.

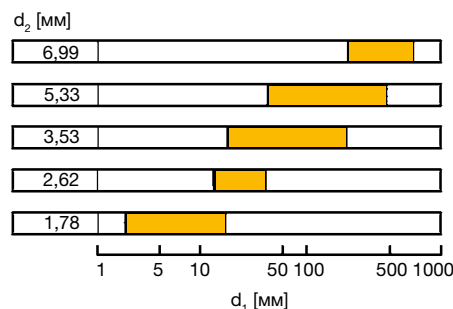


Рис. 3.8 Рекомендуемый диапазон внутренних диаметров d_1 для уплотнительных колец круглого сечения изменяется в соответствии с поперечным сечением d_2

3.2.1 Размеры при сжатии и расчетные размеры для гидравлических применений

Уплотнение поршня и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внутреннем элементе

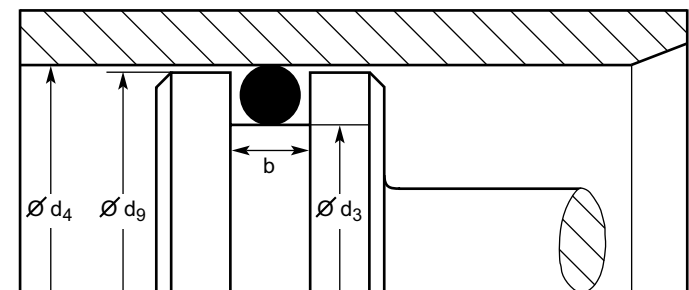


Рис. 3.9 Уплотнение поршня и радиальное сжатие

Уплотнение штока и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внешнем элементе

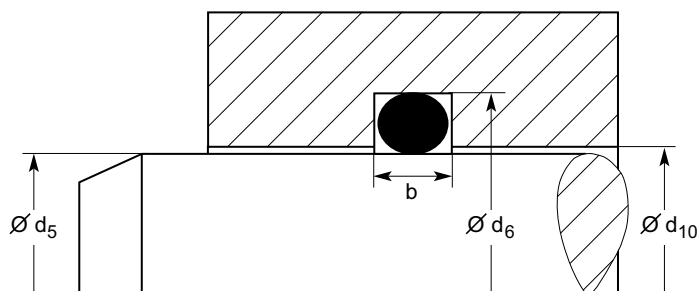
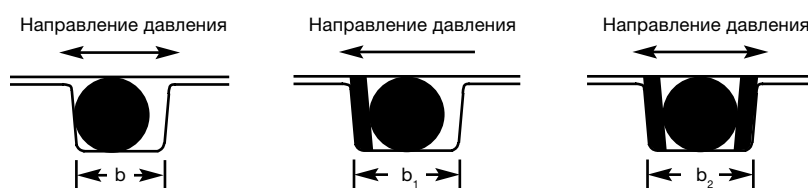
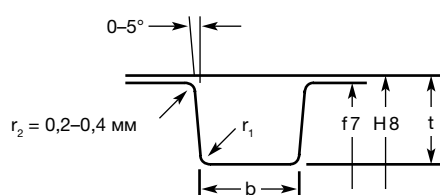


Рис. 3.10 Уплотнение штока и радиальное сжатие



Поперечное сечение d_2	Глубина посадочной канавки t	Деформация	Деформация	ширина канавки b	ширина канавки b_1	ширина канавки b_2	Радиус r_1
[мм]	[мм]	[мм]	[%]	[мм]	[мм]	[мм]	[мм]
1,78 $\pm 0,08$	1,45	0,16 - 0,45	9 - 25	2,40 - 2,60	3,50 - 3,70	4,60 - 4,80	0,20 - 0,40
2,62 $\pm 0,09$	2,20	0,26 - 0,64	10 - 23	3,60 - 3,80	4,70 - 4,90	5,80 - 6,00	0,20 - 0,40
3,53 $\pm 0,10$	3,05	0,27 - 0,70	8 - 19	4,80 - 5,00	5,80 - 6,00	6,80 - 7,00	0,40 - 0,80
5,33 $\pm 0,13$	4,65	0,37 - 0,93	7 - 17	7,20 - 7,40	8,70 - 8,90	10,20 - 10,40	0,40 - 0,80
6,99 $\pm 0,15$	6,20	0,50 - 1,05	7 - 15	9,60 - 9,80	12,00 - 12,20	14,40 - 14,60	0,40 - 0,80

Таб. 3.5

3.2.2 Динамическое уплотнение поршня для гидравлических применений

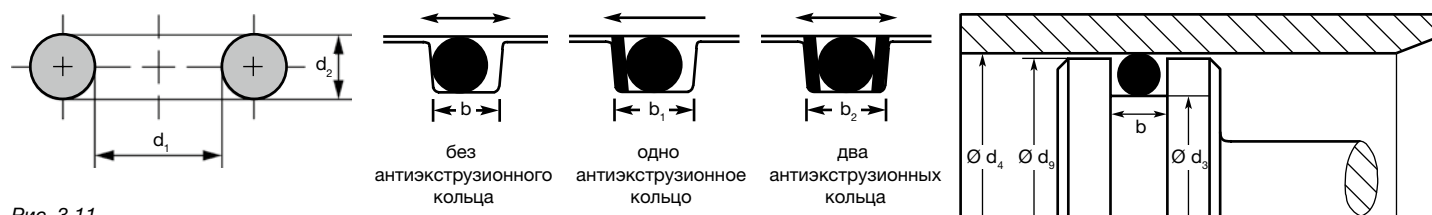


Рис. 3.11

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3,2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,7	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4,2	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,7	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,7	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6,2	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7,2	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,7	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9,2	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,7	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10,2	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11,2	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12,2	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	13,2	16	16
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14,2	17	17
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15,2	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16,2	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17,2	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,8	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10,8	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	16	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	11,8	16	16
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,8	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,8	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14,8	19	19
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15,3	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	15,8	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,8	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17,8	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18,8	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19,8	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	20,8	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22,8	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	23,8	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25,8	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27,8	32	32

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28,8	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30,8	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	31,8	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33,8	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35,8	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36,8	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38,8	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19,1	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21,1	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22,1	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24,1	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25,1	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26,1	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27,1	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	29,1	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30,1	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32,1	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	34,1	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	36,1	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	37,1	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	39,1	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40,1	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	42,1	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44,1	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	46,1	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	48,1	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	50,1	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	51,1	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54,1	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	57,1	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60,1	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	64,1	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	67,1	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70,1	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	74,1	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	77,1	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80,1	86	86

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	84,1	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	86,1	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	90,1	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	94,1	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	96,1	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	99,1	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	104,1	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	106,1	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	109,1	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	114,1	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	116,1	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	119,1	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	122,1	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	124,1	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	129,1	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	132,1	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	134,1	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	139,1	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	142,1	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	144,1	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	149,1	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	151,1	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	154,1	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	159,1	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	169,1	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	174,1	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	179,1	185	185
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184,1	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	194,1	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	39	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	41	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	46	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	49	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	51	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	59	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	61	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	64	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	67	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	71	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	74	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	77	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	81	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	83	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	86	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	91	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	93	102	102

№ Parker	d ₁	d ₂	b	b ₁	b ₂	d ₃	d ₄	d ₉
			+0,2	+0,2	+0,2			
			0	0	0			
			h9	H8	f7			
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	96	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	101	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	103	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	106	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	109	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	111	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	116	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	119	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	121	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	126	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	129	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	131	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	136	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	139	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	141	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	146	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	149	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	151	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	156	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	159	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	166	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	171	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	179	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	186	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	191	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	201	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	206	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	211	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	216	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	226	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	231	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	236	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	241	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	197,8	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	207,8	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	217,8	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	227,8	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	247,8	260	260

Таб. 3.6

3.2.3 Динамическое уплотнение штока для гидравлических применений

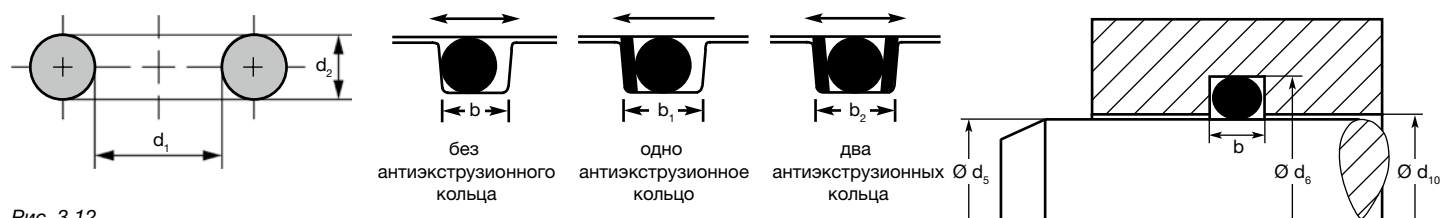


Рис. 3.12

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	3,5	4,6	3	5,8	3
2-007	3,68	1,78	2,4	3,5	4,6	3,5	6,3	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	3,5	4,6	4	6,8	4
2-008	4,47	1,78	2,4	3,5	4,6	4,5	7,3	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	3,5	4,6	5	8	5
2-009	5,28	1,78	2,4	3,5	4,6	5,5	8,3	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	3,5	4,6	6	8,8	6
5-052	6,86	1,78	2,4	3,5	4,6	7	9,8	7
2-011	7,65	1,78	2,4	3,5	4,6	7,5	10,3	7,5
5-585	8	1,88	2,4	3,5	4,6	8	11	8
5-612	8,74	1,78	2,4	3,5	4,6	9	11,8	9
2-012	9,25	1,78	2,4	3,5	4,6	9,5	12,3	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	3,5	4,6	10	12,8	10
2-013	10,82	1,78	2,4	3,5	4,6	11	13,8	11
6-366	11,89	1,78	2,4	3,5	4,6	12	14,8	12
2-014	12,42	1,78	2,4	3,5	4,6	12,5	15,3	12,5
2-015	14	1,78	2,4	3,5	4,6	14	16,8	14
6-085	15	1,8	2,4	3,5	4,6	15	17,8	15
2-016	15,6	1,78	2,4	3,5	4,6	16	18,8	16
2-017	17,17	1,78	2,4	3,5	4,6	17	19,8	17
2-110	9,19	2,62	3,6	4,7	5,8	9,5	13,7	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	4,7	5,8	10	14,2	10
2-111	10,77	2,62	3,6	4,7	5,8	11	15,2	11
5-615	11,91	2,62	3,6	4,7	5,8	12	16,2	12
2-112	12,37	2,62	3,6	4,7	5,8	12,5	16,7	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	4,7	5,8	13,5	17,7	13,5
2-113	13,94	2,62	3,6	4,7	5,8	14	18,2	14
5-239	14,48	2,62	3,6	4,7	5,8	15	19,2	15
2-114	15,54	2,62	3,6	4,7	5,8	16	20,2	16
5-617	15,88	2,62	3,6	4,7	5,8	16,5	20,7	16,5
2-115	17,12	2,62	3,6	4,7	5,8	17	21,2	17
5-256	17,96	2,62	3,6	4,7	5,8	18	22,2	18
2-116	18,76	2,62	3,6	4,7	5,8	19	23,2	19
2-117	20,29	2,62	3,6	4,7	5,8	19,5	23,7	19,5
2-118	21,89	2,62	3,6	4,7	5,8	22	26,2	22
2-119	23,47	2,62	3,6	4,7	5,8	24	28,2	24
2-120	25,07	2,62	3,6	4,7	5,8	25	29,2	25
2-121	26,64	2,62	3,6	4,7	5,8	27	31,2	27

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-122	28,24	2,62	3,6	4,7	5,8	28	32,2	28
2-123	29,82	2,62	3,6	4,7	5,8	30	34,2	30
2-124	31,42	2,62	3,6	4,7	5,8	32	36,2	32
2-125	32,99	2,62	3,6	4,7	5,8	33	37,2	33
2-126	34,55	2,62	3,6	4,7	5,8	35	39,2	35
2-127	36,17	2,62	3,6	4,7	5,8	36	40,2	36
2-128	37,77	2,62	3,6	4,7	5,8	38	42,2	38
2-210	18,64	3,53	4,8	5,8	6,8	19	24,9	19
5-595	19,8	3,6	4,8	5,8	6,8	20	26	20
2-211	20,22	3,53	4,8	5,8	6,8	21	26,9	21
2-212	21,82	3,53	4,8	5,8	6,8	22	27,9	22
2-213	23,39	3,53	4,8	5,8	6,8	24	29,9	24
2-214	24,99	3,53	4,8	5,8	6,8	25	30,9	25
5-618	25,81	3,53	4,8	5,8	6,8	26	31,9	26
2-215	26,57	3,53	4,8	5,8	6,8	27	32,9	27
2-216	28,17	3,53	4,8	5,8	6,8	28	33,9	28
2-217	29,74	3,53	4,8	5,8	6,8	30	35,9	30
2-218	31,34	3,53	4,8	5,8	6,8	32	37,9	32
2-219	32,92	3,53	4,8	5,8	6,8	33	38,9	33
2-220	34,52	3,53	4,8	5,8	6,8	35	40,9	35
2-221	36,09	3,53	4,8	5,8	6,8	36	41,9	36
2-222	37,69	3,53	4,8	5,8	6,8	38	43,9	38
5-321	39,6	3,53	4,8	5,8	6,8	40	45,9	40
2-223	40,87	3,53	4,8	5,8	6,8	41	46,9	41
2-224	44,04	3,53	4,8	5,8	6,8	44	49,9	44
5-035	45,36	3,53	4,8	5,8	6,8	45	50,9	45
2-225	47,22	3,53	4,8	5,8	6,8	47	52,9	47
5-701	49,2	3,53	4,8	5,8	6,8	49	54,9	49
2-226	50,39	3,53	4,8	5,8	6,8	50	55,9	50
2-227	53,57	3,53	4,8	5,8	6,8	54	59,9	54
2-228	56,74	3,53	4,8	5,8	6,8	56	61,9	56
2-229	59,92	3,53	4,8	5,8	6,8	60	65,9	60
2-230	63,09	3,53	4,8	5,8	6,8	63	68,9	63
2-231	66,27	3,53	4,8	5,8	6,8	66	71,9	66
2-232	69,44	3,53	4,8	5,8	6,8	70	75,9	70
2-233	72,62	3,53	4,8	5,8	6,8	73	78,9	73
2-234	75,79	3,53	4,8	5,8	6,8	76	81,9	76
2-235	78,97	3,53	4,8	5,8	6,8	80	85,9	80

3 Рекомендации по проектированию

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-236	82,14	3,53	4,8	5,8	6,8	82	87,9	82
2-237	85,32	3,53	4,8	5,8	6,8	85	90,9	85
2-238	88,49	3,53	4,8	5,8	6,8	88	93,9	88
2-239	91,67	3,53	4,8	5,8	6,8	92	97,9	92
2-240	94,84	3,53	4,8	5,8	6,8	95	100,9	95
2-241	98,02	3,53	4,8	5,8	6,8	98	103,9	98
2-242	101,19	3,53	4,8	5,8	6,8	100	105,9	100
2-243	104,37	3,53	4,8	5,8	6,8	105	110,9	105
2-244	107,54	3,53	4,8	5,8	6,8	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	5,8	6,8	110	115,9	110
2-246	113,89	3,53	4,8	5,8	6,8	114	119,9	114
2-247	117,07	3,53	4,8	5,8	6,8	117	122,9	117
2-248	120,24	3,53	4,8	5,8	6,8	120	125,9	120
2-249	123,42	3,53	4,8	5,8	6,8	125	130,9	125
2-250	126,59	3,53	4,8	5,8	6,8	127	132,9	127
2-251	129,77	3,53	4,8	5,8	6,8	130	135,9	130
2-252	132,94	3,53	4,8	5,8	6,8	133	138,9	133
2-253	136,12	3,53	4,8	5,8	6,8	136	141,9	136
2-254	139,29	3,53	4,8	5,8	6,8	140	145,9	140
2-255	142,47	3,53	4,8	5,8	6,8	142	147,9	142
2-256	145,64	3,53	4,8	5,8	6,8	145	150,9	145
2-257	148,82	3,53	4,8	5,8	6,8	150	155,9	150
2-258	151,99	3,53	4,8	5,8	6,8	152	157,9	152
2-259	158,34	3,53	4,8	5,8	6,8	160	165,9	160
2-260	164,69	3,53	4,8	5,8	6,8	165	170,9	165
2-261	171,04	3,53	4,8	5,8	6,8	170	175,9	170
2-262	177,39	3,53	4,8	5,8	6,8	178	183,9	178
2-263	183,74	3,53	4,8	5,8	6,8	184	189,9	184
2-264	190,09	3,53	4,8	5,8	6,8	190	195,9	190
2-325	37,47	5,33	7,2	8,7	10,2	38	47	38
2-326	40,64	5,33	7,2	8,7	10,2	42	51	42
5-330	42,52	5,33	7,2	8,7	10,2	43	52	43
2-327	43,82	5,33	7,2	8,7	10,2	45	54	45
2-328	46,99	5,33	7,2	8,7	10,2	48	57	48
2-329	50,17	5,33	7,2	8,7	10,2	50	59	50
2-330	53,34	5,33	7,2	8,7	10,2	54	63	54
2-331	56,52	5,33	7,2	8,7	10,2	56	65	56
2-332	59,69	5,33	7,2	8,7	10,2	60	69	60
2-333	62,87	5,33	7,2	8,7	10,2	63	72	63
2-334	66,04	5,33	7,2	8,7	10,2	66	75	66
2-335	69,22	5,33	7,2	8,7	10,2	70	79	70
2-336	72,39	5,33	7,2	8,7	10,2	73	82	73
2-337	75,57	5,33	7,2	8,7	10,2	76	85	76
2-338	78,74	5,33	7,2	8,7	10,2	80	89	80
2-339	81,92	5,33	7,2	8,7	10,2	82	91	82
2-340	85,09	5,33	7,2	8,7	10,2	85	94	85
2-341	88,27	5,33	7,2	8,7	10,2	90	99	90
2-342	91,44	5,33	7,2	8,7	10,2	92	101	92

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₁ +0,2 0	b ₂ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-343	94,62	5,33	7,2	8,7	10,2	95	104	95
2-344	97,79	5,33	7,2	8,7	10,2	98	107	98
2-345	100,97	5,33	7,2	8,7	10,2	100	109	100
2-346	104,14	5,33	7,2	8,7	10,2	105	114	105
2-347	107,32	5,33	7,2	8,7	10,2	108	117	108
2-348	110,49	5,33	7,2	8,7	10,2	110	119	110
2-349	113,67	5,33	7,2	8,7	10,2	115	124	115
2-350	116,84	5,33	7,2	8,7	10,2	118	127	118
2-351	120,02	5,33	7,2	8,7	10,2	120	129	120
2-352	123,19	5,33	7,2	8,7	10,2	125	134	125
2-353	126,37	5,33	7,2	8,7	10,2	128	137	128
2-354	129,54	5,33	7,2	8,7	10,2	130	139	130
2-355	132,72	5,33	7,2	8,7	10,2	133	142	133
2-356	135,89	5,33	7,2	8,7	10,2	135	144	135
2-357	139,07	5,33	7,2	8,7	10,2	140	149	140
2-358	142,24	5,33	7,2	8,7	10,2	143	152	143
2-359	145,42	5,33	7,2	8,7	10,2	145	154	145
2-360	148,59	5,33	7,2	8,7	10,2	150	159	150
2-361	151,77	5,33	7,2	8,7	10,2	152	161	152
2-362	158,12	5,33	7,2	8,7	10,2	158	167	158
2-363	164,47	5,33	7,2	8,7	10,2	165	174	165
2-364	170,82	5,33	7,2	8,7	10,2	170	179	170
2-365	177,17	5,33	7,2	8,7	10,2	178	187	178
2-366	183,52	5,33	7,2	8,7	10,2	185	194	185
2-367	189,87	5,33	7,2	8,7	10,2	190	199	190
2-368	196,22	5,33	7,2	8,7	10,2	195	204	195
2-369	202,57	5,33	7,2	8,7	10,2	200	209	200
2-370	208,92	5,33	7,2	8,7	10,2	210	219	210
2-371	215,27	5,33	7,2	8,7	10,2	215	224	215
2-372	221,62	5,33	7,2	8,7	10,2	220	229	220
2-373	227,97	5,33	7,2	8,7	10,2	228	237	228
2-374	234,32	5,33	7,2	8,7	10,2	235	244	235
2-375	240,67	5,33	7,2	8,7	10,2	240	249	240
2-444	196,22	6,99	9,6	12	14,4	195	207,2	195
2-445	202,57	6,99	9,6	12	14,4	200	212,2	200
2-446	215,27	6,99	9,6	12	14,4	215	227,2	215
2-447	227,97	6,99	9,6	12	14,4	230	242,2	230
2-448	240,67	6,99	9,6	12	14,4	240	252,2	240

Таб. 3.7

3 Рекомендации по проектированию

3.2.4 Размеры при сжатии и расчетные размеры для пневматических применений

Уплотнение поршня и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внутреннем элементе

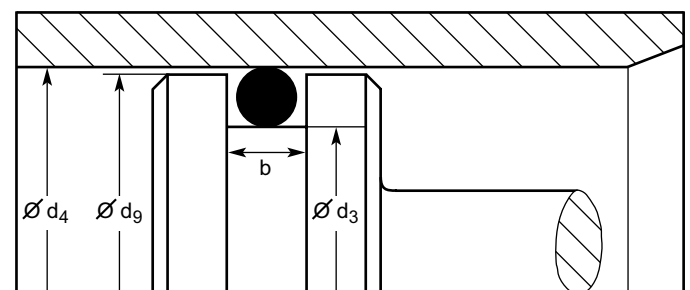


Рис. 3.13 Уплотнение поршня и радиальное сжатие

«Плавающее» исполнение без сжатия

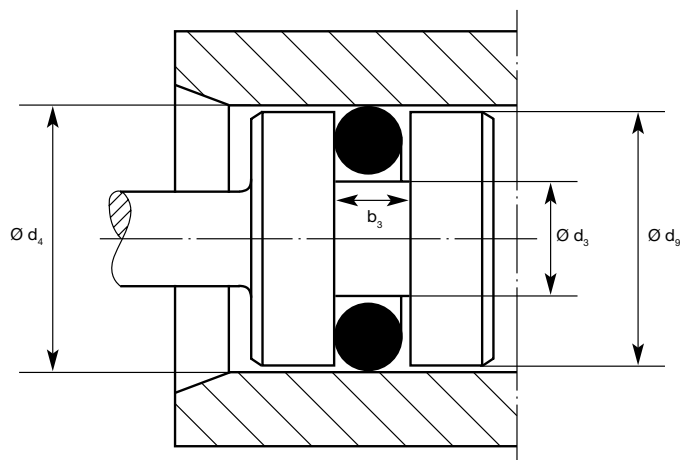


Рис. 3.15 «Плавающее» исполнение без деформации

Уплотнение штока и радиальное сжатие

Установка уплотнительного кольца во внешнем элементе

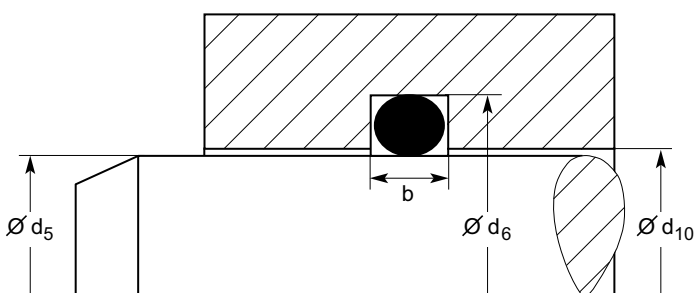
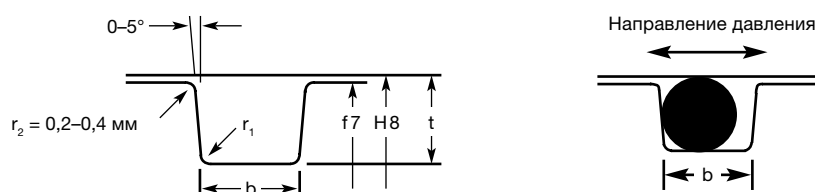


Рис. 3.14 Уплотнение штока и радиальное сжатие



Поперечное сечение d_2	Глубина посадочной канавки t	Деформация	Деформация	ширина канавки b	Радиус r_1
[мм]	[мм]	[мм]	[%]	Без антиэкструзионного кольца [мм]	[мм]
1,78 ±0,08	1,55	0,07 - 0,43	4 - 23	2,40 - 2,60	0,20 - 0,40
2,62 ±0,09	2,35	0,11 - 0,49	4 - 18	3,60 - 3,80	0,20 - 0,40
3,53 ±0,10	3,15	0,15 - 0,60	4 - 16	4,80 - 5,00	0,40 - 0,80
5,33 ±0,13	4,85	0,22 - 0,73	4 - 13	7,20 - 7,40	0,40 - 0,80
6,99 ±0,15	6,40	0,30 - 0,75	4 - 10	9,60 - 9,80	0,40 - 0,80

Таб. 3.8

3 Рекомендации по проектированию

3.2.5 Динамическое уплотнение поршня для пневматических применений

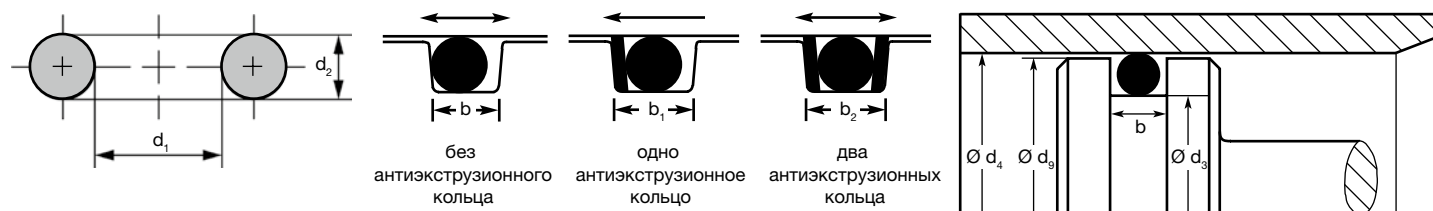


Рис. 3.16

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3,1	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,6	6,5	6,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4,1	7	7
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,6	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4,9	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,6	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6,1	9	9
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7,1	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,6	10,5	10,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8,1	11	11
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9,1	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,6	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10,1	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11,1	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12,1	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	13,1	16	16
2-015	14	1,78	2,4	2	14,1	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	15,1	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16,1	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17,1	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10,5	15	15
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11,5	16	16
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13,5	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14,5	19	19
5-239	14,48	2,69	3,6	3	15	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16,5	21	21
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17,5	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18,5	23	23
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19,5	24	24
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20,5	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22,5	27	27
2-119	23,47	2,62	3,6	3	23,5	28	28
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25,5	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27,5	32	32

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28,5	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30,5	35	35
2-124	31,42	2,62	3,6	3	31,5	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33,5	38	38
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35,5	40	40
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36,5	41	41
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38,5	43	43
2-210	18,64	3,53	4,8	4	18,5	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20,9	27	27
2-212	21,82	3,53	4,8	4	21,9	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	23,9	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	24,9	31	31
5-618	25,81	3,53	4,8	4	25,9	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	26,9	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28,9	35	35
2-217	29,74	3,53	4,8	4	29,9	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	31,9	38	38
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33,9	40	40
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35,9	42	42
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36,9	43	43
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38,9	45	45
5-321	39,6	3,53	4,8	4	39,9	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41,9	48	48
2-224	44,04	3,53	4,8	4	43,9	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45,9	52	52
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47,9	54	54
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49,9	56	56
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50,9	57	57
2-227	53,57	3,53	4,8	4	53,9	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56,9	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	59,9	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63,9	70	70
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66,9	73	73
2-232	69,44	3,53	4,8	4	69,9	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73,9	80	80
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76,9	83	83
2-235	78,97	3,53	4,8	4	79,9	86	86

3 Рекомендации по проектированию

N _o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-236	82,14	3,53	4,8	4	83,9	90	90
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85,9	92	92
2-238	88,49	3,53	4,8	4	89,9	96	96
2-239	91,67	3,53	4,8	4	93,9	100	100
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95,9	102	102
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98,9	105	105
2-242	101,19	3,53	4,8	4	103,9	110	110
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105,9	112	112
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108,9	115	115
2-245	110,72	3,53	4,8	4	113,9	120	120
2-246	113,89	3,53	4,8	4	115,9	122	122
2-247	117,07	3,53	4,8	4	118,9	125	125
2-248	120,24	3,53	4,8	4	121,9	128	128
2-249	123,42	3,53	4,8	4	123,9	130	130
2-250	126,59	3,53	4,8	4	128,9	135	135
2-251	129,77	3,53	4,8	4	131,9	138	138
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133,9	140	140
2-253	136,12	3,53	4,8	4	138,9	145	145
2-254	139,29	3,53	4,8	4	141,9	148	148
2-255	142,47	3,53	4,8	4	143,9	150	150
2-256	145,64	3,53	4,8	4	148,9	155	155
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150,9	157	157
2-258	151,99	3,53	4,8	4	153,9	160	160
2-259	158,34	3,53	4,8	4	158,9	165	165
2-260	164,69	3,53	4,8	4	168,9	175	175
2-261	171,04	3,53	4,8	4	173,9	180	180
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178,9	185	185
2-263	183,84	3,53	4,8	4	183,9	190	190
2-264	190,09	3,53	4,8	4	193,9	200	200
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38,6	48	48
2-326	40,64	5,33	7,2	6	40,6	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	42,6	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45,6	55	55
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48,6	58	58
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50,6	60	60
2-330	53,34	5,33	7,2	6	53,6	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	58,6	68	68
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60,6	70	70
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63,6	73	73
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66,6	76	76
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70,6	80	80
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73,6	83	83
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76,6	86	86
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80,6	90	90
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82,6	92	92
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85,6	95	95
2-341	88,27	5,33	7,2	6	91,6	100	100
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92,6	102	102

N _o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h9	d ₄ H8	d ₉ f7
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95,6	105	105
2-344	97,79	5,33	7,2	6	100,6	110	110
2-345	100,97	5,33	7,2	6	102,6	112	112
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105,6	115	115
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108,6	118	118
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110,6	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115,4	125	125
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118,4	128	128
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120,4	130	130
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125,4	135	135
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128,4	138	138
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130,4	140	140
2-355	132,72	5,33	7,2	6	134,4	145	145
2-356	135,89	5,33	7,2	6	138,4	148	148
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140,4	150	150
2-358	142,24	5,33	7,2	6	145,4	155	155
2-359	145,42	5,33	7,2	6	148,4	158	158
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150,4	160	160
2-361	151,77	5,33	7,2	6	155,4	165	165
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158,4	168	168
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165,4	175	175
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170,4	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178,4	188	188
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185,4	195	195
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190,4	200	200
2-368	196,22	5,33	7,2	6	200,4	210	210
2-369	202,57	5,33	7,2	6	205,4	215	215
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210,4	220	220
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215,4	225	225
2-372	221,62	5,33	7,2	6	225,4	235	235
2-373	227,97	5,33	7,2	6	230,4	240	240
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235,4	245	245
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240,4	250	250
2-444	196,22	6,99	9,6	8	197,4	210	210
2-445	202,57	6,99	9,6	8	207,4	220	220
2-446	215,27	6,99	9,6	8	217,4	230	230
2-447	227,97	6,99	9,6	8	227,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	247,4	260	260

Таб. 3.9

3 Рекомендации по проектированию

3.2.6 Динамическое уплотнение штока для пневматических применений

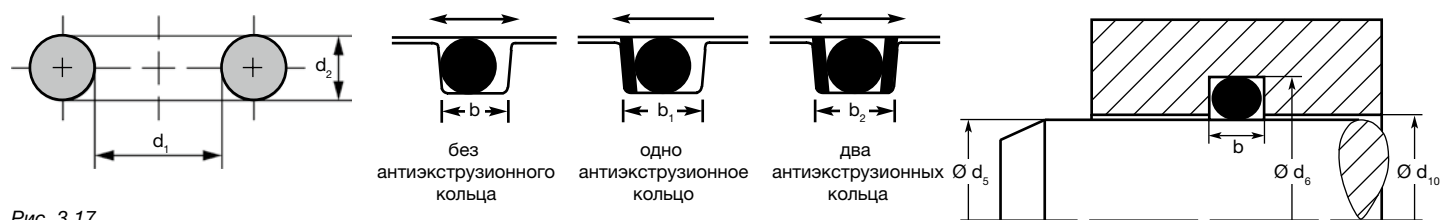


Рис. 3.17

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-006	2,9	1,78	2,4	2	3	5,9	3
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3,5	6,4	3,5
6-166	3,9	1,8	2,4	2	4	6,9	4
2-008	4,47	1,78	2,4	2	4,5	7,4	4,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	5	8,1	5
2-009	5,28	1,78	2,4	2	5,5	8,4	5,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	6	8,9	6
5-052	6,86	1,78	2,4	2	7	9,9	7
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7,5	10,4	7,5
5-585	8	1,88	2,4	2	8	11,1	8
5-612	8,74	1,78	2,4	2	9	11,9	9
2-012	9,25	1,78	2,4	2	9,5	12,4	9,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	10	12,9	10
2-013	10,82	1,78	2,4	2	11	13,9	11
6-366	11,89	1,78	2,4	2	12	14,9	12
2-014	12,42	1,78	2,4	2	12,5	15,4	12,5
2-015	14	1,78	2,4	2	14	16,9	14
6-085	15	1,8	2,4	2	15	17,9	15
2-016	15,6	1,78	2,4	2	16	18,9	16
2-017	17,17	1,78	2,4	2	17	19,9	17
2-110	9,19	2,62	3,6	3	9,5	14	9,5
5-614	9,93	2,62	3,6	3	10	14,5	10
2-111	10,77	2,62	3,6	3	11	15,5	11
5-615	11,91	2,62	3,6	3	12	16,5	12
2-112	12,37	2,62	3,6	3	12,5	17	12,5
5-616	13,11	2,62	3,6	3	13	17,5	13
2-113	13,94	2,62	3,6	3	14	18,5	14
5-239	14,48	2,69	3,6	3	14,5	19	14,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	15,5	20	15,5
5-617	15,88	2,62	3,6	3	16	20,5	16
2-115	17,12	2,62	3,6	3	17	21,5	17
5-256	17,96	2,62	3,6	3	18	22,5	18
2-116	18,76	2,62	3,6	3	19	23,5	19
2-117	20,29	2,62	3,6	3	20	24,5	20
2-118	21,89	2,62	3,6	3	22	26,5	22
2-119	23,47	2,62	3,6	3	24	28,5	24
2-120	25,07	2,62	3,6	3	25	29,5	25
2-121	26,64	2,62	3,6	3	27	31,5	27

N _e Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-122	28,24	2,62	3,6	3	28	32,5	28
2-123	29,82	2,62	3,6	3	30	34,5	30
2-124	31,42	2,62	3,6	3	32	36,5	32
2-125	32,99	2,62	3,6	3	33	37,5	33
2-126	34,55	2,62	3,6	3	35	39,5	35
2-127	36,17	2,62	3,6	3	36	40,5	36
2-128	37,77	2,62	3,6	3	38	42,5	38
2-210	18,64	3,53	4,8	4	19	25,1	19
5-595	19,8	3,6	4,8	4	20	26,2	20
2-211	20,22	3,53	4,8	4	20	26,1	20
2-212	21,82	3,53	4,8	4	22	28,1	22
2-213	23,39	3,53	4,8	4	24	30,1	24
2-214	24,99	3,53	4,8	4	25	31,1	25
5-618	25,81	3,53	4,8	4	26	32,1	26
2-215	26,57	3,53	4,8	4	27	33,1	27
2-216	28,17	3,53	4,8	4	28	34,1	28
2-217	29,74	3,53	4,8	4	30	36,1	30
2-218	31,34	3,53	4,8	4	32	38,1	32
2-219	32,92	3,53	4,8	4	33	39,1	33
2-220	34,52	3,53	4,8	4	35	41,1	35
2-221	36,09	3,53	4,8	4	36	42,1	36
2-222	37,69	3,53	4,8	4	38	44,1	38
5-321	39,6	3,53	4,8	4	40	46,1	40
2-223	40,87	3,53	4,8	4	41	47,1	41
2-224	44,04	3,53	4,8	4	44	50,1	44
5-035	45,36	3,53	4,8	4	45	51,1	45
2-225	47,22	3,53	4,8	4	47	53,1	47
5-701	49,2	3,53	4,8	4	49	55,1	49
2-226	50,39	3,53	4,8	4	50	56,1	50
2-227	53,57	3,53	4,8	4	54	60,1	54
2-228	56,74	3,53	4,8	4	56	62,1	56
2-229	59,92	3,53	4,8	4	60	66,1	60
2-230	63,09	3,53	4,8	4	63	69,1	63
2-231	66,27	3,53	4,8	4	66	72,1	66
2-232	69,44	3,53	4,8	4	70	76,1	70
2-233	72,62	3,53	4,8	4	73	79,1	73
2-234	75,79	3,53	4,8	4	76	82,1	76
2-235	78,97	3,53	4,8	4	80	86,1	80

3 Рекомендации по проектированию

N _o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-236	82,14	3,53	4,8	4	82	88,1	82
2-237	85,32	3,53	4,8	4	85	91,1	85
2-238	88,49	3,53	4,8	4	88	94,1	88
2-239	91,67	3,53	4,8	4	92	98,1	92
2-240	94,84	3,53	4,8	4	95	101,1	95
2-241	98,02	3,53	4,8	4	98	104,1	98
2-242	101,19	3,53	4,8	4	100	106,1	100
2-243	104,37	3,53	4,8	4	105	111,1	105
2-244	107,54	3,53	4,8	4	108	113,9	108
2-245	110,72	3,53	4,8	4	110	116,1	110
2-246	113,89	3,53	4,8	4	114	120,1	114
2-247	117,07	3,53	4,8	4	117	123,1	117
2-248	120,24	3,53	4,8	4	120	126,1	120
2-249	123,42	3,53	4,8	4	125	131,1	125
2-250	126,59	3,53	4,8	4	127	133,1	127
2-251	129,77	3,53	4,8	4	130	136,1	130
2-252	132,94	3,53	4,8	4	133	139,1	133
2-253	136,12	3,53	4,8	4	136	142,1	136
2-254	139,29	3,53	4,8	4	140	146,1	140
2-255	142,47	3,53	4,8	4	142	148,1	142
2-256	145,64	3,53	4,8	4	145	151,1	145
2-257	148,82	3,53	4,8	4	150	156,1	150
2-258	151,99	3,53	4,8	4	152	158,1	152
2-259	158,34	3,53	4,8	4	160	166,1	160
2-260	164,69	3,53	4,8	4	165	171,1	165
2-261	171,04	3,53	4,8	4	170	176,1	170
2-262	177,39	3,53	4,8	4	178	184,1	178
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184	190,1	184
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190	196,1	190
2-325	37,47	5,33	7,2	6	38	47,4	38
2-326	40,64	5,33	7,2	6	42	51,4	42
5-330	42,52	5,33	7,2	6	43	52,4	43
2-327	43,82	5,33	7,2	6	45	54,4	45
2-328	46,99	5,33	7,2	6	48	57,4	48
2-329	50,17	5,33	7,2	6	50	59,4	50
2-330	53,34	5,33	7,2	6	54	63,4	54
2-331	56,52	5,33	7,2	6	56	65,4	56
2-332	59,69	5,33	7,2	6	60	69,4	60
2-333	62,87	5,33	7,2	6	63	72,4	63
2-334	66,04	5,33	7,2	6	66	75,4	66
2-335	69,22	5,33	7,2	6	70	79,4	70
2-336	72,39	5,33	7,2	6	73	82,4	73
2-337	75,57	5,33	7,2	6	76	85,4	76
2-338	78,74	5,33	7,2	6	80	89,4	80
2-339	81,92	5,33	7,2	6	82	91,4	82
2-340	85,09	5,33	7,2	6	85	94,4	85
2-341	88,27	5,33	7,2	6	90	99,4	90
2-342	91,44	5,33	7,2	6	92	101,4	92

N _o Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₅ f7	d ₆ H9	d ₁₀ H8
2-343	94,62	5,33	7,2	6	95	104,4	95
2-344	97,79	5,33	7,2	6	98	107,4	98
2-345	100,97	5,33	7,2	6	100	109,4	100
2-346	104,14	5,33	7,2	6	105	114,4	105
2-347	107,32	5,33	7,2	6	108	117,4	108
2-348	110,49	5,33	7,2	6	110	119,4	110
2-349	113,67	5,33	7,2	6	115	124,4	115
2-350	116,84	5,33	7,2	6	118	127,4	118
2-351	120,02	5,33	7,2	6	120	129,4	120
2-352	123,19	5,33	7,2	6	125	134,4	125
2-353	126,37	5,33	7,2	6	128	137,4	128
2-354	129,54	5,33	7,2	6	130	139,4	130
2-355	132,72	5,33	7,2	6	133	142,4	133
2-356	135,89	5,33	7,2	6	135	144,4	135
2-357	139,07	5,33	7,2	6	140	149,4	140
2-358	142,24	5,33	7,2	6	143	152,4	143
2-359	145,42	5,33	7,2	6	145	154,4	145
2-360	148,59	5,33	7,2	6	150	159,4	150
2-361	151,77	5,33	7,2	6	152	161,4	152
2-362	158,12	5,33	7,2	6	158	167,4	158
2-363	164,47	5,33	7,2	6	165	174,4	165
2-364	170,82	5,33	7,2	6	170	179,4	170
2-365	177,17	5,33	7,2	6	178	187,4	178
2-366	183,52	5,33	7,2	6	185	194,4	185
2-367	189,87	5,33	7,2	6	190	199,4	190
2-368	196,22	5,33	7,2	6	195	204,4	195
2-369	202,57	5,33	7,2	6	200	209,4	200
2-370	208,92	5,33	7,2	6	210	219,4	210
2-371	215,27	5,33	7,2	6	215	224,4	215
2-372	221,62	5,33	7,2	6	220	229,4	220
2-373	227,97	5,33	7,2	6	228	237,4	228
2-374	234,32	5,33	7,2	6	235	244,4	235
2-375	240,67	5,33	7,2	6	240	249,4	240
2-444	196,22	6,99	9,6	8	195	207,6	195
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200	212,6	200
2-446	215,27	6,99	9,6	8	215	227,6	215
2-447	227,97	6,99	9,6	8	230	242,6	230
2-448	240,67	6,99	9,6	8	240	252,6	240

Таб. 3.10

3 Рекомендации по проектированию

3.2.7 Динамическое уплотнение с «плавающей» сборкой для пневматических применений

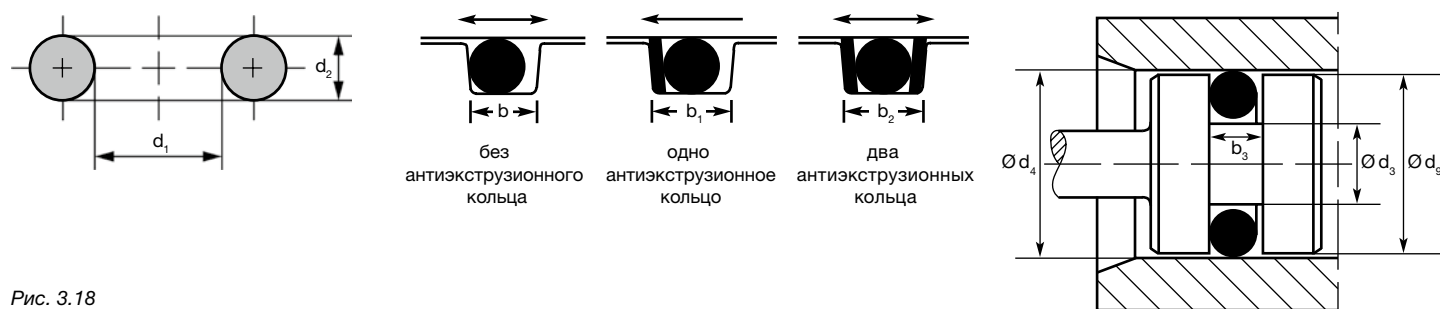


Рис. 3.18

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
2-006	2,9	1,78	2,4	2	2	6	6
2-007	3,68	1,78	2,4	2	3	7	7
6-166	3,9	1,8	2,4	2	3,2	7,2	7,2
2-008	4,47	1,78	2,4	2	3,5	7,5	7,5
5-581	4,9	1,9	2,4	2	4	8	8
2-009	5,28	1,78	2,4	2	4,5	8,5	8,5
2-010	6,07	1,78	2,4	2	5,5	9,5	9,5
5-052	6,86	1,78	2,4	2	6	10	10
2-011	7,65	1,78	2,4	2	7	11	11
5-585	8	1,88	2,4	2	7,5	11,5	11,5
5-612	8,74	1,78	2,4	2	8	12	12
2-012	9,25	1,78	2,4	2	8,5	12,5	12,5
5-212	9,75	1,78	2,4	2	9	13	13
2-013	10,82	1,78	2,4	2	10	14	14
6-366	11,89	1,78	2,4	2	11	15	15
2-014	12,42	1,78	2,4	2	11,5	15,5	15,5
2-015	14	1,78	2,4	2	13	17	17
6-085	15	1,8	2,4	2	14	18	18
2-016	15,6	1,78	2,4	2	15	19	19
2-017	17,17	1,78	2,4	2	16	20	20
2-110	9,19	2,62	3,6	3	8,2	14	14
5-614	9,93	2,62	3,6	3	8,7	14,5	14,5
2-111	10,77	2,62	3,6	3	9,7	15,5	15,5
5-615	11,91	2,62	3,6	3	10,7	16,5	16,5
2-112	12,37	2,62	3,6	3	11,2	17	17
5-616	13,11	2,62	3,6	3	12,2	18	18
2-113	13,94	2,62	3,6	3	12,7	18,5	18,5
5-239	14,48	2,69	3,6	3	13,7	19,5	19,5
2-114	15,54	2,62	3,6	3	14,2	20	20
5-617	15,88	2,62	3,6	3	14,7	20,5	20,5
2-115	17,12	2,62	3,6	3	16,2	22	22
5-256	17,96	2,62	3,6	3	16,7	22,5	22,5
2-116	18,76	2,62	3,6	3	17,7	23,5	23,5
2-117	20,29	2,62	3,6	3	19,2	25	25
2-118	21,89	2,62	3,6	3	20,7	26,5	26,5
2-119	23,47	2,62	3,6	3	22,2	28	28

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2 0	b ₃ +0,2 0	d ₃ h8	d ₄ H8	d ₉ f7
2-120	25,07	2,62	3,6	3	24,2	30	30
2-121	26,64	2,62	3,6	3	25,7	31,5	31,5
2-122	28,24	2,62	3,6	3	27,2	33	33
2-123	29,82	2,62	3,6	3	28,7	34,5	34,5
2-124	31,42	2,62	3,6	3	30,2	36	36
2-125	32,99	2,62	3,6	3	31,7	37,5	37,5
2-126	34,55	2,62	3,6	3	33,2	39	39
2-127	36,17	2,62	3,6	3	34,2	40	40
2-128	37,77	2,62	3,6	3	36,2	42	42
2-210	18,64	3,53	4,8	4	17,4	25	25
5-595	19,8	3,6	4,8	4	18,4	26	26
2-211	20,22	3,53	4,8	4	18,9	26,5	26,5
2-212	21,82	3,53	4,8	4	20,4	28	28
2-213	23,39	3,53	4,8	4	22,4	30	30
2-214	24,99	3,53	4,8	4	23,9	31,5	31,5
5-618	25,81	3,53	4,8	4	24,4	32	32
2-215	26,57	3,53	4,8	4	25,4	33	33
2-216	28,17	3,53	4,8	4	26,9	34,5	34,5
2-217	29,74	3,53	4,8	4	28,4	36	36
2-218	31,34	3,53	4,8	4	29,9	37,5	37,5
2-219	32,92	3,53	4,8	4	31,9	39,5	39,5
2-220	34,52	3,53	4,8	4	33,4	41	41
2-221	36,09	3,53	4,8	4	34,9	42,5	42,5
2-222	37,69	3,53	4,8	4	36,4	44	44
5-321	39,6	3,53	4,8	4	38,4	46	46
2-223	40,87	3,53	4,8	4	39,4	47	47
2-224	44,04	3,53	4,8	4	42,4	50	50
5-035	45,36	3,53	4,8	4	43,9	51,5	51,5
2-225	47,22	3,53	4,8	4	45,9	53,5	53,5
5-701	49,2	3,53	4,8	4	47,4	55	55
2-226	50,39	3,53	4,8	4	48,9	56,5	56,5
2-227	53,57	3,53	4,8	4	52,4	60	60
2-228	56,74	3,53	4,8	4	55,4	63	63
2-229	59,92	3,53	4,8	4	58,4	66	66
2-230	63,09	3,53	4,8	4	61,4	69	69
2-231	66,27	3,53	4,8	4	64,4	72	72

3 Рекомендации по проектированию

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2	b ₃ +0,2	d ₃	d ₄	d ₉
			0	0	h8	H8	f7
2-232	69,44	3,53	4,8	4	68,4	76	76
2-233	72,62	3,53	4,8	4	71,4	79	79
2-234	75,79	3,53	4,8	4	74,4	82	82
2-235	78,97	3,53	4,8	4	77,4	85	85
2-236	82,14	3,53	4,8	4	80,4	88	88
2-237	85,32	3,53	4,8	4	83,4	91	91
2-238	88,49	3,53	4,8	4	86,4	94	94
2-239	91,67	3,53	4,8	4	89,4	97	97
2-240	94,84	3,53	4,8	4	92,4	100	100
2-241	98,02	3,53	4,8	4	96,4	104	104
2-242	101,19	3,53	4,8	4	99,4	107	107
2-243	104,37	3,53	4,8	4	102,4	110	110
2-244	107,54	3,53	4,8	4	105,4	113	113
2-245	110,72	3,53	4,8	4	108,4	116	116
2-246	113,89	3,53	4,8	4	112,4	120	120
2-247	117,07	3,53	4,8	4	115,4	123	123
2-248	120,24	3,53	4,8	4	118,4	126	126
2-249	123,42	3,53	4,8	4	121,4	129	129
2-250	126,59	3,53	4,8	4	124,4	132	132
2-251	129,77	3,53	4,8	4	128,4	136	136
2-252	132,94	3,53	4,8	4	131,4	139	139
2-253	136,12	3,53	4,8	4	134,4	142	142
2-254	139,29	3,53	4,8	4	137,4	145	145
2-255	142,47	3,53	4,8	4	140,4	148	148
2-256	145,64	3,53	4,8	4	142,4	150	150
2-257	148,82	3,53	4,8	4	146,4	154	154
2-258	151,99	3,53	4,8	4	149,4	157	157
2-259	158,34	3,53	4,8	4	156,4	164	164
2-260	164,69	3,53	4,8	4	162,4	170	170
2-261	171,04	3,53	4,8	4	168,4	176	176
2-262	177,39	3,53	4,8	4	174,4	182	182
2-263	183,84	3,53	4,8	4	184,4	189	189
2-264	190,09	3,53	4,8	4	190,4	195	195
2-325	37,47	5,33	7,2	6	35,8	47	47
2-326	40,64	5,33	7,2	6	38,8	50	50
5-330	42,52	5,33	7,2	6	40,8	52	52
2-327	43,82	5,33	7,2	6	41,8	53	53
2-328	46,99	5,33	7,2	6	44,8	56	56
2-329	50,17	5,33	7,2	6	47,8	59	59
2-330	53,34	5,33	7,2	6	51,8	63	63
2-331	56,52	5,33	7,2	6	54,8	66	66
2-332	59,69	5,33	7,2	6	57,8	69	69
2-333	62,87	5,33	7,2	6	60,8	72	72
2-334	66,04	5,33	7,2	6	63,8	75	75
2-335	69,22	5,33	7,2	6	66,8	78	78
2-336	72,39	5,33	7,2	6	70,8	82	82
2-337	75,57	5,33	7,2	6	73,8	85	85
2-338	78,74	5,33	7,2	6	76,8	88	88

№ Parker	d ₁	d ₂	b +0,2	b ₃ +0,2	d ₃	d ₄	d ₉
			0	0	h8	H8	f7
2-339	81,92	5,33	7,2	6	79,8	91	91
2-340	85,09	5,33	7,2	6	82,8	94	94
2-341	88,27	5,33	7,2	6	85,8	97	97
2-342	91,44	5,33	7,2	6	88,8	100	100
2-343	94,62	5,33	7,2	6	92,8	104	104
2-344	97,79	5,33	7,2	6	96,8	108	108
2-345	100,97	5,33	7,2	6	98,8	110	110
2-346	104,14	5,33	7,2	6	101,8	113	113
2-347	107,32	5,33	7,2	6	104,8	116	116
2-348	110,49	5,33	7,2	6	108,8	120	120
2-349	113,67	5,33	7,2	6	110,8	122	122
2-350	116,84	5,33	7,2	6	114,8	126	126
2-351	120,02	5,33	7,2	6	117,8	129	129
2-352	123,19	5,33	7,2	6	120,8	132	132
2-353	126,37	5,33	7,2	6	123,8	135	135
2-354	129,54	5,33	7,2	6	126,8	138	138
2-355	132,72	5,33	7,2	6	130,8	142	142
2-356	135,89	5,33	7,2	6	133,8	145	145
2-357	139,07	5,33	7,2	6	136,8	148	148
2-358	142,24	5,33	7,2	6	139,8	151	151
2-359	145,42	5,33	7,2	6	142,8	154	154
2-360	148,59	5,33	7,2	6	145,8	157	157
2-361	151,77	5,33	7,2	6	149,8	161	161
2-362	158,12	5,33	7,2	6	155,8	167	167
2-363	164,47	5,33	7,2	6	161,8	173	173
2-364	170,82	5,33	7,2	6	168,8	180	180
2-365	177,17	5,33	7,2	6	176,8	186	186
2-366	183,52	5,33	7,2	6	180,8	192	192
2-367	189,87	5,33	7,2	6	186,8	198	198
2-368	196,22	5,33	7,2	6	193,8	205	205
2-369	202,57	5,33	7,2	6	198,8	210	210
2-370	208,92	5,33	7,2	6	205,8	217	217
2-371	215,27	5,33	7,2	6	212,8	224	224
2-372	221,62	5,33	7,2	6	218,8	230	230
2-373	227,97	5,33	7,2	6	224,8	236	236
2-374	234,32	5,33	7,2	6	231,8	243	243
2-375	240,67	5,33	7,2	6	236,8	248	248
2-444	196,22	6,99	9,6	8	193,4	208	208
2-445	202,57	6,99	9,6	8	200,4	215	215
2-446	215,27	6,99	9,6	8	210,4	225	225
2-447	227,97	6,99	9,6	8	225,4	240	240
2-448	240,67	6,99	9,6	8	235,4	250	250

Таб. 3.11

3 Рекомендации по проектированию

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

4.1 Размеры колец круглого сечения

Являясь производителем уплотнительных колец круглого сечения, компания Parker может изготавливать уплотнительные кольца любого необходимого размера. Однако в целях экономии можно выбрать стандартные размеры, доступные на складе, в частности, из нашей серии 2-xxx, приведенной ниже.

Серия 2-xxx соответствует международно признанному американскому стандарту AS 568 B. Данные размеры поперечного сечения также адаптированы для соответствия DIN ISO 3601-1.

Характеристики серии 2-xxx

Серия 2-xxx от Parker обладает следующими преимуществами.

1. На складе доступны следующие компаунды:
N0674-70 (NRB, твердость 70 единиц по шкале Шора A),
N0552-90 (NRB, твердость 90 единиц по шкале Шора A),
E0540-80 (EPDM, твердость 80 единиц по шкале Шора A),
V0747-75 (FKM, твердость 75 единиц по шкале Шора A).
2. Для каждого уплотнительного кольца круглого сечения серии 2-xxx доступно соответствующее антиэкструзионное кольцо Parker Parbak®. Это особенно важно при применении в условиях высокого давления (см. раздел антиэкструзионных колец Parbak®).
3. Уплотнительные кольца круглого сечения серии 2-xxx соответствуют стандарту ISO 3601.

размеры 2-0xx: поперечное сечение $d_2 = 1,78$ мм

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d_2
2-001*	0,74	1,02
2-002*	1,07	1,27
2-003*	1,42	1,52
2-004	1,78	1,78
2-005	2,57	1,78
2-006	2,9	1,78
2-007	3,68	1,78
2-008	4,47	1,78
2-009	5,28	1,78
2-010	6,07	1,78
2-011	7,65	1,78
2-012	9,25	1,78
2-013	10,82	1,78
2-014	12,42	1,78
2-015	14	1,78
2-016	15,6	1,78
2-017	17,17	1,78
2-018	18,17	1,78
2-019	20,35	1,78
2-020	21,95	1,78
2-021	23,52	1,78
2-022	25,12	1,78
2-023	26,7	1,78
2-024	28,3	1,78

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d_2
2-025	29,87	1,78
2-026	31,47	1,78
2-027	33,05	1,78
2-028	34,65	1,78
2-029	37,82	1,78
2-030	41	1,78
2-031	44,17	1,78
2-032	47,35	1,78
2-033	50,52	1,78
2-034	53,7	1,78
2-035	56,87	1,78
2-036	60,05	1,78
2-037	63,22	1,78
2-038	66,4	1,78
2-039	69,57	1,78
2-040	72,75	1,78
2-041	75,92	1,78
2-042	82,27	1,78
2-043	88,62	1,78
2-044	94,97	1,78
2-045	101,32	1,78
2-046	107,67	1,78
2-047	114,02	1,78
2-048	120,37	1,78
2-049	126,72	1,78
2-050	133,07	1,78

* Пожалуйста, обратите внимание на отличие поперечных сечений для данных размеров.

Таб. 4.1 размеры 2-0xx

размеры 2-1xx: поперечное сечение $d_2 = 2,62$ мм

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d_2
2-102	1,24	2,62
2-103	2,06	2,62
2-104	2,84	2,62
2-105	3,63	2,62
2-106	4,42	2,62
2-107	5,23	2,62
2-108	6,02	2,62
2-109	7,59	2,62
2-110	9,19	2,62
2-111	10,77	2,62
2-112	12,37	2,62
2-113	13,94	2,62
2-114	15,54	2,62
2-115	17,12	2,62

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-116	18,72	2,62
2-117	20,29	2,62
2-118	21,89	2,62
2-119	23,47	2,62
2-120	25,07	2,62
2-121	26,64	2,62
2-122	28,24	2,62
2-123	29,82	2,62
2-124	31,42	2,62
2-125	32,99	2,62
2-126	34,59	2,62
2-127	36,17	2,62
2-128	37,77	2,62
2-129	39,34	2,62
2-130	40,94	2,62
2-131	42,52	2,62
2-132	44,12	2,62
2-133	45,69	2,62
2-134	47,29	2,62
2-135	48,9	2,62
2-136	50,47	2,62
2-137	52,07	2,62
2-138	53,64	2,62
2-139	55,25	2,62
2-140	56,82	2,62
2-141	58,42	2,62
2-142	59,99	2,62
2-143	61,6	2,62
2-144	63,17	2,62
2-145	64,77	2,62
2-146	66,34	2,62
2-147	67,95	2,62
2-148	69,52	2,62
2-149	71,12	2,62
2-150	72,69	2,62
2-151	75,87	2,62
2-152	82,22	2,62
2-153	88,57	2,62
2-154	94,92	2,62
2-155	101,27	2,62
2-156	107,62	2,62
2-157	113,97	2,62
2-158	120,32	2,62
2-159	126,67	2,62
2-160	133,02	2,62
2-161	139,37	2,62
2-162	145,72	2,62
2-163	152,07	2,62

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-164	158,42	2,62
2-165	164,77	2,62
2-166	171,12	2,62
2-167	177,47	2,62
2-168	183,82	2,62
2-169	190,17	2,62
2-170	196,52	2,62
2-171	202,87	2,62
2-172	209,22	2,62
2-173	215,57	2,62
2-174	221,92	2,62
2-175	228,27	2,62
2-176	234,62	2,62
2-177	240,97	2,62
2-178	247,32	2,62

Таб. 4.2 размеры 2-1xx

размеры 2-2xx: поперечное сечение d₂ = 3,53 мм

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-201	4,34	3,53
2-202	5,94	3,53
2-203	7,52	3,53
2-204	9,12	3,53
2-205	10,12	3,53
2-206	12,29	3,53
2-207	13,87	3,53
2-208	15,47	3,53
2-209	17,04	3,53
2-210	18,64	3,53
2-211	20,22	3,53
2-212	21,82	3,53
2-213	23,39	3,53
2-214	24,99	3,53
2-215	26,57	3,53
2-216	28,17	3,53
2-217	29,74	3,53
2-218	31,34	3,53
2-219	32,92	3,53
2-220	34,52	3,53
2-221	36,09	3,53
2-222	37,69	3,53
2-223	40,87	3,53
2-224	44,04	3,53
2-225	47,22	3,53
2-226	50,39	3,53

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-227	53,57	3,53
2-228	56,74	3,53
2-229	59,92	3,53
2-230	63,09	3,53
2-231	66,27	3,53
2-232	69,44	3,53
2-233	72,62	3,53
2-234	75,79	3,53
2-235	78,97	3,53
2-236	82,14	3,53
2-237	85,32	3,53
2-238	88,49	3,53
2-239	91,67	3,53
2-240	94,84	3,53
2-241	98,02	3,53
2-242	101,19	3,53
2-243	104,37	3,53
2-244	107,54	3,53
2-245	110,72	3,53
2-246	113,89	3,53
2-247	117,07	3,53
2-248	120,24	3,53
2-249	123,42	3,53
2-250	126,59	3,53
2-251	129,77	3,53
2-252	132,94	3,53
2-253	136,12	3,53
2-254	139,29	3,53
2-255	142,47	3,53
2-256	145,64	3,53
2-257	148,82	3,53
2-258	151,99	3,53
2-259	158,34	3,53
2-260	164,69	3,53
2-261	171,04	3,53
2-262	177,39	3,53
2-263	183,74	3,53
2-264	190,09	3,53
2-265	196,44	3,53
2-266	202,79	3,53
2-267	209,14	3,53
2-268	215,49	3,53
2-269	221,84	3,53
2-270	228,19	3,53
2-271	234,54	3,53
2-272	240,89	3,53
2-273	247,24	3,53
2-274	253,59	3,53

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-275	266,29	3,53
2-276	278,99	3,53
2-277	291,69	3,53
2-278	304,39	3,53
2-279	329,79	3,53
2-280	355,19	3,53
2-281	380,59	3,53
2-282	405,26	3,53
2-283	430,66	3,53
2-284	456,06	3,53

Таб. 4.3 размеры 2-2xx

размеры 2-3xx: поперечное сечение d₂ = 5,33 мм

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-309	10,46	5,33
2-310	12,07	5,33
2-311	13,64	5,33
2-312	15,24	5,33
2-313	16,81	5,33
2-314	18,42	5,33
2-315	19,99	5,33
2-316	21,59	5,33
2-317	23,16	5,33
2-318	24,77	5,33
2-319	26,34	5,33
2-320	27,94	5,33
2-321	29,51	5,33
2-322	31,12	5,33
2-323	32,69	5,33
2-324	34,29	5,33
2-325	37,47	5,33
2-326	40,64	5,33
2-327	43,82	5,33
2-328	46,99	5,33
2-329	50,17	5,33
2-330	53,34	5,33
2-331	56,52	5,33
2-332	59,69	5,33
2-333	62,87	5,33
2-334	66,04	5,33
2-335	69,22	5,33
2-336	72,39	5,33
2-337	75,57	5,33
2-338	78,74	5,33
2-339	81,92	5,33
2-340	85,09	5,33

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-341	88,27	5,33
2-342	91,44	5,33
2-343	94,62	5,33
2-344	97,79	5,33
2-345	100,97	5,33
2-346	104,14	5,33
2-347	107,32	5,33
2-348	110,49	5,33
2-349	113,67	5,33
2-350	116,84	5,33
2-351	120,02	5,33
2-352	123,19	5,33
2-353	126,37	5,33
2-354	129,54	5,33
2-355	132,72	5,33
2-356	135,89	5,33
2-357	139,07	5,33
2-358	142,24	5,33
2-359	145,42	5,33
2-360	148,59	5,33
2-361	151,77	5,33
2-362	158,12	5,33
2-363	164,47	5,33
2-364	170,82	5,33
2-365	177,17	5,33
2-366	183,52	5,33
2-367	189,87	5,33
2-368	196,22	5,33
2-369	202,57	5,33
2-370	208,92	5,33
2-371	215,27	5,33
2-372	221,62	5,33
2-373	227,97	5,33
2-374	234,32	5,33
2-375	240,67	5,33
2-376	247,02	5,33
2-377	253,37	5,33
2-378	266,07	5,33
2-379	278,77	5,33
2-380	291,47	5,33
2-381	304,17	5,33
2-382	329,57	5,33
2-383	354,97	5,33
2-384	380,37	5,33
2-385	405,26	5,33
2-386	430,66	5,33
2-387	456,06	5,33
2-388	481,41	5,33

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-389	506,81	5,33
2-390	532,21	5,33
2-391	557,61	5,33
2-392	582,68	5,33
2-393	608,08	5,33
2-394	633,48	5,33
2-395	658,88	5,33

Таб. 4.4 размеры 2-3xx

размеры 2-4xx: поперечное сечение d₂ = 6,99 мм

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-425	113,67	6,99
2-426	116,84	6,99
2-427	120,02	6,99
2-428	123,19	6,99
2-429	126,37	6,99
2-430	129,54	6,99
2-431	132,72	6,99
2-432	135,89	6,99
2-433	139,07	6,99
2-434	142,24	6,99
2-435	145,42	6,99
2-436	148,59	6,99
2-437	151,77	6,99
2-438	158,12	6,99
2-439	164,47	6,99
2-440	170,82	6,99
2-441	177,17	6,99
2-442	183,52	6,99
2-443	189,87	6,99
2-444	196,22	6,99
2-445	202,57	6,99
2-446	215,27	6,99
2-447	227,97	6,99
2-448	240,67	6,99
2-449	253,37	6,99
2-450	266,07	6,99
2-451	278,77	6,99
2-452	291,47	6,99
2-453	304,17	6,99
2-454	316,87	6,99
2-455	329,57	6,99
2-456	342,27	6,99
2-457	354,97	6,99
2-458	367,67	6,99

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	внутренний диаметр d	Поперечное сечение d ₂
2-459	380,37	6,99
2-460	393,07	6,99
2-461	405,26	6,99
2-462	417,96	6,99
2-463	430,66	6,99
2-464	443,36	6,99
2-465	456,06	6,99
2-466	468,76	6,99
2-467	481,46	6,99
2-468	494,16	6,99
2-469	506,86	6,99
2-470	532,26	6,99
2-471	557,66	6,99
2-472	582,68	6,99
2-473	608,08	6,99
2-474	633,48	6,99
2-475	658,88	6,99

Таб. 4.5 размеры 2-4xx

Размер уплотнительного кольца влияет на два наиболее важных расчетных параметра кольцевого уплотнения: удлинение или сжатие и деформация, т. е. деформация диаметра поперечного сечения в установленном состоянии. В данном документе представлены соответствующие рекомендации по установке (см. раздел «Рекомендации по проектированию»), которые, безусловно, зависят от типа применения уплотнительного кольца круглого сечения. Во многих случаях возможны небольшие отклонения от верхнего и нижнего установочных пределов, которые не оказывают влияния на функционирование или срок службы уплотнения. При возникновении сомнений обратитесь за консультацией к нашим инженерам по применению.

Допуски

Точные уплотнительные кольца круглого сечения Parker изготавливаются с очень строгими допусками. Эти допуски стандартизированы в DIN ISO 3601-1 и представлены в таблицах ниже. Допуски являются специфическими для уплотнительных колец из бутадиеннитрильного каучука с твердостью 70 единиц по международной шкале твердости резины. Для других компаундов в связи с индивидуальными коэффициентами усадки материала могут использоваться различные значения ширины приемки и положений допуска. Если эти изменения влияют на функциональные характеристики изделия, необходимо изготовить соответствующую форму для отливки с целью сохранения указанных допусков.

Пример оформления заказа

Внутренний диаметр: 14,00 мм

Поперечное сечение: 1,78 мм

№ Parker: 2-015

Компаунд: N0674-70 (NBR, 70 единиц по шкале Шора)

Уплотнительное кольцо, 14 × 1,78, 2-015, N0674-70

Поперечное сечение d ₂ [мм]	Допуск [мм]
0,80 < d ₂ ≤ 2,25 ¹⁾	± 0,08
2,25 < d ₂ ≤ 3,15 ¹⁾	± 0,09
3,15 < d ₂ ≤ 4,50	± 0,10
4,50 < d ₂ ≤ 6,30	± 0,13
6,30 < d ₂ ≤ 8,40	± 0,15

¹⁾ Действительно только для класса В.

Таб. 4.6 Допуски поперечного сечения для уплотнительных колец круглого сечения

Расчет допуска внутреннего диаметра

$$\Delta d_1 = \pm [(d_1^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

Данное уравнение может быть использовано для расчета допуска внутреннего диаметра (класс В) для уплотнительных колец круглого сечения.

Пример: допуск Δd_1 для внутреннего диаметра уплотнительного кольца круглого сечения, $d_1 = 400$ мм.

$$\Delta d_1 = \pm [(400^{0,95} \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm [(296,45 \times 0,009) + 0,11]$$

$$\Delta d_1 = \pm 2,78 \text{ мм}$$

4.2 Уплотнительные кольца круглого сечения для резьбовых соединений

Резьбовые соединения используются для быстрого и надежного соединения гибких проводников/шлангов/труб и сантехники/трубопроводов. В отличие от фланцев, резьбовые соединения не требуют применения сварочных работ, что облегчает их производство при малых номинальных диаметрах. Соединения применяются в диапазоне с номинальным диаметром до DN 30 (1¼ дюйма) и давлением до нескольких сотен атмосфер.

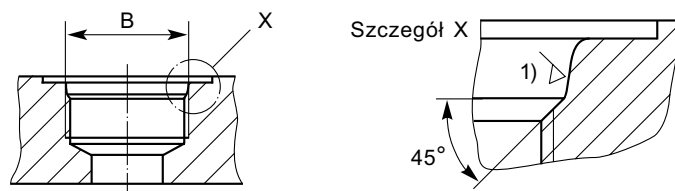
Соединительные элементы подразделяются на металлические элементы и элементы с мягким уплотнением. Резьбовые соединения с мягким уплотнением используются практически во всех отраслях промышленности. Сфера применения таких соединений помимо строительной техники, металлорежущих станков, гидравлических прессов и машин для литья пластмассы методом впрыска включает также, например, кораблестроение, железные дороги и морские сооружения.

Уплотнения для резьбовых соединений с мягким уплотнением изготавливаются преимущественно из компаундов NBR, EPDM и FKM. Для резьбовых соединений подразделение Engineered Materials Group (EMG) корпорации Parker предлагает уплотнительные кольца профиля ED, кольца круглого сечения и формованные изделия в широком спектре компаундов. В сочетании с высококачественными соединительными элементами они обеспечивают оптимальную производительность даже в сложных условиях применения.

Помимо прочего мягкие уплотнения обладают следующими преимуществами:

- малые утечки даже в среде с низкой вязкостью;
- компенсация для производственных допусков;
- простота использования;
- пригодность к повторной установке.

4.2.1 Резьбовые соединения ISO 6149-1 для метрической трубопроводной арматуры и соединения ISO 11926-1 для резьбы UNF с конической раззенковкой



¹⁾ Поверхность уплотнения выполняется таким образом, чтобы не допустить образования осевых или спиральных следов обрезки.

$R_{\text{max}} = 6,3 \text{ мкм}$, $R_a = 1,6 \text{ мкм}$

Размеры для конической раззенковки приведены из стандарта.

Рис. 4.1 Резьбовое соединение с конической раззенковкой

В местах с пульсирующим давлением уплотнительные кольца для резьбы M22 × 1,5 и более должны быть изготовлены из стойкого к выдавливанию полиуретана P5008. В таких условиях уплотнительные кольца из NBR непригодны.

Метрическая резьба, В	Размер кольца круглого сечения		Parker заказной номер
	d ₁ [мм]	d ₂ [мм]	
M 8 × 1,0	6,1 ±0.2	1,6 ±0.08	6-1751
M 10 × 1,0	8,1 ±0.2	1,6 ±0.08	6-192
M 12 × 1,5	9,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1730
M 14 × 1,5	11,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1536
M 16 × 1,5	13,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-1936
M 18 × 1,5	15,3 ±0.2	2,2 ±0.08	6-940
M 20 × 1,5	17,3 ±0.22	2,2 ±0.08	6-1961
M 22 × 1,5	19,3 ±0.22	2,2 ±0.08	6-1975
M 27 × 2,0	23,6 ±0.24	2,9 ±0.09	6-942
M 30 × 2,0	26,6 ±0.26	2,9 ±0.09	Другие размеры по запросу.
M 33 × 2,0	29,6 ±0.29	2,9 ±0.09	Другие размеры по запросу.
M 42 × 2,0	38,6 ±0.37	2,9 ±0.09	Другие размеры по запросу.
M 48 × 2,0	46,6 ±0.43	2,9 ±0.09	Другие размеры по запросу.
M 60 × 2,0	56,6 ±0.51	2,9 ±0.09	Другие размеры по запросу.

Таб. 4.7 Размеры уплотнительного кольца для ISO 6149

Компаунд: NBR (бутадиенакрилонитрильный каучук), стойкий к выдавливанию, N0552-90.

Пример оформления заказа: Уплотнительное кольцо ISO 6149 для метрического тонкого резьбового соединителя с конической раззенковкой M10 × 1: уплотнительное кольцо 6-1975, N0552-90.

4.2.2 Резьбовой штуцер DIN 3865 с поверхностью уплотнения 24° для DIN 3861, тип отверстия W

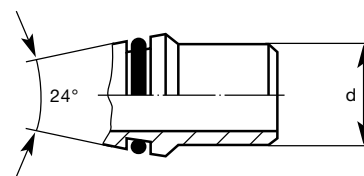


Рис. 4.2 Резьбовой штуцер с конической уплотнительной поверхностью 24°: форма А для приварного соединения

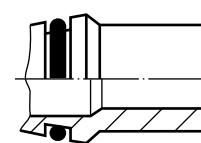


Рис. 4.3 Резьбовой штуцер с конической уплотнительной поверхностью 24°: форма В для шлангового соединения

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

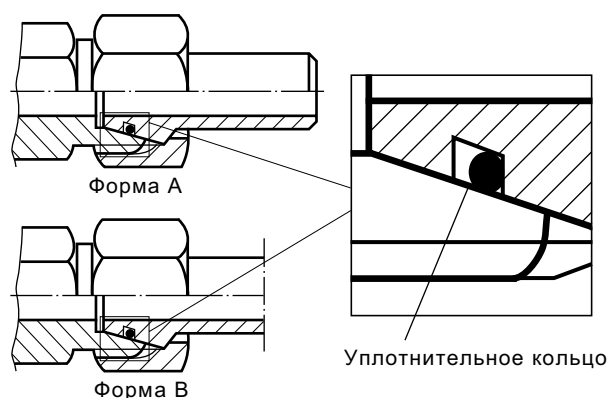


Рис. 4.4 Сборка

Тип	Наружный диаметр трубы d [мм]	Размер кольца круглого сечения d ₁ [мм] d ₂ [мм]		Parker заказной номер
легкий	8	6,00	1,50	6-038
легкий	10	7,50	1,50	6-091
легкий	12	9,00	1,50	6-010
легкий	15	12,00	2,00	6-065
легкий	18	15,00	2,00	6-005
легкий	22	20,00	2,00	9-205
легкий	28	26,00	2,00	9-262
легкий	35	32,00	2,50	9-300
легкий	42	38,00	2,50	9-341
тяжелый	8	6,00	1,50	6-038
тяжелый	10	7,50	1,50	6-091
тяжелый	12	9,00	1,50	6-010
тяжелый	14	10,00	2,00	6-003
тяжелый	16	12,00	2,00	6-065
тяжелый	20	16,30	2,40	9-168
тяжелый	25	20,30	2,40	6-275
тяжелый	30	25,30	2,40	9-259
тяжелый	38	33,30	2,40	6-472

Таб. 4.8 Размеры уплотнительного кольца согласно DIN 3865

Компаунд: NBR (бутадиенакрилонитрильный каучук), стойкий к выдавливанию, N0552-90.

Пример оформления заказа: уплотнительное кольцо круглого сечения DIN 38665 для отверстия типа W согласно DIN 3861, легкого типа, наружный диаметр трубы 22 мм: кольцо круглого сечения, 9-205, N0552-90.

4.2.3 Резьбовые соединения по SAE J 514 APR 80, винтовые резьбы по SAE J 475 (ISO R 725)

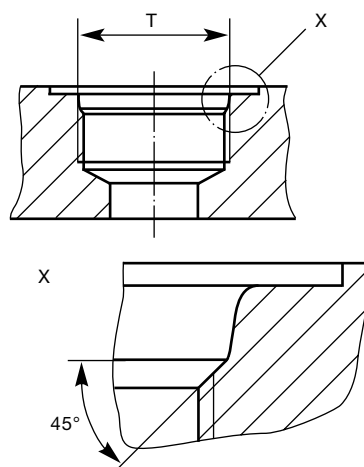


Рис. 4.5

Британский стандарт резьбы, размер Т [дюйм]	Наружный диаметр трубы [дюйм]	Размер уплотнительного кольца круглого сечения d ₁ [мм] d ₂ [мм]		Parker заказной номер
5/16 - 24	1/8	6,07	1,63	3-902
3/8 - 24	3/16	7,65	1,63	3-903
7/16 - 20	1/4	8,92	1,83	3-904
1/2 - 20	5/16	10,52	1,83	3-905
9/16 - 18	3/8	11,89	1,98	3-906
3/4 - 16	1/2	16,36	2,21	3-908
7/8 - 14	5/8	19,18	2,46	3-910
1 1/16 - 12	3/4	23,47	2,95	3-912
1 3/16 - 12	7/8	26,59	2,95	3-914
1 5/16 - 12	1	29,74	2,95	3-916
1 5/16 - 12	1 1/4	37,47	3,00	3-920
1 7/8 - 12	1 1/2	43,69	3,00	3-924
2 1/2 - 12	2	59,36	3,00	3-932

Таб. 4.9 Размеры уплотнительного кольца круглого сечения в соответствии с SAE J 514, SAE J 475

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

4.2.4 Резьбовые соединения по MS 33649, прямое резьбовое отверстие по MIL-S-8879

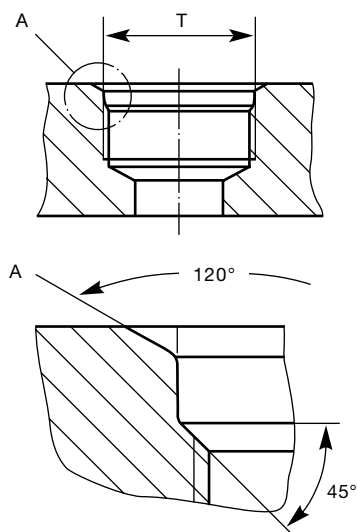


Рис. 4.6

Винтовая резьба Mil-S8879 размер T	UNJF- 3B	Наруж- ный ди- аметр трубы		Размер уплотнитель- ного кольца круглого сечения		Parker заказ- ной номер
[дюйм]		[дюйм]		d ₁ [мм]	d ₂ [мм]	
0,3125 - 24		0,125	2	6,07	1,63	3-902
0,3750 - 24		0,188	3	7,65	1,63	3-903
0,4375 - 20	●	0,250	4	8,92	1,83	3-904
0,5000 - 20		0,320	5	10,52	1,83	3-905
0,5625 - 18		0,375	6	11,89	1,98	3-906
0,6250 - 18		0,438	7	13,46	2,08	3-907
0,7500 - 16	●	0,500	8	16,36	2,21	3-908
0,8125 - 16	●	0,562	9	17,93	2,46	3-909
0,8750 - 14	●	0,625	10	19,18	2,46	3-910
1,0000 - 12	●	0,688	11	21,92	2,95	3-911
1,0625 - 12		0,750	12	23,47	2,95	3-912
1,1875 - 12		0,875	14	26,59	2,95	3-914
1,3125 - 12	●	1,000	16	29,74	2,95	3-916
1,5000 - 12	●	1,125	18	34,42	2,95	3-918
1,6250 - 12		1,250	20	37,47	3,00	3-920
1,8750 - 12		1,500	24	43,69	3,00	3-924
2,2500 - 12		1,750	28	53,09	3,00	3-928

Таб. 4.10 Размеры уплотнительного кольца круглого сечения согласно MS 33649

4.2.5 Уплотнительные кольца круглого сечения для MS 33656, обжимные фитинги

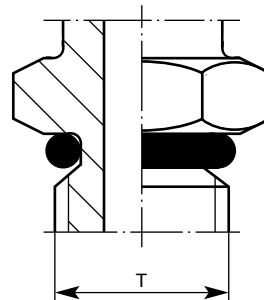


Рис. 4.7

Британский стандарт резьбы, размер T	Наружный диаметр трубы	Размер уплотнительного кольца круглого сечения		Parker заказной номер
[дюйм]	[дюйм]	d ₁ [мм]	d ₂ [мм]	
5/16 - 24	1/8	6,07	1,63	3-902
3/8 - 24	3/16	7,65	1,63	3-903
7/16 - 20	1/4	8,92	1,83	3-904
1/2 - 20	5/16	10,52	1,83	3-905
9/16 - 18	3/8	11,89	1,98	3-906
3/4 - 16	1/2	16,36	2,21	3-908
7/8 - 14	5/8	19,18	2,46	3-910
1 1/16 - 12	3/4	23,47	2,95	3-912
1 3/16 - 12	7/8	26,59	2,95	3-914
1 5/16 - 12	1	29,74	2,95	3-916
1 5/16 - 12	1 1/4	37,47	3,00	3-920
1 7/8 - 12	1 1/2	43,69	3,00	3-924
2 1/2 - 12	2	59,36	3,00	3-932

Таб. 4.11 Размеры уплотнительного кольца круглого сечения согласно MS 33656

4.3 Антиэкструзионные кольца Parbak®

4.3.1 Введение

Антиэкструзионные кольца применяются в сочетании с уплотнительными кольцами круглого сечения и сами по себе не являются уплотнениями. Поперечное сечение кольца круглого сечения при установке деформируется по диаметру с целью обеспечения упругости уплотнения (рис. 4.8, слева сверху). Если среда оказывает давление, кольцо круглого сечения деформируется по направлению к зазору между двумя деталями, улучшая, таким образом, уплотняющее воздействие (рис. 4.8, справа сверху). При достижении предельных значений (слишком высокое давление, слишком широкий зазор) уплотнительное кольцо сжимается в зазоре (рис. 4.8, слева снизу). Если давление продолжает повышаться (рис. 4.8, справа снизу), уплотнительное кольцо будет деформировано под действием сдавливания до такой степени, что потеряет способность к восстановлению формы при снижении давления.

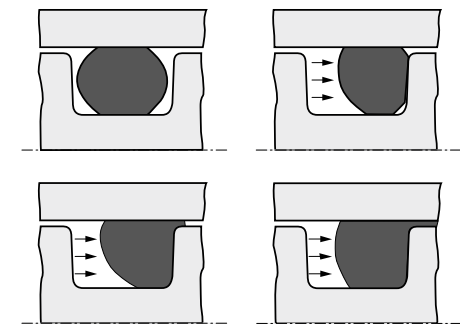


Рис. 4.8

Повторяющееся воздействие высокого давления в конечном счете вызовет полное разрушение уплотнительного кольца (см. раздел 10.2 «Выдавливание»). Это приведет к выходу уплотнения из строя. Для предотвращения такого повреждения используются антиэкструзионные кольца. Они уменьшают зазор со стороны кольца круглого сечения не находящейся под давлением.

Антиэкструзионные кольца круглого сечения Parbak® производства Parker имеют соответствующий профиль, не имеют швов и изготавливаются в пределах строгих допусков.

Уплотнительные кольца, используемые в сочетании с антиэкструзионными кольцами Parbak®, способны выдерживать гораздо большее давление, чем уплотнительные кольца сами по себе (см. рис.).

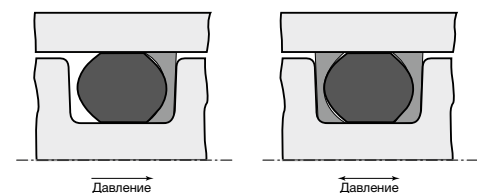


Рис. 4.9 Работа уплотнительного кольца круглого сечения в комбинации с антиэкструзионными кольцами Parbak®

Преимущества антиэкструзионных колец Parbak®

Антиэкструзионные кольца Parbak® изготавливаются из жестких эластомерных компаундов. Применение профилирования в сочетании со сплошной и бесшовной конструкцией обеспечивает уплотнительное кольцо большой стойкостью к выдавливанию в экструзионный зазор. В результате улучшается эффективность и срок службы уплотнения, а также расширяется область потенциального применения.

- Характерная жесткость и поддерживающий профиль антиэкструзионных колец Parbak® заставляют уплотнительное кольцо поддерживать почти круглую форму даже при высоком давлении (рис. 4.9). Это улучшает уплотняющее воздействие и срок службы уплотнения, особенно под высоким давлением.
- Давление и зазор взаимосвязаны друг с другом по отношению к выдавливанию. Следовательно, антиэкструзионные кольца Parbak® могут использоваться как для контроля более высокого давления, так и с целью обеспечения более свободных допусков, т. е. более широких зазоров, при том же давлении. Это снижает стоимость производства.
- Антиэкструзионные кольца Parbak® эластичны, так как они производятся из таких же эластомеров, как и уплотнительные кольца круглого сечения. Несмотря на свою сплошную конструкцию, антиэкструзионные кольца могут растягиваться и, следовательно, легко устанавливаются.
- Антиэкструзионные кольца Parbak® имеют сплошную конструкцию. Это означает, что даже при очень высоком давлении уплотнительные кольца круглого сечения не повреждаются острыми краями в местах разделения антиэкструзионных колец. В результате кольца Parbak® имеют более длительный срок службы по сравнению с антиэкструзионными кольцами других типов.
- Кольца Parbak® экономически более выгодны по сравнению с антиэкструзионными кольцами других типов.
- Антиэкструзионные кольца Parbak® изготавливаются преимущественно из стойких к истиранию компаундов. Это важно для смазки и, следовательно, для срока службы уплотнения, поскольку даже маленькие поры на поверхности и неравномерности ответных поверхностей выступают в роли «смазочных карманов». Антиэкструзионные кольца Parbak® фактически поддерживают процесс смазки. Компаунд Parbak® поглощает небольшое количество среды, которое остается между уплотнительным и антиэкструзионным кольцом и покрывает динамические поверхности смазочной пленкой.
- Для сравнения, другие типы антиэкструзионных колец (например, из ПТФЭ) заполняют микроскопические поры в металле и создают гладкую, словно отполированную, поверхность, которая не допускает впитывания смазки и ускоряет износ уплотнительного кольца. При использовании колец Parbak® такой риск отсутствует.

Информация о конструкции

1. Жесткость является одним из критериев износа уплотнительного кольца круглого сечения при динамическом применении. Наилучшим образом для этих целей подходят

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

компаунды с твердостью от 70 до 80 единиц по шкале Шора А. Более твердые уплотнительные кольца обладают меньшей способностью к компенсации неравномерностей поверхности, что ведет к возникновению вероятности протечки, в частности, при низком давлении или без давления. Кроме того, трение при запуске более твердых уплотнительных колец выше и, следовательно, такие кольца подвержены более серьезному износу. Уплотнительные кольца с твердостью меньше 70–80 единиц по шкале Шора А вызывают меньше трения при запуске, но они также являются менее стойкими к истиранию.

- Более мягкие уплотнительные кольца в диапазоне твердости от 70 до 80 единиц по шкале Шора А обладают лучшими уплотнительными свойствами, чем очень твердые уплотнительные кольца, но под большим давлением могут быть повреждены вследствие выдавливания. Применение антиэкструзионных колец круглого сечения Parbak® позволяет безопасно использовать даже более мягкие уплотнительные кольца при высоком давлении.
- Номера для заказа антиэкструзионного кольца Parbak® соответствуют номерам уплотнительного кольца Parker серии 2-xxx, с которым антиэкструзионное кольцо собирается. Для стандартного компаунда N0300-90 кольца Parbak®, соответствующего уплотнительному кольцу 2-211, номером заказа является 8-211, N0300-90.
- Ширина паза b_1 или b_2 приведена в таблице 4.12.
- Обработка поверхности для динамических применений должна выбираться из таблицы 4.13. Как правило, срок службы уплотнительных и антиэкструзионных колец увеличивается в соответствии с качеством обработки поверхности. Шероховатость обработки поверхности никогда не должна быть менее $R_{\max} = 0,5$ мкм, так как в противном случае поверхность будет слишком гладкой для прилипания к ней смазочной пленки. Недостаточное количество

смазочной пленки может привести к быстрому износу уплотнительного кольца.

- По возможности должны устанавливаться два антиэкструзионных кольца Parbak® в целях снижения риска неправильной посадки.
- Если давление подается только с одной стороны и используется только одно антиэкструзионное кольцо, уплотнительное кольцо со стороны направления давления должно устанавливаться перед антиэкструзионным кольцом. Другими словами, порядок должен быть следующим: давление — уплотнительное кольцо — антиэкструзионное кольцо Parbak® (с профилированной поверхностью по направлению к уплотнительному кольцу).
- Радиус угла R основания паза должен быть как можно меньшим, принимая во внимание условия растяжения и работоспособность деталей.
- Уплотнительное кольцо круглого сечения должно выбираться для соответствия условиям применения с учетом всех факторов (например, давления, температуры, контактной среды, скорости, размера и т. д.).

Антиэкструзионные кольца	W [мм]	ширина канавки b_1 Одно антиэкструзионное кольцо [мм]		ширина канавки b_2 Два антиэкструзионных кольца [мм]	
8-006 - 8-050	1,35	3,5	- 3,7	4,6	- 4,8
8-102 - 8-178	2,18	4,7	- 4,9	5,8	- 6,0
8-201 - 8-284	3,00	5,8	- 6,0	6,8	- 7,0
8-309 - 8-395	4,65	8,7	- 8,9	10,2	- 10,4
8-425 - 8-475	5,99	12,0	- 12,2	14,4	- 14,6

Таб. 4.12 Изменения ширины паза, необходимые при использовании антиэкструзионных колец Parbak®

Поверхность	давление	Статическое уплотнение Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта t		Динамическое уплотнение Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта t	
		R_a	$R_{\max}$	R_a	$R_{\max}$
А контактная поверхность	не пульсирующее	1,6	6,3	0,4	1,6
А контактная поверхность	пульсирующее	0,8	3,2	0,4	1,6
В основание и стороны паза	не пульсирующее	3,2	12,5	1,6	6,3
В основание и стороны паза	пульсирующее	1,6	6,3	1,6	6,3

Таб. 4.13 Обработка поверхности для уплотнительных колец круглого сечения

Допустимые диапазоны давления

На рис. 4.10 отражены характеристики выдавливания для уплотнительных колец круглого сечения, изготовленных из эластомеров различной степени твердости, в зависимости от давления и максимального диаметального зазора. При вероятности возникновения так называемого «дыхания», которое может проявляться в цилиндрах под очень высоким давлением, необходимо также принимать это в расчет.

Пример: компаунд уплотнительного кольца N0674-70 (твердость 70 единиц по шкале Шора А)

Рабочее давление: 100 бар.

Диаметральный зазор: макс. 0,36 мм в соответствии с допусками, указанными на чертеже, и 0,40 мм при «дыхании».

Рабочее давление на пересечении вертикальной линии диаметального зазора 0,4 мм с кривой твердости 70 единиц по шкале Шора составит около 38 бар. Следовательно, без антиэкструзионного кольца уплотнительное кольцо будет запрессовано в зазор при любом давлении выше 38 бар, что приведет к разрушению уплотнительного кольца. При использовании колец Parbak® (с номинальной твердостью 90 единиц по шкале Шора А) в дополнение к уплотнительному кольцу, диаграмма показывает допустимое давление около 140 бар.

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

В дополнение к значениям, приведенным на схеме для допустимого давления и наибольшего возможного диаметра, требования к проектированию также рекомендуют применять коэффициент безопасности с целью учета влияния любых негативных факторов на сжатие.

Компаунды

Кольца Parker Parbaks® доступны как стандартные изделия в компаунде N0300-90, эластомере на основе бутадиенакрилонитрильного каучука (NBR) с твердостью 90 единиц по шкале Шора А. Физические свойства этого компаунда делают его пригодным для широкого ряда применений:

- широкий температурный диапазон,
- соответствующая твердость,
- долговечность,
- совместимость с широким диапазоном жидкостей.

N0300-90 обладает стойкостью практически ко всем гидравлическим жидкостям, за исключением огнестойких, таких как Skydrol, Pydraul, Houghto-Safe®, HydroDrive® и т. д. Диапазон рабочей температуры от -55 °C до +105 °C.

Другие компаунды

Для особых условий, которым не соответствует стандартный компаунд, доступны специальные компаунды, например E3804-90 (этиленпропилен) или V0709-90 (фторуглерод).

Стандартные размеры опорных колец Parbak® (серии 8-xxx) с допусками для А, М, R, Т и W (рис. 4.11) приведены в таблице 4.14.

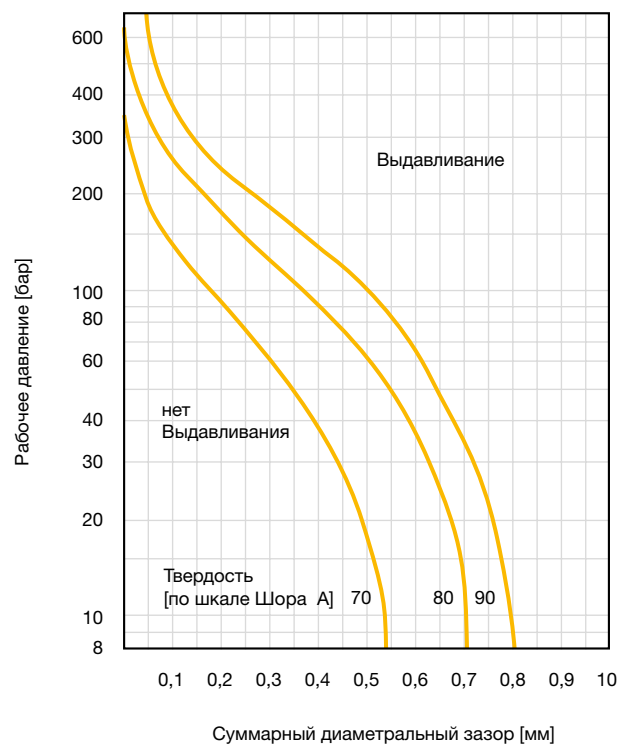


Рис. 4.10 Диаграмма для выбора статических кольцевых уплотнений

Примечания:

1. Диаграмма основана на 100 000 циклах давления с частотой 60 циклов в минуту.
2. Допустимый зазор для силикона и фторсиликона составляет половину от рекомендованного зазора.
3. Диаграмма действительна для температуры до 70 °C.
4. Расширения цилиндра под давлением не учитывались.

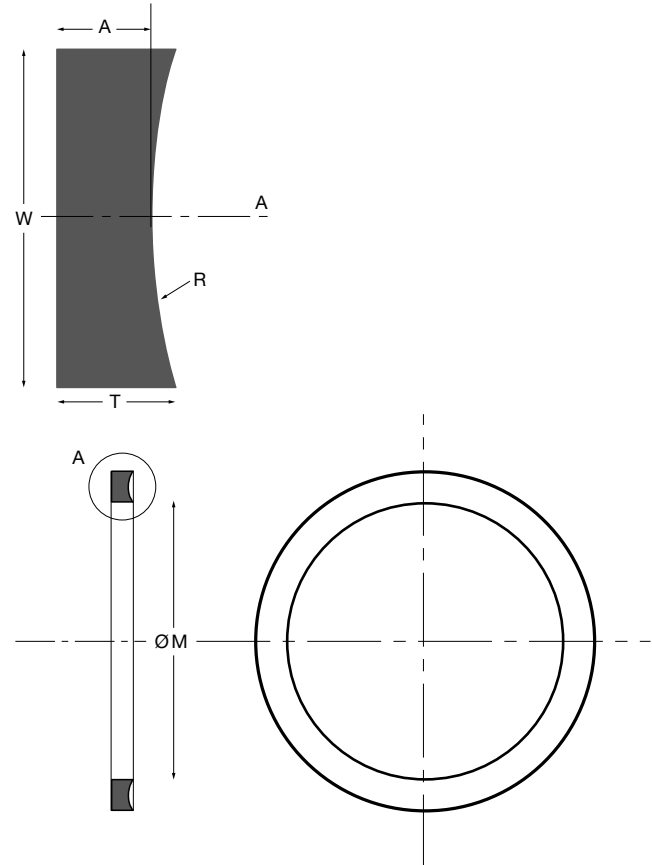


Рис. 4.11 Антиэкструзионное кольцо Parbak®

Размеры антиэкструзионного кольца Parbak® серии 8-xxx

№ Parker	M [мм]	W ^{±0,08} [мм]
8-004	2,44	1,35
8-005	3,23	1,35
8-006	3,56	1,35
8-007	4,34	1,35
8-008	5,13	1,35
8-009	5,94	1,35
8-010	6,73	1,35
8-011	8,31	1,35
8-012	9,91	1,35
8-013	11,56	1,35
8-014	13,16	1,35
8-015	14,73	1,35
8-016	16,33	1,35
8-017	17,91	1,35

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

N ^o Parker	M [MM]	W $\pm 0,08$ [MM]
8-018	19,51	1,35
8-019	21,08	1,35
8-020	22,68	1,35
8-021	24,26	1,35
8-022	25,86	1,35
8-023	27,43	1,35
8-024	29,03	1,35
8-025	30,61	1,35
8-026	32,21	1,35
8-027	33,78	1,35
8-028	35,38	1,35
8-029	38,56	1,35
8-030	41,73	1,35
8-031	44,91	1,35
8-032	48,08	1,35
8-033	51,26	1,35
8-034	54,43	1,35
8-035	57,61	1,35
8-036	60,78	1,35
8-037	63,96	1,35
8-038	67,13	1,35
8-039	70,31	1,35
8-040	73,48	1,35
8-041	76,66	1,35
8-042	83,01	1,35
8-043	89,36	1,35
8-044	95,71	1,35
8-045	102,06	1,35
8-046	108,41	1,35
8-047	114,76	1,35
8-048	121,11	1,35
8-049	127,46	1,35
8-050	133,81	1,35
8-102	1,96	2,18
8-103	2,77	2,18
8-104	3,56	2,18
8-105	4,34	2,18
8-106	5,13	2,18
8-107	5,94	2,18
8-108	6,73	2,18
8-109	8,31	2,18
8-110	9,91	2,18
8-111	11,48	2,18
8-112	13,08	2,18
8-113	14,66	2,18
8-114	16,26	2,18
8-115	17,83	2,18
8-116	19,43	2,18

N ^o Parker	M [MM]	W $\pm 0,08$ [MM]
8-117	21,11	2,18
8-118	22,68	2,18
8-119	24,28	2,18
8-120	25,86	2,18
8-121	27,46	2,18
8-122	29,03	2,18
8-123	30,63	2,18
8-124	32,21	2,18
8-125	33,81	2,18
8-126	35,38	2,18
8-127	36,98	2,18
8-128	38,56	2,18
8-129	40,16	2,18
8-130	41,73	2,18
8-131	43,33	2,18
8-132	44,91	2,18
8-133	46,51	2,18
8-134	48,08	2,18
8-135	49,68	2,18
8-136	51,26	2,18
8-137	52,86	2,18
8-138	54,43	2,18
8-139	56,03	2,18
8-140	57,61	2,18
8-141	59,21	2,18
8-142	60,78	2,18
8-143	62,38	2,18
8-144	63,96	2,18
8-145	65,56	2,18
8-146	67,13	2,18
8-147	68,73	2,18
8-148	70,31	2,18
8-149	71,91	2,18
8-150	73,48	2,18
8-151	76,66	2,18
8-152	83,01	2,18
8-153	89,36	2,18
8-154	95,71	2,18
8-155	102,06	2,18
8-156	108,41	2,18
8-157	114,76	2,18
8-158	121,11	2,18
8-159	127,46	2,18
8-160	133,81	2,18
8-161	140,16	2,18
8-162	146,51	2,18
8-163	152,86	2,18
8-164	159,21	2,18

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	M [мм]	W ^{±0,08} [мм]
8-165	165,56	2,18
8-166	171,91	2,18
8-167	178,26	2,18
8-168	184,61	2,18
8-169	190,96	2,18
8-170	197,31	2,18
8-171	203,66	2,18
8-172	210,01	2,18
8-173	216,36	2,18
8-174	222,71	2,18
8-175	229,06	2,18
8-176	235,41	2,18
8-177	241,76	2,18
8-178	248,11	2,18

№ Parker	M [мм]	W ^{±0,1} [мм]
8-201	5,13	3
8-202	6,73	3
8-203	8,3	3
8-204	9,9	3
8-205	11,56	3
8-206	13,16	3
8-207	14,73	3
8-208	16,33	3
8-209	17,9	3
8-210	19,46	3
8-211	21,03	3
8-212	22,63	3
8-213	24,21	3
8-214	25,81	3
8-215	27,38	3
8-216	28,98	3
8-217	30,56	3
8-218	32,16	3
8-219	33,88	3
8-220	35,48	3
8-221	37,06	3
8-222	38,66	3
8-223	41,83	3
8-224	45,01	3
8-225	48,18	3
8-226	51,36	3
8-227	54,53	3
8-228	57,71	3
8-229	60,88	3
8-230	64,06	3
8-231	66,83	3
8-232	70	3
8-233	73,18	3
8-234	76,35	3
8-235	79,53	3
8-236	82,7	3
8-237	85,88	3
8-238	89,05	3
8-239	92,23	3
8-240	95,4	3
8-241	98,58	3
8-242	101,75	3
8-243	104,93	3
8-244	108,1	3
8-245	111,28	3
8-246	114,45	3
8-247	117,63	3
8-248	121,11	3

4

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	M [MM]	W $\pm 0,1$ [MM]
8-249	124,28	3
8-250	127,46	3
8-251	130,63	3
8-252	133,81	3
8-253	136,98	3
8-254	140,16	3
8-255	143,33	3
8-256	146,51	3
8-257	149,68	3
8-258	152,86	3
8-259	159,21	3
8-260	165,56	3
8-261	171,91	3
8-262	178,26	3
8-263	184,61	3
8-264	190,96	3
8-265	197,31	3
8-266	203,66	3
8-267	210,01	3
8-268	216,36	3
8-269	222,71	3
8-270	229,06	3
8-271	235,41	3
8-272	241,76	3
8-273	248,11	3
8-274	254,46	3
8-275	267,16	3
8-276	279,86	3
8-277	292,56	3
8-278	305,26	3
8-279	330,66	3
8-280	356,05	3
8-281	381,46	3
8-282	406,12	3
8-283	431,52	3
8-284	456,92	3

№ Parker	M [MM]	W $\pm 0,13$ [MM]
8-309	11,43	4,65
8-310	13,03	4,65
8-311	14,6	4,65
8-312	16,2	4,65
8-313	17,78	4,65
8-314	19,38	4,65
8-315	20,96	4,65
8-316	22,56	4,65
8-317	24,13	4,65
8-318	25,73	4,65
8-319	27,31	4,65
8-320	28,91	4,65
8-321	30,42	4,65
8-322	32,08	4,65
8-323	33,43	4,65
8-324	35,26	4,65
8-325	38,43	4,65
8-326	41,61	4,65
8-327	44,78	4,65
8-328	47,96	4,65
8-329	51,13	4,65
8-330	54,31	4,65
8-331	57,61	4,65
8-332	60,78	4,65
8-333	63,96	4,65
8-334	67,13	4,65
8-335	70,31	4,65
8-336	73,48	4,65
8-337	76,66	4,65
8-338	79,83	4,65
8-339	83,13	4,65
8-340	86,31	4,65
8-341	89,48	4,65
8-342	92,66	4,65
8-343	95,83	4,65
8-344	99,01	4,65
8-345	102,31	4,65
8-346	105,49	4,65
8-347	108,66	4,65
8-348	111,84	4,65
8-349	115,01	4,65
8-350	118,19	4,65
8-351	121,36	4,65
8-352	124,54	4,65
8-353	127,71	4,65
8-354	130,89	4,65
8-355	134,09	4,65
8-356	137,24	4,65

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

№ Parker	M [мм]	W ^{±0,13} [мм]
8-357	140,41	4,65
8-358	143,59	4,65
8-359	146,76	4,65
8-360	149,94	4,65
8-361	153,11	4,65
8-362	159,46	4,65
8-363	165,81	4,65
8-364	172,16	4,65
8-365	178,51	4,65
8-366	184,86	4,65
8-367	191,21	4,65
8-368	197,56	4,65
8-369	203,91	4,65
8-370	210,26	4,65
8-371	216,61	4,65
8-372	222,96	4,65
8-373	229,31	4,65
8-374	235,66	4,65
8-375	242,01	4,65
8-376	248,36	4,65
8-377	254,71	4,65
8-378	267,41	4,65
8-379	280,11	4,65
8-380	292,81	4,65
8-381	305,51	4,65
8-382	330,91	4,65
8-383	356,31	4,65
8-384	381,71	4,65
8-385	406,6	4,65
8-386	432	4,65
8-387	457,4	4,65
8-388	482,75	4,65
8-389	508,15	4,65
8-390	533,55	4,65
8-391	558,95	4,65
8-392	584,02	4,65
8-393	609,42	4,65
8-394	634,82	4,65
8-395	660,22	4,65

№ Parker	M [мм]	W ^{±0,15} [мм]
8-425	115,6	5,99
8-426	118,77	5,99
8-427	121,95	5,99
8-428	125,2	5,99
8-429	128,3	5,99
8-430	131,47	5,99
8-431	134,65	5,99
8-432	137,82	5,99
8-433	141	5,99
8-434	144,17	5,99
8-435	147,35	5,99
8-436	150,52	5,99
8-437	153,7	5,99
8-438	159,36	5,99
8-439	165,71	5,99
8-440	172,06	5,99
8-441	178,41	5,99
8-442	184,76	5,99
8-443	191,11	5,99
8-444	197,46	5,99
8-445	203,81	5,99
8-446	216,51	5,99
8-447	229,21	5,99
8-448	241,91	5,99
8-449	254,61	5,99
8-450	267,31	5,99
8-451	280,01	5,99
8-452	292,71	5,99
8-453	305,41	5,99
8-454	318,11	5,99
8-455	330,81	5,99
8-456	343,51	5,99
8-457	356,21	5,99
8-458	368,91	5,99
8-459	381,61	5,99
8-460	394,31	5,99
8-461	406,5	5,99
8-462	419,2	5,99
8-463	431,9	5,99
8-464	444,6	5,99
8-465	457,3	5,99
8-466	470	5,99
8-467	482,7	5,99
8-468	495,4	5,99
8-469	508,1	5,99
8-470	533,5	5,99
8-471	558,9	5,99
8-472	584,3	5,99
8-473	609,7	5,99
8-474	635,1	5,99
8-475	660,5	5,99

Таб. 4.14

4 Кольца круглого сечения и антиэкструзионные кольца Parbak®

Другие размеры			
№ Parker	R	T	A
	[мм]	[мм]	[мм]
004-050	2,21	1,24	1,14
102-178	3,28	1,35	1,14
201-284	4,42	1,27	1,02
309-395	6,65	1,93	1,52
425-475	8,74	2,97	2,44

Таб. 4.15

Допуски по размерам	
№ Parker	M ±
004-009	0,15 мм
009-012	0,18 мм
012-019	0,23 мм
020-029	1,00 %
030-041	0,86 %
042-050	0,78 %
102-107	0,15 мм
108-110	0,18 мм
111-117	0,25 мм
118-128	1,10 %
129-151	0,95 %
152-164	0,78 %
165-178	0,74 %
201-204	0,18 мм
204-211	0,25 мм
212-227	1,10 %
228-235	0,90 %
236-259	0,78 %
260-277	0,74 %
278-284	0,67 %
309-315	0,25 мм
316-325	1,10 %
326-338	0,95 %
339-362	0,78 %
363-380	0,74 %
381-395	0,67 %
425-438	0,78 %
439-452	0,74 %
453-475	0,67 %

Таб. 4.16

Допуски по размерам	
№ Parker	A ± мм
004-284	0,08
309-325	0,10
425-475	0,13

Таб. 4.17

Информация для заказа

1. При оформлении заказа указывайте размер и тип компаунда, например 8-130, N0300-90.
2. Номера размеров антиэкструзионных колец Parbak® соответствуют номерам уплотнительных колец круглого сечения серии 2-xxx (например, 8-211, N0300-90 устанавливается с уплотнительным кольцом 2-211, N0674-70).

5.1 Эластомерные литые изделия

Являясь производителем точных уплотнений, компания Parker использует накопленный опыт разработки и обработки компаундов из эластомера с высокой степенью точности.

Это делает возможным производство заказных литых изделий в соответствии со спецификациями клиента. Компания Parker поставляет литые детали из эластомера для широкого диапазона отраслей промышленности, таких как автомобилестроение, электроника, средства измерения и контроля, биология/медицина, космонавтика, обработка пищевых продуктов, гидравлика и пневматика, а также для бытовых применений. Parker предоставляет поддержку своим клиентам еще на стадии проектирования с целью минимизации затрат при проведении работ от планирования до запуска в производство литых деталей. Правильное инженерное проектирование литых деталей может снизить стоимость и позволить на ранней стадии определить и решить любые проблемы, возникающие при производстве.

Большой выбор компаундов

После выполнения проекта конструкции выбор соответствующего компаунда является решающим для дальнейшей работы компонента. Для выбора правильного компаунда, в особенности для эластомерных деталей, важно знать точные условия использования, так как физико-химические свойства компаундов эластомера могут сильно меняться. Компания Parker предлагает большой выбор компаундов, которые зарекомендовали себя в широком диапазоне применений. Это дает гарантию, что клиенты получают компаунд, оптимально подходящий для конкретных условий применения.

Обработка со строгими допусками

Формы для отливки изготавливаются в заводских условиях с целью обеспечения выполнения строжайших допусков с использованием знаний, приобретенных в течение многих лет переработки эластомерных компаундов. Следовательно, для обеспечения наилучшей гибкости и эффективности при выборе процесса производства могут учитываться технические и экономические факторы.

Качество

Контроль качества начинается при разработке изделия и заканчивается при проверке упаковки и его отправке. Семь ключевых станций контроля обеспечивают безупречное качество:

1. Приемочный контроль сырья.
2. Выборочный контроль и испытания (система номеров партий).
3. Мониторинг производственного оборудования.
4. Мониторинг процесса производства на основе характеристик, относящихся к процессу.
5. Полный визуальный контроль.
6. Окончательная статистическая проверка.
7. Проверка упаковки и отправка.

Качество Parker достигается только при успешном прохождении изделием всех станций контроля без выявления дефектов.

5.2 Монтажные смазки и смазочные материалы

Смазочный материал или смазка используется со всеми типами кольцевых уплотнений для облегчения установки, уменьшения давления и продления срока службы.

Применение смазочных материалов для установки уплотнительных колец круглого сечения, без сомнения, обладает большими преимуществами. Смазочные материалы не только уменьшают усилие, необходимое для сборки, но и снижают риск повреждения изделия вследствие перекручивания. Неправильно установленные уплотнительные кольца могут вызвать неисправность машины (см. главу «Инструкции по проектированию и установке»).

Использование смазочного материала особенно важно для динамических пневматических применений.

Смазочный материал должен отвечать следующим требованиям:

1. Смазочный материал (и его добавки) не должен вызывать набухание или усадки эластомера.
2. Свойства смазочного материала должны оставаться постоянными во всем рабочем диапазоне температуры. Это означает, что смазочный материал не должен быть как текучим при высоких температурах, так и слишком твердым при низких температурах.
3. Смазочный материал должен быть стабильным без свободных составляющих, которые могут скапливаться на движущейся поверхности.
4. Смазочный материал должен обладать клейкими свойствами, чтобы не допустить удаление смазочной пленки уплотнительным кольцом.
5. Совместимость с контактной средой.
6. Смазочный материал не должен засорять фильтры системы.

Компания Parker предлагает два смазочных материала, охватывающих широкий диапазон применений: Parker O-Lube и Parker Super-O-Lube.

Parker O-Lube

Parker O-Lube является смазочным материалом на основе минерального масла, содержащим бариевую мыльную смазку. Он облегчает сборку и увеличивает срок службы каучуковых уплотнений.

Наилучшие результаты достигаются при нанесении смазки как на уплотнение, так и на рабочую поверхность.

Parker-O-Lube имеет хорошую водостойкость, хорошо прилипает к поверхностям и обеспечивает хорошие смазочные свойства.

Этот материал особенно хорошо подходит для работы в условиях низкого давления с медленным возвратно-поступательным, колебательным или вращательным движением.

Заказной номер Parker тубика 110 г.: 30001000001

Заказной номер Parker ведра 16 кг.: 30001000002

5 Другие продукты и аксессуары

Parker-O-Lube не рекомендуется использовать для систем с микрофильтрами или для уплотнений, которые несовместимы с минеральными маслами (например, бутил, этиленпропилен). Смазочный материал Parker O-Lube доступен в тубиках весом 110 г и в ведрах весом 16 кг.



Рис. 5.1 Parker O-Lube

Технические характеристики

- Состав: около 80 % минеральное масло, около 20 % стеариновоокислый барий, макс. 0,2 % вода.
- Точка затвердевания: -4 °C.
- Температура вспышки: +224 °C.
- Рекомендуемый температурный диапазон: от -30 °C до +120 °C.

Parker Super-O-Lube

Parker Super-O-Lube является смазочным материалом на основе силикона и дополняет ассортимент, совместимый со всеми эластомерами (следует соблюдать осторожность при работе с силиконовыми компаундами; наносите минимальное количество смазки Super-O-Lube). Данный смазочный материал отличается клейкими свойствами, хорошо прилипает как к металлическим, так и к каучуковым деталям. Он обладает необыкновенно широким диапазоном температуры применения. Ненасыщенные компаунды, например NBR, особенно чувствительны к озонному растрескиванию, если они не защищены тонкой пленкой смазки. Super-O-Lube демонстрирует наилучшие результаты при нанесении тонкой пленкой и, являясь инертным веществом, подходит для множества сред. Материал Super-O-Lube одинаково хорошо походит как для применения в условиях высокого давления, так и для вакуума.

Он нетоксичен и не засоряет системы с микрофильтрами (до 30 мкм). Смазочный материал Parker Super-O-Lube доступен в тубиках весом 55 г и в ведрах весом 3,6 кг или 18 кг.



Рис. 5.2 Parker Super-O-Lube

Заказной номер Parker тубика 55 г: 31001100001
Заказной номер Parker банки 3,6 кг: 31001100002
Заказной номер Parker ведра 18 кг: 31001100003

Технические характеристики

- Состав: силиконовая смазка.
- Точка затвердевания: -33 °C.
- Температура вспышки: +321 °C.
- Рекомендуемый температурный диапазон: от -55 °C до +200 °C.

5.3 Комплекты уплотнительных колец

Удобный переносной футляр с уплотнительными кольцами круглого сечения Parker идеально подходит для ремонтов, работ по сборке и мастерских, а также наконец избавляет от необходимости поиска нужного уплотнительного кольца.

Компания Parker предлагает различные таких версии комплектов: с уплотнительными кольцами в выбранных дюймовых и метрических стандартных размерах и соответствующими материалами или с наполнением по заказу. Комплект компактен, удобно скомпонован и всегда под рукой — в нем вы быстро найдете нужные материалы.

5.3.1 Комплект уплотнительных колец № 2

Комплект уплотнительных колец № 2 состоит из 492 уплотнительных колец круглого сечения в 37 различных дюймовых размерах. Все уплотнительные кольца выполнены из проверенных компаундов Parker. Комплект доступен в трех версиях компаунда:

Базовый эластомер: NBR
Компаунд Parker: N0552-90
Жесткость: 90 единиц по шкале Шора А
Код заказа Parker: 360402N0552

Базовый эластомер: NBR
Компаунд Parker: N0674-70
Жесткость: 70 единиц по шкале Шора А
Код заказа Parker: 360402N0674

Базовый эластомер: FKM (Viton)
Компаунд Parker: V0747-75
Жесткость: 75 единиц по шкале Шора А
Код заказа Parker: 360402V0747



Рис. 5.3 Комплект уплотнительных колец № 2

набор колец круглого сечения № 2 – Содержание

№	№ Parker	Размер		Количество
		d ₁	d ₂	
1	2-006	2,90	× 1,78	32
2	2-007	3,68	× 1,78	32
3	2-008	4,47	× 1,78	32
4	2-009	5,28	× 1,78	32

набор колец круглого сечения № 2 – Содержание				
№	№ Parker	Размер		Количество
		d ₁	d ₂	
5	2-010	6,07	× 1,78	32
6	2-011	7,65	× 1,78	32
7	2-012	9,25	× 1,78	32
8	2-110	9,19	× 2,62	13
9	2-111	10,77	× 2,62	13
10	2-112	12,37	× 2,62	13
11	2-113	13,94	× 2,62	13
12	2-114	15,54	× 2,62	13
13	2-115	17,12	× 2,62	13
14	2-116	18,72	× 2,62	13
15	2-210	18,64	× 3,53	9
16	2-211	20,22	× 3,53	9
17	2-212	21,82	× 3,53	9
18	2-213	23,39	× 3,53	9
19	2-214	24,99	× 3,53	9
20	2-215	26,57	× 3,53	9
21	2-216	28,17	× 3,53	9
22	2-217	29,74	× 3,53	9

набор колец круглого сечения № 2 – Содержание				
№	№ Parker	Размер		Количество
		d ₁	d ₂	
23	2-218	31,34	× 3,53	9
24	2-219	32,92	× 3,53	9
25	2-220	34,52	× 3,53	9
26	2-221	36,09	× 3,53	9
27	2-222	37,69	× 3,53	9
28	2-325	37,47	× 5,33	6
29	2-326	40,64	× 5,33	6
30	2-327	43,82	× 5,33	6
31	2-328	46,99	× 5,33	6
32	2-329	50,17	× 5,33	6
33	2-330	53,34	× 5,33	6
34	2-331	56,52	× 5,33	6
35	2-332	59,69	× 5,33	6
36	2-333	62,87	× 5,33	6
37	2-334	66,04	× 5,33	6

Таб. 5.1 Комплект уплотнительных колец № 2 — содержание

базисный эластомер	Компаунд Parker	Жесткость [Шор A]	Цвет	Общие рекомендации по применению ¹⁾
NBR	N0674-70	70	черный	• стандартный компаунд • обычно используется для гидравлических и пневматических систем, совместим с гидравлическим маслом, водно-гликолевой смесью (жидкие гидрофторуглероды HFC) и водомасляными эмульсиями (жидкие гидрофторалканы HFA) • стойкость к минеральному маслу и продуктам из минерального масла, животным и растительным жирам
NBR	N0552-90	90	черный	
FKM	V0747-75	75	черный	
				• стандартный компаунд • для высоких температур • горячее масло • ароматические растворители • обширная устойчивость к химическому воздействию • огнестойкие жидкости с эфиром фосфорной кислоты и хлоргидрокарбонатным основанием • сополимеры

¹⁾ Более подробная информация приведена в таблице совместимости сред (см. Приложение).

Таб. 5.2 Подробная информация для компаундов уплотнительных колец Parker комплекта № 2

Базовый эластомер: NBR
 Компаунд Parker: N0674-70
 Жесткость: 70 единиц по шкале Шора А
 Код заказа Parker: 370404N0674

5.3.2 Комплект уплотнительных колец № 4

Комплект уплотнительных колец круглого сечения № 4 состоит из 382 уплотнительных колец в 30 различных дюймовых размерах, выполненных из компаундов Parker проверенного качества.



Рис. 5.4 Комплект уплотнительных колец № 4

5 Другие продукты и аксессуары

набор колец круглого сечения № 4 – Содержание				
№	№ Parker	Размер		Количество
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
7	2-007	3,68	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
9	2-009	5,28	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 2,62	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13
116	2-116	18,72	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
325	2-325	37,47	× 5,33	7
326	2-326	40,64	× 5,33	7
327	2-327	43,82	× 5,33	7

Таб. 5.3 Комплект уплотнительных колец № 4 — содержание

5.3.3 Комплект уплотнительных колец № 6

Комплект уплотнительных колец круглого сечения № 6 состоит из 407 уплотнительных колец в 32 различных дюймовых размерах, выполненных из компаундов Parker проверенного качества.

Базовый эластомер: NBR
 Компаунд Parker: N0674-70
 Жесткость: 70 единиц по шкале Шора А
 Код заказа Parker: 370406N0674



Рис. 5.5 Комплект уплотнительных колец № 6

набор колец круглого сечения № 6 – Содержание				
№	№ Parker	Размер		Количество
		d ₁	d ₂	
6	2-006	2,90	× 1,78	20
8	2-008	4,47	× 1,78	20
10	2-010	6,07	× 1,78	20
11	2-011	7,65	× 1,78	20
12	2-012	9,25	× 1,78	20
14	2-014	12,42	× 1,78	20
110	2-110	9,19	× 1,78	13
111	2-111	10,77	× 2,62	13
112	2-112	12,37	× 2,62	13
113	2-113	13,94	× 2,62	13
114	2-114	15,54	× 2,62	13
115	2-115	17,12	× 2,62	13
116	2-116	18,72	× 2,62	13
117	2-117	20,29	× 2,62	13
118	2-118	21,89	× 2,62	13
210	2-210	18,64	× 3,53	10
211	2-211	20,22	× 3,53	10
212	2-212	21,82	× 3,53	10
213	2-213	23,39	× 3,53	10
214	2-214	24,99	× 3,53	10
215	2-215	26,57	× 3,53	10
216	2-216	28,17	× 3,53	10
217	2-217	29,74	× 3,53	10
218	2-218	31,34	× 3,53	10
219	2-219	32,92	× 3,53	10
220	2-220	34,52	× 3,53	10
221	2-221	36,09	× 3,53	10
222	2-222	37,69	× 3,53	10
223	2-223	40,87	× 3,53	10
224	2-224	44,04	× 3,53	10
225	2-225	47,22	× 3,53	10
226	2-226	50,39	× 3,53	10

Таб. 5.4 Комплект уплотнительных колец № 6 — содержание

5.3.4 Комплект уплотнительных колец № 7

Комплект уплотнительных колец круглого сечения № 7 состоит из 408 уплотнительных колец в 32 различных метрических размерах. Все уплотнительные кольца выполнены из проверенного компаунда Parker N0674-70.

Базовый эластомер: NBR
 Компаунд Parker: N0674-70
 Жесткость: 70 единиц по шкале Шора А
 Код заказа Parker: 370407N0674



Рис. 5.6 Комплект уплотнительных колец № 7

набор колец круглого сечения № 7 – Содержание			
№	Размер		Количество
	d ₁	d ₂	
6	3,00 × 2,00		20
8	5,00 × 2,00		20
10	6,00 × 2,00		18
11	8,00 × 2,00		18
12	10,00 × 2,00		18
14	13,00 × 2,00		18
110	10,00 × 2,50		14
111	12,00 × 2,50		14
112	14,00 × 2,50		14
113	15,00 × 2,50		14
114	16,00 × 2,50		14
115	18,00 × 2,50		14
116	20,00 × 2,50		14
117	21,00 × 2,50		14
118	22,00 × 2,50		14
210	18,00 × 3,50		10
211	20,00 × 3,50		10
212	22,00 × 3,50		10
213	23,00 × 3,50		10
214	25,00 × 3,50		10
215	27,00 × 3,50		10
216	28,00 × 3,50		10
217	30,00 × 3,50		10
218	31,00 × 3,50		10

набор колец круглого сечения № 7 – Содержание			
№	Размер		Количество
	d ₁	d ₂	
219	32,00 × 3,50	10	
220	34,00 × 3,50	10	
221	36,00 × 3,50	10	
222	38,00 × 3,50	10	
223	41,00 × 3,50	10	
224	44,00 × 3,50	10	
225	46,00 × 3,50	10	
226	50,00 × 3,50	10	

Таб. 5.5 Комплект уплотнительных колец № 7 – содержание

Другие комплекты

Другие комплекты для MS 33656 (кольцевые уплотнения трубной арматуры) доступны в компаунде N0552-90 (комплект № 8) и в соответствии с метрическим стандартом Японии JIS B 2401 в компаунде N0674-70 (комплект № 5).

5.4 Измерительный конус и измерительная лента для уплотнительных колец круглого сечения

Измерительный конус может использоваться для быстрого и точного определения размеров уплотнительных колец серии 2-xxx диаметром до 75 мм. Справочный диаметр поперечного сечения легко определяется по калибровочной прорези в основании конуса.

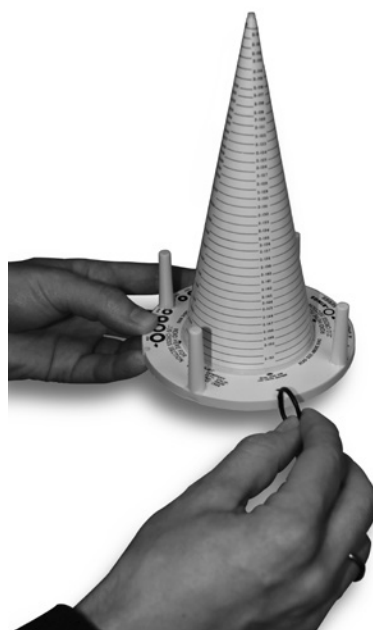


Рис. 5.7 Определение размера поперечного сечения

Каждый размер поперечного сечения соответствует измерительной линии на измерительном конусе, например поперечное

5 Другие продукты и аксессуары

сечение 2,62 мм соответствует серии 2-1xx. Серия 2-1xx читается на конусе прямо над калибровочной прорезью для сечения 2,62 мм. Затем из перечня размеров можно выбрать соответствующий внутренний диаметр в миллиметрах.



Рис. 5.8 Определение номера размера 2-xxx при помощи измерительного конуса

Измерительная лента подходит для диаметров уплотнительных колец до 200 мм и используется таким же образом, как и конус. Различные шкалы на ленте применяются для различных поперечных сечений.

Заказной номер Parker измерительной ленты/измерительного конуса для орингов: 55000100000

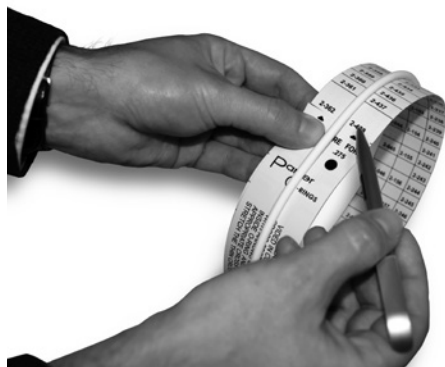


Рис. 5.9 Определение размера уплотнительного кольца при помощи измерительной ленты

5.5 Приспособления для установки уплотнительных колец

Компания Parker разработала данный инструмент для упрощения процесса установки и снятия.

Эти инструменты помогают в установке и снятии уплотнительного кольца, а также предотвращают его повреждение. Комплект из двух деталей поставляется в пластиковом футляре. Имеется также пластиковая версия комплекта, которая может

использоваться для чувствительных поверхностей. (Примечание: стандартная версия изготавливается из металла.)

Заказной номер Parker установочного инструмента из металла: 5500020000

Заказной номер Parker установочного инструмента из пластика: 55000200001



Рис. 5.10 Приспособления для установки уплотнительных колец

5.6 ParCoat® — аккуратный подход к установке уплотнительного кольца

Использование уплотнительных колец с нанесенным покрытием ParCoat® позволяет выполнить автоматическую установку без трения с Приложением минимального усилия. Кольца не будут слипаться вместе во время процесса подачи и, в зависимости от их типа, могут быть растянуты более чем на 150 % без риска разрыва или задира антифрикционного покрытия.

С другой стороны, уплотнительные кольца без покрытия часто требуют вдвое большего давления, которое может привести к повреждению уплотнения и замятию компонентов сборки. Традиционные технологии обработки и покрытия поверхностей, например смазка маслом, существенно не улучшают способность уплотнений к скольжению, при этом загрязняя компоненты сборки. Дефекты, образовавшиеся во время процесса сборки, ведут к дополнительным затратам в отношении проверок и повторного выполнения работы, которые несомненно превышают относительно малую дополнительную стоимость уплотнительных колец, обработанных ParCoat®.

Раствор ParCoat® EH (стандартный) собственного производства компании Parker представляет собой полимерную пленку толщиной не более нескольких микрон с превосходными свойствами скольжения, которые могут применяться к уплотнению без ухудшения эластичности базового компаунда.

Иногда, в зависимости от контактной среды, спустя некоторое время после сборки покрытие может распадаться на мелкие частицы. Такой распад не приведет к загрязнению среды или другим неисправностям. Испытания воздействием, в которых участвовали три различных контрольных среды, с последующим подсчетом частиц подтвердили факт отсутствия различий между средой до и после воздействия на нее покрытия ParCoat®.

5 Другие продукты и аксессуары

Преимущества

- Значительное уменьшение сил трения.
- Отсутствие повреждений уплотнений во время установки и сборки.
- Более быстрый и экономичный процесс сборки.
- Улучшение поверхностной плотности уплотнения, особенно в газовых уплотнениях.
- Уплотнения не слипаются во время процесса автоматической подачи.
- Отсутствие загрязнений.
- Полупрозрачное покрытие ParCoat® предотвращает риск ошибки, так как цвет основного компаунда эластомера остается видимым.
- Способность к удлинению более 150 % в зависимости от типа.
- Подходит практически для всех стандартных типов эластомеров.
- Доступен в различных цветах.

Кроме того, покрытие является полупрозрачным, что позволяет определить эластомеры по их специфическим цветам, предотвращая таким образом риск ошибки.

Покрытие обычно наносится во время первоначального, автоматического и повторного процессов сборки. Из-за мини-

мальной толщины покрытие ParCoat® EH не подходит для достижения постоянного улучшения способности к скольжению, например при применении динамических уплотнений.

Обработка поверхностей покрытием ParCoat® была внедрена в стандартные процессы производства, обеспечивая таким образом полномасштабное управление внутри процесса, гибкость и снижение времени производства. Компания Parker производит уплотнительные кольца с покрытием практически из всех стандартных компаундов.

Примеры применения

Автомобилестроение:

- линии кондиционирования воздуха,
- быстроразъемные муфты топливной системы,
- датчики,
- электрические подключения.

Промышленное применение:

- клапаны и приборы,
- соединители,
- измерительные устройства,
- фитинги.

ParCoat®-Тип ¹⁾	технология	Толщина покрытия [мм]	Форма	Использование ²⁾			Предпочтительные компаунды	Загрязнение оборудования	Цвет
				Подача	Установка	Несколько сборок			
ParCoat® EH	эластомерная смола	< 5	твердая, сухая	++	++	+	все	нет	полупрозрачный
ParCoat® SIH	многокомпонентный лак	5 - 3	твердая, сухая	++	++	++	EPDM, NBR, FKM, VMQ	нет	черный, полупрозрачный
ParCoat® LST	стандартный лак	5 - 30	твердая, сухая	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	нет	полупрозрачный, полуматовый
ParCoat® SFR	лак без силикона	5 - 10	твердая, сухая	++	++	+	EPDM, NBR, FKM, VMQ	нет	молочный, полупрозрачный
ParCoat® PLU	полимеризация плазмы ^{USP}	-	твердая, сухая	++	++	+	EPDM, NBR, VMQ	нет	как и у основного компаунда
ParCoat® PLS	стандартная полимеризация плазмы	-	твердая, сухая	+	+	+	EPDM, NBR, VMQ	нет	как и у основного компаунда
ParCoat® HA	галогенизация	-	твердая, сухая	+	+	+	ненасыщенный например: (NBR)	нет	как и у основного компаунда
ParCoat® TFE	PTFE-специальное покрытие	25 - 40	твердая, сухая	++	++	++	все	нет	серый и другие цвета
ParCoat® SIE	Si-эмульсия	-	маслянистая	+	0	+	все, кроме VMQ	сильное	полупрозрачный
ParCoat® FDA	лак без силикона	20 - 30	твердая, сухая	++	+	+	все	нет	полупрозрачный
ParCoat® KTW	эластомерная смола	< 5	твердая, сухая	++	+	+	EPDM, HNBR, NBR, FKM, FVMQ	нет	полупрозрачный

¹⁾ Другие типы ParCoat® доступны по запросу.

²⁾ -: не рекомендуется, 0: умеренно подходит, +: подходит, ++: хорошо подходит.

Таб. 5.6 Покрытия ParCoat® и технологии обработки поверхности

Пример оформления заказа:

Размер уплотнительного кольца: 2-214

Компаунд: N0674-70

Тип ParCoat®: EH

5 Другие продукты и аксессуары

6.1 Общие сведения

Для выбора соответствующего материала важно знать механические требования и свойства среды, с которой будет контактировать материал (гидравлической жидкости, смазок, растворителей, воды и т. д.).

Подавляющее количество уплотнений состоит из полимерных материалов. Полимеры — это макромолекулы, составленные из дублированных (полимеризацией, аддитивной полимеризацией, поликонденсацией) малых молекулярных частиц (мономеров).

Продукт, образующийся в результате полимеризации мономера (например, этиленового газа), называется гомополимером (например, пластиковый материал полиэтилен). Если в образовании полимера участвуют два или более мономера (например, этилен и пропиленовый газ), в результате полимеризации образуются сополимеры (например, этиленпропиленовый каучук).

Фактически, существует три типа сополимеров. Отличия между ними зависят от расположения различных мономеров (например, А и В) в макромолекуле сополимера:

статистические сополимеры (случайное расположение мономеров);

- блочные сополимеры (расположение мономеров в блоках или сегментах);
- привитые сополимеры (последовательная полимеризация мономеров как боковых цепей в существующую главную цепь полимера).

-A-A-B-A-B-B-A-A-A-B-B-A-B-

Статистические сополимеры

-A-A-A-A-B-B-B-B-B-A-A-A-

Привитые сополимеры

Рис. 6.1 Расположение мономеров в сополимерах

Полимерные материалы могут быть разделены на четыре группы в соответствии с их свойствами механической деформации при комнатной температуре:

- термопласты,
- эластомеры (= каучук / сшитый каучук),
- термопластичные эластомеры (TPE),
- термореактопласты.

Для уплотнений чаще всего используются эластомеры и термопластичные эластомеры на основе блочных сополимеров.

6.2 Обзор уплотнительных материалов

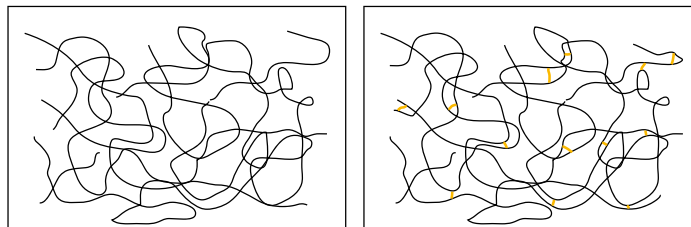
Уплотнительные материалы могут меняться для соответствия широкому диапазону существующих требований к уплотнению. Как показано ниже, используемые материалы могут быть выде-

лены для групп термопластов, эластомеров, термопластичных эластомеров или термореактопластов.

6.2.1 Термопласты (пластомеры)

Термопласты являются несшитыми податливыми или формуемыми макромолекулами. Для переработки эти материалы расплавляются и подвергаются затвердеванию в охлаждаемой форме для отливки. Их сравнительно просто обрабатывать и вторично перерабатывать.

Так как термопласты используются при значениях температур ниже температуры перехода в стеклообразное состояние, они находятся в твердом состоянии и, следовательно, не подходят для уплотнительных колец круглого сечения.



Слева: несшитые термопласты, справа: сшивание эластомеров с крупными ячейками.



Блочный полимер (слева), полимерная смесь (в центре).

Термопластичные эластомеры (слева и в центре), термореактопласты — сшивание эластомеров с мелкими ячейками (справа).

Рис. 6.2 Схематический чертеж макромолекул полимерных материалов

6.2.2 Эластомеры

Основным материалом каучуковых компаундов или эластомеров является невулканизированный каучук, который производится либо как натуральный каучук на плантациях, либо изготавливается в химической промышленности. Наиболее важные синтетические каучуки перечислены в таблице 6.1. Более подробная информация содержится в разделе 6.6.

Эластомерные компаунды содержат от 50 % до 60 % невулканизированного каучука, в зависимости от их веса. Остальная часть изготавливается из наполнителей, вулканизирующих агентов, ускорителей, антистарителей и других добавок, которые поддерживают и изменяют свойства сырьевого материала для соответствия специфическим требованиям определенных условий применения.

6 Материалы эластомерных уплотнений

Parker Компаунды ¹⁾	Химическое наименование	Сокращение	
		DIN ISO 1629/ASTM D-1418-79	DIN ISO 18064
M-Group (насыщенные молекулы углерода в основной макромолекулярной цепи):			
A8845-70	• полиакрилатный каучук	ACM	
-	• хлорированный полиэтиленовый каучук	CM	
-	• хлорсульфонил-полиэтиленовый каучук	CSM	
E0540-80	• этиленпропилендиеновый каучук	EPDM	
-	• этилен-пропиленовый каучук	EPM	
V0747-75	• фтор-каучук	FKM	
V3896-70	• тетрафторэтиленпропиленовый сополимерный каучук	FEPM ²⁾	
V3819-75	• фтор-каучук • HiFluor [®]	FKM	
V8545-75	Перфторэластомеры	FFKM	
R-Group (ненасыщенная углеродная цепь водорода):			
-	• Бутадиеновый Каучук	BR	
C0557-70	• Хлоропреновый Каучук	CR	
-	• изобутенизопреновый каучук (бутилкаучук)	IIR	
-	• бромбутиловый каучук	BIIR	
-	• хлорбутиловый каучук	CIIR	
-	• изопреновый каучук	IR	
N0674-70	• бутадиенакрилонитрильный каучук	NBR	
N3554-75	• гидрированный бутадиенакрилонитрильный каучук	HNBR	
-	• натуральный каучук	NR	
-	• бутадиенстирольный каучук	SBR	
Q-Group (с силиконом в основной цепи):			
L0677-70	• Фторсиликоновый Каучук	FVMQ	
-	• метилфенилкремнийорганический каучук	PMQ	
-	• метилфенилвинилкремнийорганический каучук	PMVQ	
-	• метилкремнийорганический каучук	MQ	
S0604-70	• метилвинилкремнийорганический каучук	VMQ	
Термопластичные эластомеры (TPE)			
P5008	• полиэфироуретан (термопласт)		TPU
P5001	• полиэфиро-/эфироуретан (термопласт)		TPU

¹⁾ Другие компаунды приведены в разделе 6.6.

²⁾ Сокращения приводятся только для норм ASTM D-1418-79.

Таб. 6.1 Основные типы синтетического каучука, группы и сокращения

Эластомеры, используемые для уплотнений, в частности используемые для производства колец круглого сечения, гарантируют долговечное надежное уплотнительное действие при соблюдении указанных ниже конструктивных параметров.

Выбор соответствующего эластомера

Для обеспечения химической и термической стойкости к контактной среде необходимо выбирать соответствующий эластомер. На рис. 6.5 и 6.6 показаны эти значения стойкости. Более подробная информация приведена в таблице совместимости сред Parker в приложении.

Использование оптимизированных компаундов с постоянными свойствами

Для того чтобы обеспечить соответствие высоким требованиям к каучуку для применения в технике, его физические свойства улучшаются путем применения добавок. Поэтому даже небольшие изменения формулы могут серьезно влиять на свойства эластомера, например изменение твердости (жесткости), прочности на разрыв, стойкости к удлинению или износу. Для предотвращения такого влияния компания Parker ввела систему CBI (идентификация контрольной партии). После выхода из вальцовочной установки каждая смесь материалов получает серийный номер (номер партии) и далее проходит испытания в лаборатории. При получении положительного результата смесь получает разрешение на использование в производстве. Определенные в процессе тестирования характеристики компаунда (толщина, твердость, прочность на разрыв, предельное удлинение) записываются в архив. Номер партии наносится на каждую

коробку уплотнительных колец. Таким способом уплотнительное кольцо Parker можно отследить вплоть до выпуска с завода даже спустя многие годы.

Оптимум температурной кривой во время вулканизации

В процессе вулканизации материал переходит из пластичного в эластичное состояние (см. рис.), и эластомер приобретает важнейшее свойство для уплотнения: упругость (в сравнении с остаточной деформацией при сжатии, раздел 8.6). Температура вулканизации определяет скорость реакции. Оптимальная степень сшивания может быть достигнута при поддержании требуемой температуры в течение всего процесса.

6.2.3 Термопластичные эластомеры (TPE)

Создание термопластичных эластомеров преследует цель добиться сочетания свойств эластомеров и термопластов. Материалы эластичны как резина при рабочих температурах, но подходят для термопластичной обработки при более высоких температурах.

Термопластичные эластомеры можно разделить на две основные группы:

1. Эластомерные сплавы, полимерные смеси
2. Блочные сополимеры

Эластомерные сплавы, полимерные смеси

Материалы TPE могут создаваться путем смешивания несшитого каучука или каучука со слабыми поперечными связями, или при помощи динамической вулканизации во время смешивания или сухого смешивания сшитых эластомеров с термопластом. В результате получается материал с упругими свойствами, который подходит для термопластичной обработки. Представители данной группы приведены в таблице ниже. Однако, Недостатком данного низкочастотного метода обработки для уплотнений, обычно является слишком большое значение остаточной деформации при сжатии и также ухудшение динамической упругости.

Блочные сополимеры

Другие способы направлены на сополимеризацию каучука и термопластичного сырья или на процесс синтеза полиамида, полиэстера, полиэфира или полиуретана в сегментах для достижения желаемого профиля свойств. Данные сополимеры обладают свойством физического сшивания посредством сил межмолекулярного взаимодействия. В данном случае химическое сшивание отсутствует.

В последние годы использование термопластичных полиуретанов (TPU) в уплотнительной промышленности стабильно растет благодаря превосходной стойкости этих материалов к износу. В отношении прочности на разрыв, прочности на растяжение, 100%-ного модуля упругости и предельного удлинения материалы TPU имеют преимущества перед стандартными эластомерами.

Для TPU твердые и мягкие сегменты связываются друг с другом посредством уретановой реакции. Жесткие сегменты могут соединяться для формирования кристаллических зон и, таким образом, физически сшивать макромолекулы. При более высоких температурах эти области могут растрескиваться, что дает возможность термопластичной обработки термопластичных полиуретанов. После отливки законченная деталь снова должна быть выдержана при более высокой температуре, чтобы снова смогли сформироваться сверхрешетки разделенных твердого и мягкого сегментов.

Чередую твердые и мягкие сегменты, можно создать большое количество специфически оптимизированных термопластичных полиуретанов.

В сравнении с вулканизированными эластомерами термопластичные эластомеры гораздо проще обработать и переработать благодаря возможности плавления. Однако это ограничивает их использование при более высоких температурах. Некоторые свойства наиболее часто используемых типов TPE приведены в таблице ниже.

В частности, уплотнительные материалы TPU характеризуются очень высокой стойкостью к истиранию. Они обладают отличными динамическими характеристиками и хорошей устойчивостью к воздействиям атмосферы и среды. Более того, они также обладают преимуществами в отношении газонепроницаемости и разрывной декомпрессии. Другими важными свойствами является очень хорошая устойчивость к озону, кислороду и ультрафиолетовому излучению.

Эластомерные сплавы и смеси		Блочные сополимеры	
Смеси с термопластичными полиолефинами			
TPO	несшитый или со слабыми поперечными связями	TPU	термопластичные полиуретаны (на основе простых и сложных эфиров или углерода)
TPV	сшитая каучуковая фаза	TPC	полиэфир, содержащий сложноэфирные группы (сополиэстерный эластомер)
TPZ	другие, неклассифицированные, например: ACM/PA, EPDM/PP, EVA/PVDC, FKM/PVDF, NBR/PP, NR/PP	TPA	полиамидоэфиры, полиэфирамида
		TPS	стирол триблоксополимеры, например: • SBS (стирол-бутадиен-стирол) • SIS (стирол-изопрен-стирол) • SEBS (стирол-этилен/бутилен-стирол)

Таб. 6.2 Наиболее часто используемые типы TPE и их наименования в соответствии с ISO 18064

6 Материалы эластомерных уплотнений

6.2.4 Термореактопласты (дюротпласты)

Термореактопласты — это сшитые макромолекулы с трехмерными поперечными связями. Они твердые и хрупкие и допускают только очень малую упругую деформацию даже под воздействием больших усилий вплоть до температуры разложения.

При производстве формованных изделий термореактопластичные литые компаунды химически необратимо сшиваются и остаются размерно-устойчивыми вплоть до температуры разложения. По сравнению с эластомерами степень сшивки термореактопластов значительно выше.

Наиболее важными термореактопластами являются фенопласты, аминотпласты и сшитый эпоксидный состав или ненасыщенные полиэфирные смолы. Они не используются для уплотнительных колец круглого сечения.

6.3 Базовые эластомеры

6.3.1 Бутадиенакрилонитрильный каучук (NBR)

Торговые наименования:

Perbunan®	Lanxess
Nipol®	Zeon
Europrene®	Eni Versalis

Наличие нитрильного каучука (NBR) является общим условием для бутадиенакрилонитрильного смешанного полимера. Содержание акрилонитрила в технических изделиях меняется (от 18 % до 50 %) и влияет на свойства эластомера. Чем выше содержание акрилонитрила, тем выше стойкость к маслу и топливу. В то же время акрилонитрил оказывает обратный эффект на эластичность и значение остаточной деформации при сжатии (см. рис.).

Часто можно найти компромиссное решение и подобрать среднее содержание акрилонитрила.

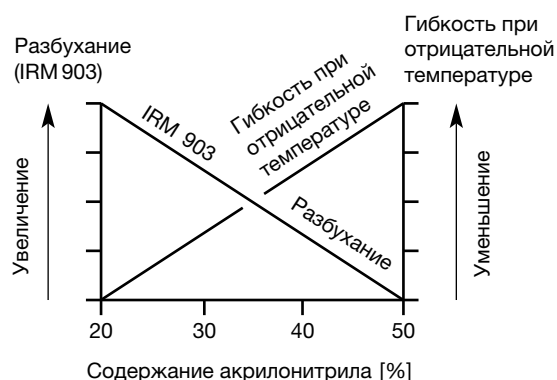


Рис. 6.3 Влияние содержания акрилонитрила

NBR обладает хорошими механическими свойствами и высокой стойкостью к износу по сравнению с другими эластомерами.

NBR не обладает устойчивостью к воздействиям атмосферы и озона.

Термостойкость: до +100 °C, более короткий срок службы при +120 °C (при повышенной температуре скорость старения увеличивается, старение в масле проявляется с меньшей скоростью, чем в горячем воздухе).

Гибкость при отрицательной температуре: в зависимости от состава от -20 °C до -55 °C.

Химическая стойкость:

- алифатические углеводороды (пропан, бутан, нефтяное масло, минеральное масло и смазки, дизельное топливо, топливные масла);
- растительные и животные жиры и смазки;
- жидкости HFA, HFB и HFC;
- многие разбавленные кислоты, щелочи, соляные растворы при низких температурах;
- вода (специальные компаунды до +100 °C).

Не устойчив по отношению к:

- топливо с большим содержанием ароматических соединений (для высокооктанового топлива должен использоваться специальный компаунд);
- ароматические углеводороды (бензол);
- хлорированные углеводороды (трихлорэтилен);
- полярные растворители (кетон, ацетон, уксусная кислота, этиленэфир);
- сильные кислоты;
- тормозные жидкости на основе гликоля;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

6.3.2 Бутадиеновый каучук (BR)

Торговые наименования:

Buna® CB	Lanxess
Europrene® Neocis	Eni Versalis

Полибутадиеновый каучук (BR) преимущественно используется в сочетании с другими каучуками для улучшения гибкости при отрицательной температуре и стойкости к износу. BR обычно используется в шинной промышленности, а также для приводных ремней и конвейерных лент и не подходит для использования в качестве уплотнительного компаунда.

6.3.3 Бутилкаучук (IIR)

Торговые наименования:

Lanxess Butyl	Lanxess
Exxon™ Butyl	Exxon

Бутилкаучук (изобутилен, изопреновый каучук, IIR) производится многими компаниями в различных видах и сильно отличается содержанием изопрена. Изопрен используется для вулканиза-

ции. Бутил имеет низкое значение проницаемости и хорошие электроизоляционные свойства.

Термостойкость: приблизительно до 130 °C.

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -40 °C.

Химическая стойкость:

- горячая вода и пар с температурой до +130 °C;
- тормозные жидкости на основе гликоля;
- многие кислоты (см. таблицу совместимости сред в приложении);
- соляные растворы;
- полярные растворы, например кетон, ацетон и сложные эфиры;
- гидравлические жидкости на основе полигликоля (жидкости HFC) и эфира фосфорной кислоты (жидкости HFD-R);
- силиконовое масло и смазка;
- скайдрол 500 и 7000;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Не устойчив по отношению к:

- минеральное масло и смазка;
- топливо;
- хлорированные углеводороды.

6.3.4 Хлорбутиловый каучук (CIIR)

Торговые наименования:

Lanxess Chlorbutyl	Lanxess
Exxon™ Chlorbutyl	Exxon

Хлорбутиловый каучук (CIIR) производится путем хлорирования бутилового каучука. Примерное содержание в нем хлора составляет от 1,1 % до 1,3 %. Помимо свойств бутилкаучука (IIR), хлорбутиловый каучук (CIIR) обладает улучшенными свойствами остаточной деформации при сжатии и может составлять смеси с другими каучуками.

6.3.5 Хлорпереновый каучук (CR)

Торговые наименования:

Neoprene	Du Pont™
Baypren®	Lanxess

Хлорперен был одним из первых синтетических каучуков и в общем обладает хорошей стойкостью к озону, старению, атмосферному и химическому воздействию, хорошими механическими свойствами и расширенным температурным диапазоном.

Стойкость к тепловому старению: приблизительно до 100 °C (120 °C).

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -40 °C.

Химическая стойкость:

- минеральное масло на парафиновой основе с низким уровнем индекса совместимости эластомера ECI (см. раздел 8.8, например масло № 1 по ASTM);
- силиконовое масло и смазка;
- вода и водные растворы при умеренных температурах;
- хладагенты (аммиак, углекислый газ, фреон, см. таблицу совместимости сред в приложении);
- улучшенная по сравнению с NBR стойкость к озону, старению и атмосферному воздействию.

Ограниченная химическая стойкость:

- минеральное масло нафтенового основания (масла № 2 и № 3 по ASTM);
- низкомолекулярные алифатические углеводороды (пропан, бутан, топливо);
- тормозные жидкости на основе гликоля;

Не устойчив по отношению к:

- ароматические углеводороды (бензол);
- хлорированные углеводороды (трихлорэтилен);
- полярные растворители (кетон, ацетон, эфиры, сложные эфиры).

6.3.6 Хлорсульфонированный полиэтиленовый каучук (CSM)

Торговое наименование:

Toso-CSM® TOSOH

Этиленовый мономер, содержащий дополнительные группы хлора и серы. Хлор обеспечивает стойкость вулканизированного каучука к пламени и минеральному маслу, но при этом влияет на гибкость при отрицательной температуре.

Термостойкость: приблизительно до 120 °C.

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -30 °C.

Химическая стойкость:

- многие кислоты и щелочи;
- многие окислительные агенты;
- силиконовое масло и смазка;
- вода и водные растворы;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Ограниченная химическая стойкость:

- низкомолекулярные алифатические углеводороды (пропан, бутан, бензин);
- минеральное масло и смазка, ограниченное разбухание в алифатических маслах (масло № 1 по ASTM, сильное разбухание в нафтеновых и ароматических маслах (№ 2 и № 3 по ASTM).

Не устойчив по отношению к:

- ароматические углеводороды (бензол);
- хлорированные углеводороды (трихлорэтилен);

6 Материалы эластомерных уплотнений

6.3.7 Эпихлоргидриновый каучук (CO, ECO)

Торговое наименование:
Hydrin® Zeon

Эпихлоргидрин делится на два типа: гомополимер (CO) и сополимер (ECO). Как CO, так и ECO обладают хорошей стойкостью к минеральным маслам, жидкостям и озону, а также хорошей стойкостью к воздействию высоких температур. Остаточная деформация при сжатии и склонность к коррозии лицевой поверхности уплотнения увеличивается при +150 °C. ECO имеет хорошую гибкость при отрицательной температуре. CO имеет высокую стойкость к газовой проницаемости.

Термостойкость: приблизительно до 135 °C.

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -40 °C.

Химическая стойкость:

- минеральное масло и смазка;
- алифатические углеводороды (пропан, бутан, топливо);
- силиконовое масло и смазка;
- вода при комнатной температуре;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Не устойчив по отношению к:

- ароматические и хлорированные углеводороды;
- кетоны и сложные эфиры;
- негорючие гидравлические жидкости в группах HFD-R и HFD-S;
- тормозные жидкости на основе гликоля.

6.3.8 Этиленакрилатный каучук (AEM)

Торговое наименование:
Vamac® Du Pont™

Этиленакрилатный каучук является смешанным полимером этилена и метилакрилата с добавлением небольшого количества карбоксилатного сшитого мономера. Не следует путать этиленакрилатный каучук с полиакрилатным каучуком (ACM).

Термостойкость: до 150 °C (краткосрочная до 175 °C).

Гибкость при отрицательной температуре: в соответствии с применением, приблизительно от -30 °C до -40 °C.

Этиленакрилатный каучук имеет очень высокую стойкость к озону и кислороду. Его стойкость к минеральному маслу хорошая такая же, как для большинства типов ACM. Этиленакрилат разбухает в масле № 1 по ASTM на величину приблизительно от 5 % до 10 % и в масле № 3 по ASTM на величину приблизительно от 45 % до 55 %. Этиленакрилатный каучук не имеет стойкости к кетонам, топливу и тормозным жидкостям.

6.3.9 Этиленпропиленовый каучук (EPM, EPDM)

(предыдущие сокращения: APK, APTK, EPR)

Торговые наименования:
Keltan® Lanxess
Vistalon® Exxon
Dutral® Eni Versalis
Nordel® Dow Chemicals

EPM — это каучук, изготавливаемый как сополимер этилена и пропилена. Этиленпропилендиеновый каучук (EPDM) производится с использованием третьего мономера и проявляет особенно выгодные свойства для уплотнений в гидравлических жидкостях на основе эфира фосфорной кислоты. Данный эластомер широко используется в тормозных системах, работающих с жидкостями на основе гликоля.

Термостойкость: до 150 °C (макс. 180 °C в воде и паре).

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -50 °C.

Химическая стойкость:

- горячая вода и пар с температурой до +150 °C, специальные компаунды до +180 °C;
- тормозные жидкости на основе гликоля с температурой до +150 °C;
- многие органические и неорганические кислоты;
- чистящие средства, сода и калийные щелочи;
- гидравлические жидкости на основе эфира фосфорной кислоты (HFD-R);
- силиконовое масло и смазка;
- многие полярные растворители (спирты, кетоны, сложные эфиры);
- скайдрол 500 и 7000;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Не устойчив по отношению к:

- продукты минерального масла (масла, смазки и топливо).

6.3.10 Фторкаучук (FKM)

Торговые наименования:
DAI-EL™ Daikin
Fluorel® Dyneon
Tecnoflon® Solvay Solexis
Viton® Du Pont

Фторкаучук примечателен широким диапазоном применения. FKM обладает отличной стойкостью к высоким температурам, озону, кислороду, минеральному маслу, синтетическим гидравлическим жидкостям, топливу, ароматическим веществам и многим органическим растворителям и веществам. Стойкость к низким температурам для статического применения составляет около -25 °C (некоторые применения и (или) компаунды достигают эффективного уплотнения вплоть до -50 °C). Газовая проницаемость очень низкая и аналогична бутылкаучуку. Специальные компаунды FPM обладают высокой стойкостью к кислотам, топливу, воде и пару.

Являясь фторэластомером с высокой производительностью, HiFluor® демонстрирует химическую стабильность, сравнимую с перфторкаучуками (FFKM) практически во всех средах.

На практике в полярных растворителях HiFluor® обладает значительными преимуществами над традиционными полимерами FKM.

HiFluor® может широко использоваться во всех секторах промышленности. Этот компаунд может использоваться как для традиционных уплотнительных колец в стандартных (дюймовых и метрических) размерах, так и для диафрагм и формованных технических изделий в соответствии с чертежами клиента, а также может перерабатываться в резино-металлическом сочетании.

Термостойкость: до 200 °C и при более высоких температурах с уменьшением срока службы.

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -25 °C (специальные компаунды приблизительно до -50 °C).

Химическая стойкость:

- минеральное масло и смазка, низкое разбухание в маслах от № 1 до № 3 по нормам ASTM;
- огнестойкие гидравлические жидкости группы HFD;
- силиконовое масло и смазка;
- растительные и животные жиры и смазки;
- алифатические углеводороды (топливо, пропан, бутан, природный газ);
- ароматические углеводороды (бензол, толуол);
- хлорированные углеводороды (трихлорэтилен и четыреххлористый углерод);
- топливо, включая топливо с содержанием метанола;
- высокий вакуум;
- очень хорошая стойкость к озону, атмосферному воздействию и старению.

Не устойчив по отношению к:

- полярные растворители (ацетон, метиловый эфир, кетон, этилацетат, диэтиловый эфир, диоксан);
- скайдрол 500 и 7000;
- тормозные жидкости на основе гликоля;
- аммиачный газ, амины, щелочи;
- перегретый пар;
- низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная и уксусная кислоты).

6.3.11 Фторосиликоновый каучук (FVMQ)

Торговые наименования:

Silastic® Dow Corning
Silopren® Momentive

FVMQ содержит трифторпропильные группы, а также метильные группы. Механические и физические свойства очень похожи на VMQ.

Однако фторосиликон проявляет значительно лучшую стойкость к топливу и минеральным маслам и немного меньшую стойкость к горячему воздуху по сравнению с силиконом (VQM).

Термостойкость: приблизительно до 175 °C (макс. 200 °C).

Стойкость к отрицательной температуре: приблизительно до -55 °C.

Химическая стойкость: такая же, как и для VMQ, дополнительно совместим со следующими веществами:

- ароматические минеральные масла (например, масло IRM 903);
- топливо;
- низкомолекулярные ароматические углеводороды (например, бензол, толуол);

6.3.12 Гидрированный бутадиенакрилонитрильный каучук (HNBR)

Торговые наименования:

Therban® Lanxess
Zetpol® Zeon

HNBR является синтетическим каучуком, получаемым в результате полного или частичного гидрирования нитрильного каучука (NBR). Главными отличиями по сравнению с NBR являются более высокая стойкость к температуре (до 150 °C) и хорошая стойкость к окислительному воздействию (например, озона). HNBR также обладает очень хорошими механическими свойствами.

Термостойкость: приблизительно до 150 °C.

Стойкость к отрицательной температуре: в зависимости от состава, до -40 °C.

Химическая стойкость:

- алифатические углеводороды;
- растительные и животные жиры и масла;
- жидкости HFA, HFB и HFC;
- многие разбавленные кислоты, основания и соляные растворы при низких температурах;
- вода и пар с температурой до 150 °C;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

6.3.13 Перфторкаучук (FFKM)

Торговые наименования:

Parofluor® Parker
Kalrez® Du Pont™

FFKM обладает химическими свойствами PTFE (Teflon®) и упругими свойствами каучука FKM. Обработка перфторкаучука является сложным процессом. В связи с значительно более высокой стоимостью по сравнению с FKM перфторкаучук используется только в таких областях применения, где недо-

6 Материалы эластомерных уплотнений

статочное применение других типов компаунда. Такие условия применения (агрессивная среда и (или) очень высокие температуры) существуют, например, в полупроводниковой промышленности, измерительной технике или химической промышленности.

Термостойкость: приблизительно до 310 °C.

Стойкость к отрицательной температуре: приблизительно до -15 °C, специальные компаунды до -35 °C.

Химическая стойкость:

- практически все химические вещества;
- кислород, озон, атмосферное воздействие и старению;
- очень низкая потеря веса в глубоком вакууме при высоких температурах.

Не устойчив по отношению к:

- химические соединения содержащие фтор (например, фреон 11, 12, 13, 113, 114).

6.3.14 Полиакрилатный каучук (ACM)

Торговые наименования:

HyTemp®	Zeon
Noxtite®	UNIMATIC

ACM, или упрощено акрилатный каучук, состоит из основания и сшивающего мономера. Основной мономер (каучуковое основание) содержит различные акрилатные эфиры, которые влияют на физические свойства вулканизаторов. Этиленакрилатный каучук обладает хорошей стойкостью к нагреву и минеральному маслу, в то время как бутилакрилатный каучук обладает лучшей гибкостью при отрицательной температуре. Акрилатный каучук демонстрирует хорошую стойкость к минеральному маслу, кислороду и озону даже при высоких температурах. Водостойкость и гибкость при отрицательной температуре меньше по сравнению с NBR.

Термостойкость: приблизительно до 150 °C (краткосрочно примерно до 175 °C).

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -20 °C.

Химическая стойкость:

- минеральное масло (масло для двигателя, редуктора, трансмиссии);
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Не устойчив по отношению к:

- тормозные жидкости на основе гликоля;
- ароматические вещества и хлорированные углеводороды;
- горячая вода, пар;
- кислоты, щелочи, амины.

6.3.15 Термопластичный полиуретан (TPU)

Торговые наименования:

Ultrathan®	Parker
------------	--------

Существует много различных типов термопластичных полиуретанов (TPU), которые различаются составом используемых полиолов и изоцианатов.

Материалы TPU на основе эфира, в частности, характеризуются очень хорошей стойкостью к минеральному маслу, отличной стойкостью к износу, высокой прочностью на разрыв и упругостью.

Модификации с применением другого сырья, например полиэфира, могут улучшить стойкость к низким температурам и гидролизу. Другие модификации также дают возможность значительно увеличить стойкость к биоразлагаемым маслам, например синтетическим сложным эфирам.

Газовая проницаемость сравнима с IIR.

Термостойкость: приблизительно до 80 °C (специальные типы до 100 °C, краткосрочная до 120 °C).

Стойкость к отрицательной температуре: приблизительно до -45 °C.

Компаунды Ultrathan® не проявляют повышения хрупкости при отрицательной температуре, что означает, что уплотнительные кольца Ultrathan® не разрушаются под действием механической нагрузки (испытания на холодный изгиб) даже при значениях температур ниже температуры перехода в стеклообразное состояние.

Химическая стойкость:

- чистые алифатические углеводороды (пропан, бутан, нефтепродукты); загрязнения (влаги, спирты, кислотные или щелочные комбинации) могут оказать химически агрессивное воздействие на полиуретаны;
- минеральные масла и смазки (определенные добавки могут оказать агрессивное химическое воздействие на стандартные материалы!);
- силиконовые масла и смазки;
- вода с температурой до 50 °C;
- озон и старение.

Не устойчив по отношению к:

- кетоны, простые эфиры, сложные эфиры, спирты и гликоли;
- горячая вода, пар, щелочи, амины и кислоты.

6.3.16 Силиконовый каучук (LSR, Q, MQ, VMQ)

Торговые наименования:

Elastosil®	Wacker
Silopren®	Momentive
Silastic®	Dow Corning

Термин «силиконовый каучук» охватывает широкую группу материалов, среди которых наиболее часто используемым компаундом является метилвинилкремнийорганический каучук (VMQ). К этой категории также относится жидкий силиконовый каучук (LSR). Он может быть окрашен почти в любой цвет и переработан как двухкомпонентная смесь. Силиконовые эластомеры как группа обладают относительно слабой прочностью при натяжении, сопротивлением разрыву и износу. Однако они обладают многими особыми свойствами: в общем случае силиконы имеют хорошую стойкость к температурам до +230 °C и хорошую гибкость при отрицательной температуре до -60 °C, стойкость к атмосферному воздействию, хорошие изоляционные и физические свойства, а также хорошую совместимость с распространенными средами.

Термостойкость: приблизительно до 210 °C (специальные типы до 230 °C).

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -60 °C / -55 °C (специальные типы до -100 °C).

Химическая стойкость:

- алифатические масла для двигателей и редукторов (например, масло IRM 901);
- растительные и животные жиры и смазки;
- тормозные жидкости на основе гликоля;
- огнестойкие масла групп HFD-R и HFD-S;
- хлорированные ароматические углеводороды (например, хлорфен, хлордифенил (включая огнестойкие изоляторы, охлаждающие жидкости трансформаторов);
- вода с температурой до +100 °C;
- слабые соляные растворы;
- озон, атмосферное воздействие и старение.

Не устойчив по отношению к:

- перегретый водяной пар с температурой выше +120 °C;
- кислоты и щелочи;
- силиконовое масло и смазка;
- низкомолекулярные хлорированные углеводороды (например, трихлорэтилен);
- ароматическое минеральное масло;
- топливо;
- ароматические углеводороды (например, бензол, толуол).

6.3.17 Бутадиенстирольный каучук (SBR)

Торговые наименования:

Buna SE, SL, V Lanxess
Intol® Eni Versalis

SBR, вероятно, более известен под старыми наименованиями «Buna S» или «GRS» («стандартный (государственный) стирольный каучук»), который впервые был произведен под контролем правительства в период с 1930-го по 1950-й годы для замены натурального каучука. Обычное количество базовых мономеров бутадиена и стирола составляет приблизительно 23,5 %. Около трети мирового объема производимого SBR использу-

ется при производстве шин. Использование уплотнений SBR обычно ограничено применениями с тормозными жидкостями на основе гликоля.

Термостойкость: приблизительно до 100 °C.

Гибкость при отрицательной температуре: приблизительно до -50 °C.

Химическая стойкость:

- вода, спирт, гликоль и определенные кетоны (например, ацетон);
- тормозные жидкости на основе гликоля;
- силиконовое масло и смазка;
- слабые водные растворы, слабые кислоты, щелочи и соли.

Не устойчив по отношению к:

- минеральное масло и смазка, топливо;
- алифатические углеводороды, такие как пропан, бутан, пентан, гексан, гептан;
- хлорированные углеводороды, такие как хлороформ, трихлорэтилен, тетрахлорид;
- окислительная среда, например азотная кислота, хромовая кислота, перекись водорода, хлор, бром.

6.4 Выбор компаунда

Каучуковое основание и твердость эластомерной резиносмеси являются важными параметрами для её устойчивости к нагреву, химическим и механическим нагрузкам.

Код компаунда Parker, например N0674-70, содержит два следующих ключевых элемента:

1. Тип каучука, на котором основана резиносмесь, задается начальной заглавной буквой:

A	= полиакрилат
B	= бутил или хлорбутил
C	= хлорперен
E	= этиленпропилен или этиленпропилендиен
G	= бутадиенстирол
L	= фторосиликон
N	= бутадиенакрилонитрил
P	= термопластичный полиуретан
S	= силикон
V	= фторуглерод
Y	= эпихлоргидрин

2. Диапазон твердости компаунда обозначается последними цифрами; например, «70» означает, что диапазон твердости для соответствующего компаунда составляет 70^{±5} единиц по шкале Шора А (измерение на плоском образце).

Число между двумя этими элементами представляет определенную формулу смеси, которая гарантирует, что данная резиносмесь всегда производится в соответствии одному и тому же составу и что эта смесь была всесторонне протестирована до момента утверждения компанией Parker.

6 Материалы эластомерных уплотнений

Выбор базового каучука

Совместимость среды и температурная стойкость являются наиболее важными параметрами для выбора базового каучука. Точное знание температур и среды (включая смазочные материалы и чистящие средства), которые будут воздействовать на уплотнение в конкретных условиях применения, является обязательным требованием для выбора подходящего базового каучука.

Диапазоны температур, приведенные на рис. 6.5 для различных компаундов эластомеров, относятся к длительному воздействию температуры в окружении среды, которая не оказывает агрессивного действия на базовый эластомер при этих температурах. Для большинства типов каучука первоначальный продолжительный перегрев эластомера ведет к дальнейшему сшиванию полимерных цепей, т. е. приобретению твердости и высокой остаточной деформации. Это приводит к увеличению нейтрализации деформации и (или) сил упругости, вызванных сжатием. Если оставшихся сил упругости оказывается недостаточно, могут возникнуть утечки.

Краткосрочное превышение допустимых температур длительного воздействия возможно до определенной степени (в зави-

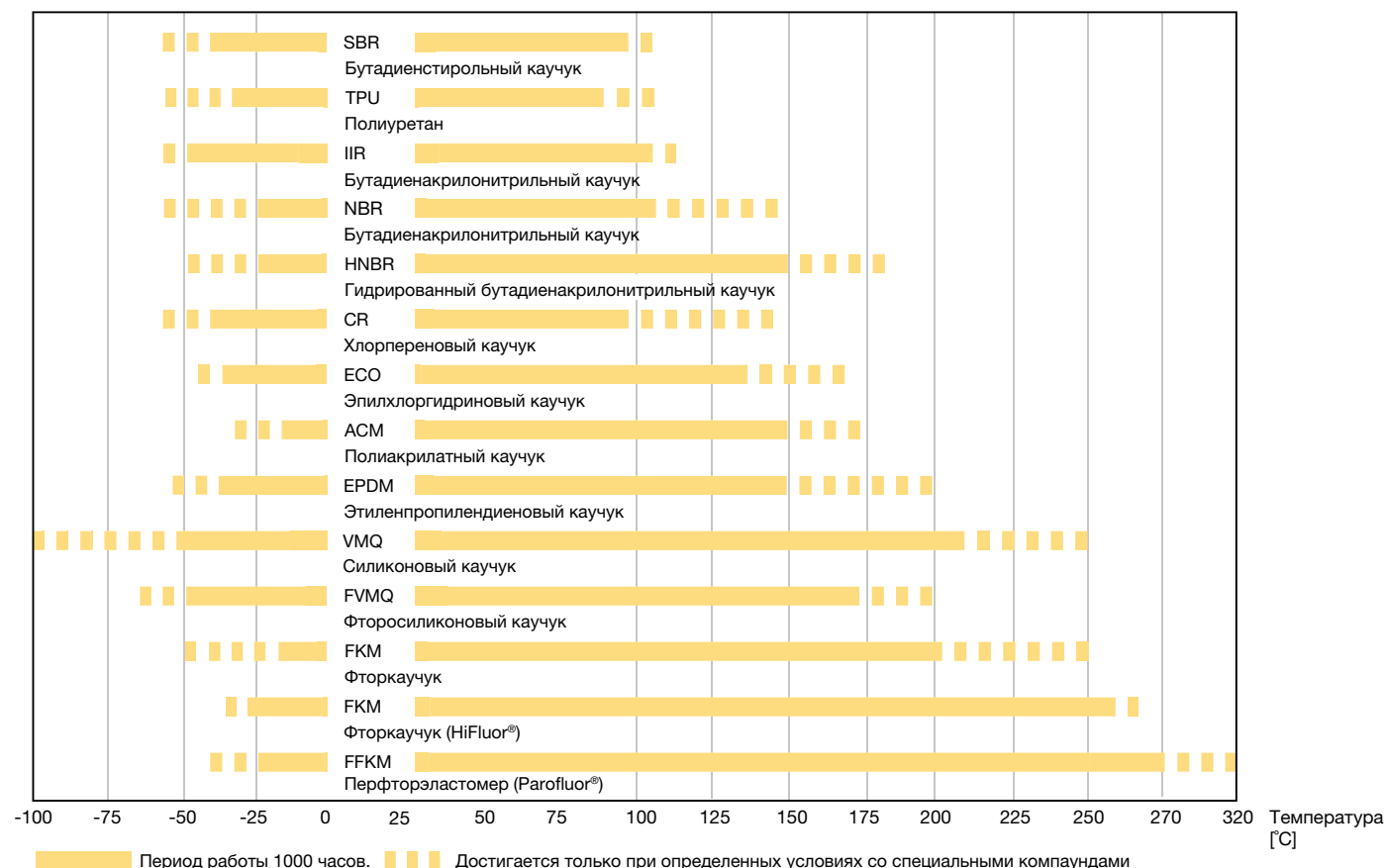
симости от совместимости среды), но ведет к уменьшению срока службы (рис. 6.5).

Практически все эластомеры в большей или меньшей степени подвержены изменениям под физическим или химическим воздействием среды, которое зависит от химического состава эластомера и среды, а также от действующих условий окружающей среды. Одним из главных факторов является температура. С ростом температуры агрессивность среды повышается.

Физические воздействия включают два параллельных процесса:

1. Поглощение среды эластомером.
2. Выделение растворимых ингредиентов компаунда (особенно пластификаторов) из эластомера.

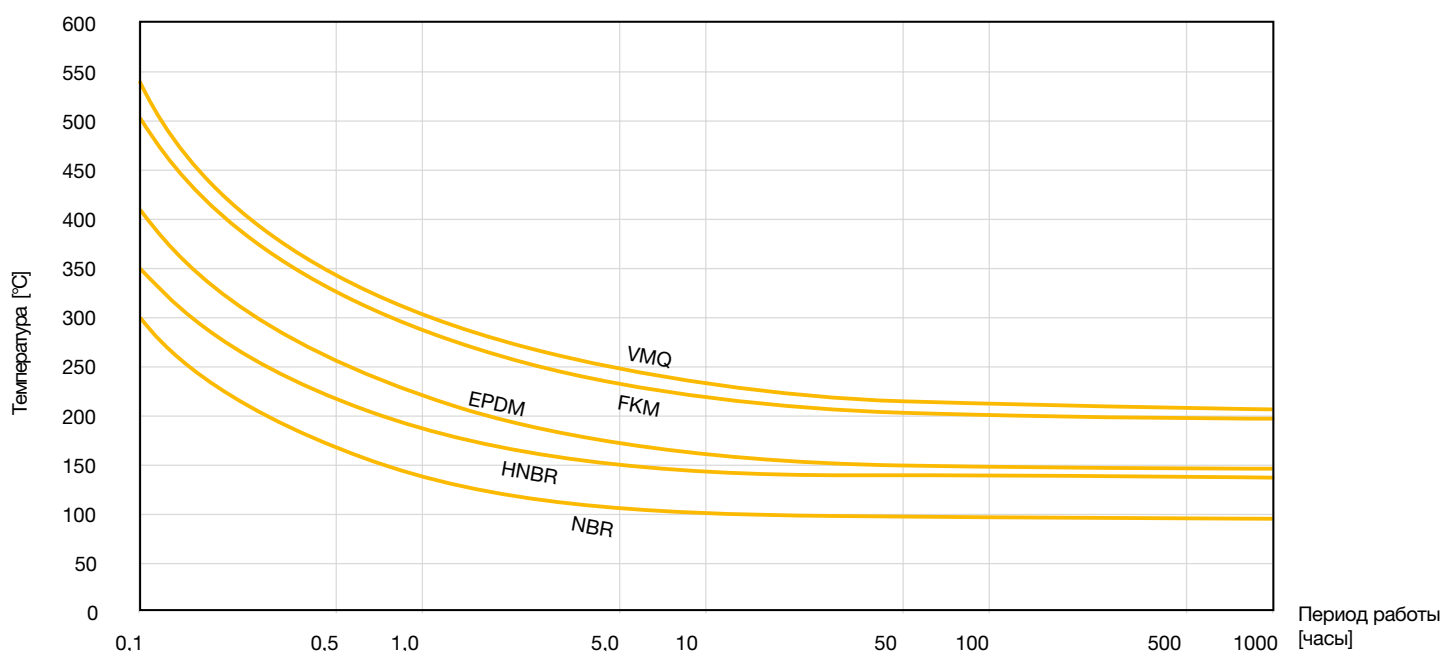
Результатом является изменение объема, т. е. разбухание или усадка. Степень изменения объема в основном зависит от типа среды, структуры каучукового компаунда, температуры, геометрической формы (толщины материала) и от сжатого состояния детали из каучука. В сжатом состоянии каучук разбухает значительно меньше (до 50 %), чем в свободном состоянии, как это происходит при тестах на разбухание.



Данные диапазоны температур действительны для условий применения, в которых избегается контакт со средой, оказывающей агрессивное воздействие на рассматриваемый компаунд.

Пример: VMQ: в воздухе до +210 °C, в воде до +100 °C.

Рис. 6.4 Верхние пределы температуры для различных эластомерных материалов



Данная схема приводится исключительно для справки. Фактическое время службы уплотнения при эксплуатации с превышением температуры зависит от условий применения и уплотняемой среды.

Рис. 6.5 Верхние пределы температуры для различных эластомерных материалов

жится в таблице совместимости сред Parker (см. Приложение), в которой перечислены рекомендации по компаундам более чем для тысячи жидкостей и газов.

Предел допустимого изменения объема зависит от условий применения. Для статических уплотнений может быть допустимо разбухание объема на величину от 25 % до 30 %. Однако необходимо учитывать тот факт, что разбухание ведет к ухудшению механических свойств, особенно тех, которые улучшают стойкость к выдавливанию.

В случае динамических уплотнений разбухание ведет к повышенному трению и более высокой степени износа. Следовательно, максимальная величина разбухания 10 % не должна превышать. Следует избегать усадки, так как усадка уменьшит сжатие и увеличит риск утечек.

Выделение пластификатора из материала иногда может быть компенсировано поглощением контактной среды. В этом случае, несмотря на компенсацию при поглощении, сухое нагревание может привести к повышенной усадке и утечкам при высыхании эластомера. Химическая реакция между средой и эластомером может внести околоструктурные изменения в форму дальнейшего сшивания или распада. Даже очень малые химические изменения в эластомере могут привести к значительным изменениям в физических свойствах, например к повышению хрупкости. По этой причине всегда следует выбирать компаунд, совместимый со средой. Соответствие эластомера определенным условиям применения может быть установлено, только если известны свойства как среды, так и эластомера для типовых условий эксплуатации. Если конкретный материал подходит для среды, считается, что он «стойкий» к этой среде. Более подробная информация по совместимости эластомерных материалов к наиболее часто используемым средам содер-

6.5 Выбор компаунда в соответствии со спецификациями норм SAE и ASTM

Система классификации американских стандартов для каучуковых продуктов в автомобилестроении ASTM D 2000 является сложной и в некоторой степени трудной для использования прикладными инженерами и производителями каучука. Коды, состоящие из чисел и букв, непросто запомнить и толковать. Пользователи должны кодировать свои требования, т. е. переводить их под требования ASTM D 2000, а изготовители должны декодировать их снова в стандартные таблицы. В ASTM описание одного каучукового компаунда может иметь длину в несколько строк. Возможно, по этой причине система не находит широкого применения вне пределов Соединенных Штатов, за исключением нескольких автомобильных производителей, направленных на рынок США. Промышленность здесь склонна использовать внутренние стандарты, разработанные под специальные требования компаний, которые не подходят для глобальной системы классификации.

6 Материалы эластомерных уплотнений

Базовый эластомер	Компаунд Parker	Жесткость [Шор A]	Цвет	ASTM D 2000 / SAE J 200
EPDM	E0540-80	80 ^{±5}	черный	2 AA 815 A13 F17 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	черный	2 BF 720 B34 EO14 EO34
NBR	N0525-60	60 ^{±5}	черный	2 BG 620 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	черный	2 BG 720 B14 B34 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	черный	7 BG 815 EO14 EO34 EF11 EF21 EA14 Z1 (75 ^{±5} Жесткость) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	черный	7 BG 915 B14 EO14 EO34 EF11 EF21 F17
EPDM	E0529-60	65 ^{±5}	черный	2 CA 620 A25 B44 Z1 (65 ^{±5} Жесткость)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	черный	3 CH 720 A25 B34 EO16 EO36
NBR	N0741-75	75 ^{±5}	черный	3 CH 815 A25 B34 EO16 EO36 Z1 (75 ^{±5} Жесткость) Z2 ¹⁾
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	черный	3 CH 915 B34 EO16 EO36
ACM	A0607-70	70 ^{±5}	черный	3 DH 715 A26 B16 EO16 EO36 F13
FVMQ	L0677-70	70 ^{±5}	синий	2 FK 708 A16 EA36 F19
VMQ	S0595-50	50 ^{±5}	красный	3 GE 505 A19 B37 EO16 EO36 F16 G11 EA14
VMQ	S0613-60	60 ^{±5}	красный	3 GE 605 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
VMQ	S0604-70	70 ^{±5}	красный	7 GE 707 A19 B37 EO16 EO36 F19 G11 EA14
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	черный	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (75 ^{±5} Жесткость)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	коричневый	2 HK 715 A1-10 B37 B38 EF31 EO72 F15 Z1 (75 ^{±5} Жесткость) Z2 (коричневый)
FKM	V0747-75	75 ^{±5}	черный	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Жесткость)
FKM	V0884-75	75 ^{±5}	коричневый	4 HK 715 A1-11 B38 EF31 EO78 Z1 (75 ^{±5} Жесткость) Z2 (коричневый)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	черный	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	коричневый	3 HK 915 A1-10 B37 B38 EF31 EO78 Z1 (коричневый)
FKM	V0709-90	90 ^{±5}	черный	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15
FKM	V0894-90	90 ^{±5}	коричневый	5 HK 915 A1-11 B38 EF31 EO78 F15 Z1 (коричневый)
NBR	N0674-70	70 ^{±5}	черный	SAE 120 R1 Class 1
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	черный	SAE J515 Type 1

¹⁾ Остаточная деформация максимум 20 % после 70 ч / 125 °C, оцененная на контрольных образцах в соответствии с нормами ASTM D 395.

Таб. 6.3 Выбор компаунда в соответствии со спецификациями норм SAE и ASTM

6 Материалы эластомерных уплотнений

6.6 Компаунды

Код состава	Базовый эластомер	Жест- кость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]		Свойства / области применения
Полиакрилатный каучук (ACM)						
A8845-70	ACM	70 ^{±5}	черный	-20	+150	
Полихлоропреновый каучук (CR)						
C0557-70	CR	70 ^{±5}	черный	-40	+100	
C0944-70	CR	70 ^{±5}	красный	-40	+100	
Этилен-пропиленовый каучук (EPDM)						
E0529-60	EPDM	60 ^{±5}	черный	-50	+150	
E0540-80 ¹⁾	EPDM	80 ^{±5}	черный	-50	+150	• стандартный компаунд • хорошая остаточная деформация • горячая вода • воздух до 150 °C • пар до 200 °C • разбавленные кислоты • тормозные жидкости на основе неминерального масла
E3609-70	EPDM	70 ^{±5}	черный	-50	+150	• стандартный компаунд • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • Класс VI USP • не подходит для использования с молоком и пищевым маслом
E3678-80	EPDM	80 ^{±5}	фиолетовый	-50	+150	
E3804-90	EPDM	90 ^{±5}	черный	-50	+150	• Parbak® Компаунд
E8556-70	EPDM	70 ^{±5}	черный	-50	+150	• для использования в системах промышленного охлаждения воды • улучшенная стойкость к старению
E8743-70	EPDM	70 ^{±5}	черный	-50	+150	• улучшенная стойкость к старению • (EC) № 1935/2004 • для пищевой промышленности • без продуктов животного происхождения
E8780-80	EPDM	80 ^{±5}	черный	-50	+150	• стандартно используется в случаях, связанных с питьевой водой • разрешительная документация: KTW, W 270, EN 681-1, W 534, ÖNORM B-5014-1, BfR • соответствует FDA (не подходит для использования с молоком и пищевым маслом) • (EC) № 1935/2004
E8790-70	EPDM	70 ^{±5}	черный	-50	+150	• стандартно используется в случаях, связанных с питьевой водой • разрешительная документация: KTW, WRAS, W 270, EN 681-1, W 534, KIWA, NSF 61, ÖNORM B-5014-1 • соответствует FDA (не подходит для использования с молоком и пищевым маслом) • (EC) № 1935/2004
Бутадиенакрилонитрильный каучук (NBR)						
N0525-60	NBR	60 ^{±5}	черный	-35	+100	
N0552-90 ¹⁾	NBR	90 ^{±5}	черный	-30	+100	
N0674-70 ¹⁾	NBR	70 ^{±5}	черный	-35	+100	• стандартный компаунд • стойкость к минеральному маслу и продуктам из минерального масла, животным и растительным жирам • обычно используется для гидравлических и пневматических систем, совместим с гидравлическим маслом, водно-гликолевой смесью (жидкие гидрофтороглероды HFC) и водомасляными эмульсиями (жидкие гидрофторалканы HFA)
N3505-50	NBR	50 ^{±5}	черный	-35	+100	• улучшенная стойкость к озону и атмосферному воздействию
N3575-75	NBR	75 ^{±5}	черный	-50	+100	• низкая температура с улучшенной стойкостью к маслу
N3578-80	NBR	80 ^{±5}	черный	-40	+100	

6 Материалы эластомерных уплотнений

Код состава	Базовый эластомер	Жесткость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]	Свойства / области применения
-------------	-------------------	-------------------	------	-------------------------------------	-------------------------------

гидрированный нитрилбутадиеновый каучук (HNBR)

N3510-85	HNBR	85 ^{±5}	черный	-35 +150	
N3512-90	HNBR	90 ^{±5}	черный	-35 +150	
N3554-75	HNBR	75 ^{±5}	светло-зеленый	-35 +150	
N3573-75	HNBR	75 ^{±5}	черный	-35 +150	
N3723-80	HNBR	80 ^{±5}	черный	-35 +150	
N3813-70	HNBR	70 ^{±5}	черный	-40 +150	• для низких температур
N3831-70	HNBR	70 ^{±5}	черный	-35 +150	• подходит для AdBlue® 2) примерно до 80 °C
N3837-85	HNBR	85 ^{±5}	зеленый	-35 +150	
N8505-70	HNBR	70 ^{±5}	зеленый	-35 +150	• подходит для применений с биодизелем (RME) до 80 °C
N8680-90	HNBR	90 ^{±5}	черный	-40 +150	• для низких температур
N8888-70	HNBR	70 ^{±5}	желтый	-35 +150	• для применения с газом и водой • одобрено для EN 549, EN 681-1

Термопластичные эластомеры (TPE) (Ultrathane®)

P4300	TPU	92 ^{±5}	желтый	-30 +110	• отличные показатели при высоких температурах отличные динамические показатели • очень хорошая стойкость к гидролизу
P5000	TPU	94 ^{±5}	темно-зеленый	-20 +100	• хорошая стойкость к гидролизу • соответствует FDA
P5001	TPU	94 ^{±5}	коричневый	-35 +100	• хорошая стойкость к гидролизу
P5007	TPU	82 ^{±5}	зеленый, прозрачный	-35 +80	• стандартный компаунд
P5008	TPU	94 ^{±5}	зеленый	-35 +100	• стандартный компаунд
P5009	TPU	94 ^{±5}	серый	-45 +95	• для низких температур
P5012	TPU	90 ^{±5}	красный	-38 +100	• хорошая стойкость к гидролизу
P5029	TPU	94 ^{±5}	естественный	-20 +100	• хорошая стойкость к гидролизу • соответствует FDA
P5070	TPU	83 ^{±5}	зеленый	-35 +85	• хорошая стойкость к гидролизу
P5075	TPU	80 ^{±5}	красновато-желтый	-45 +80	• для низких температур
P6000	TPU	95 ^{±5}	серый	-35 +110	• очень высокая механическая прочность • стойкость к выдавливанию
P6030	TPU	93 ^{±5}	оранжевый	-35 +105	• высокая механическая прочность • стойкость к выдавливанию

Силиконовый каучук (VMQ)

S0595-50	VMQ	50 ^{±5}	красный	-55 +200	
S0604-70	VMQ	70 ^{±5}	красный	-55 +200	• стандартный компаунд • горячий воздух до 210 °C • вода до 100 °C • подходит только в качестве статического уплотнения
S0613-60	VMQ	60 ^{±5}	красный	-55 +200	
S0614-80	VMQ	80 ^{±5}	красный	-55 +200	

Жидкий силиконовый каучук (LSR)

S3693-50	LSR	50 ^{±5}	красновато-коричневый	-50 +200	
S3695-60	LSR	60 ^{±5}	красновато-коричневый	-50 +200	
S3697-40	LSR	40 ^{±5}	красновато-коричневый	-50 +200	
S3698-70	LSR	70 ^{±5}	красновато-коричневый	-50 +200	

6 Материалы эластомерных уплотнений

Код состава	Базовый эластомер	Жест- кость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]		Свойства / области применения
Фторсиликоновый каучук (FVMQ)						
L0677-70	FVMQ	70 ^{±5}	синий	-60	+170	• для высоких температур • хорошая стойкость к низким температурам • устанавливается преимущественно в местах, где важна стой- кость к топливу и маслу • преобладает в авиационной промышленности
L0806-80	FVMQ	80 ^{±5}	синий	-60	+170	• подтверждено для военного и аэрокосмического применения
L3355-70	FVMQ	70 ^{±5}	желтый	-60	+170	• используется в соединениях автомобильного топлива
L8559-70	FVMQ	70 ^{±5}	синий	-60	+170	
L8585-80	FVMQ	80 ^{±5}	синий	-60	+170	• подтверждено для аэрокосмического применения
Фторуглеродный каучук (FKM)						
V0709-90	FKM	90 ^{±5}	черный	-25	+200	
V0747-75 ¹⁾	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	• стандартный компаунд • для высоких температур • горячее масло • ароматические растворители • обширная устойчивость к химическому воздействию • огнестойкие жидкости с эфиром фосфорной кислоты и хлорги- дрокарбонатным основанием • сополимер
V0763-60	FKM	60 ^{±5}	коричневый	-25	+200	• сополимер
V0884-75	FKM	75 ^{±5}	коричневый	-25	+200	• сополимер
V0894-90	FKM	90 ^{±5}	коричневый	-25	+200	• сополимер
V3642-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	• тройной сополимер
V3670-70	FKM	70 ^{±5}	зеленый	-25	+200	• сополимер
V3681-80	FKM	80 ^{±5}	зеленый	-25	+200	• сополимер
V3736-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-28	+200	• тройной сополимер • улучшенная совместимость со средами
V3738-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-20	+200	• улучшенная совместимость со средами
V8592-75	FKM	75 ^{±5}	синий	-40	+200	• для низких температур
V8703-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-30	+200	• улучшенная стойкость к низким температурам • подходит для применения с биодизелем (RME)
V8722-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	• соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • без продуктов животного происхождения • улучшенная стойкость к водным гликолям и кислотам
V8750-70	FKM	70 ^{±5}	черный	-25	+200	• соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • пищевая промышленность
V8802-80	FKM	80 ^{±5}	синий	-40	+200	• для низких температур
V8877-75	FKM	75 ^{±5}	синий	-50	+200	• особенно улучшенная стойкость к низким температурам
V8989-80	FKM	83 ^{±5}	черный	-40	+200	• для низких температур • улучшенная совместимость со средами и улучшенные механические свойства
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor®)						
V3819-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+250	• улучшенная стойкость к водным гликолям и кислотам • отличная доступность в стандартных размерах Parker
V8534-90	FKM	90 ^{±5}	черный	-25	+250	• улучшенная стойкость к взрывной декомпрессии и выдавлива- нию из зазора • применение в морской и нефтедобывающей промышленности
V8730-70	FKM	70 ^{±5}	белый	-25	+250	• пищевая промышленность • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • особенно хорошо подходит для использования при высоких температурах обработки и с агрессивной средой

6 Материалы эластомерных уплотнений

Код состава	Базовый эластомер	Жест- кость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]		Свойства / области применения
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor®)						
V3852-65	FKM	65 ^{±5}	черный	-25	+250	• используется преимущественно для литых функциональных компонентов и мембран/диафрагм
V8558-75	FKM	75 ^{±5}	зеленый	-25	+260	• цветная версия
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor® FB)						
V8879-75	FEPM	75 ^{±5}	черный	-15	+230	• очень хорошая химическая стойкость • очень хорошая лаковая стабильность • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004
V8991-75	FB	75 ^{±5}	черный	-25	+200	• очень хорошая химическая стойкость • хорошая стойкость к пару (CIP/SIP) • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004, (EC) № 2023/2006 • Класс VI USP • без продуктов животного происхождения • 3-A санитарные нормы Cl. I + II • BNIC
Перфторированный эластомер (Parofluor®)						
V3734-70	FFKM	70 ^{±5}	черный	-25	+240	• для низких температур • для аэрокосмической отрасли
V8545-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+300	• лучший компаунд для применения с горячей водой и паром • AMS 7257
V8562-75	FFKM	75 ^{±5}	белый	-15	+300	• для высокотемпературных плазменных применений • сухие условия применения в полупроводниковой промышленности
V8588-90	FFKM	90 ^{±5}	черный	-15	+260	• стойкость к взрывной декомпрессии • Norsok M-710
V8920-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+260	• хорошая стойкость в горячей воде • для влажных процессов в полупроводниковой промышленности
V8921-75	FFKM	75 ^{±5}	белый	-15	+260	• чистый компаунд для стерильной и фармацевтической технологии • для окислительной среды
V8930-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+325	• для высоких температур • не рекомендуется для алифатического амина и водяного пара
V8950-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+240	• соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • без продуктов животного происхождения • для пищевой промышленности, фармацевтики и биотехнологии
V8951-70	FFKM	70 ^{±5}	белый	-15	+240	• соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • без продуктов животного происхождения • Класс VI USP • для фармацевтики, биотехнологии и медицины
FF400-80	FFKM	80 ^{±5}	черный	-40	+275	• для низких температур • нефть и газ • химические промышленности • стойкость к взрывной декомпрессии
Перфторированный эластомер (Parofluor Quantum®)						
V8787-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-20	+230	• оптимизированная стабильность к краскам, лакам и растворителям
V8844-75	FFKM	75 ^{±5}	естественный	-20	+230	• оптимизированная стабильность к краскам, лакам и растворителям
V8910-75	FFKM	80 ^{+8 -5}	черный	-20	+220	• улучшенная химическая стойкость • без продуктов животного происхождения
V8911-75	FFKM	75 ^{+8 -5}	белый	-20	+220	• улучшенная химическая стойкость

¹⁾ Компаунды, выделенные жирным, являются стандартными для серии 2-xxx и доступны на складе.

²⁾ Зарегистрированная торговая марка VDA.

Таб. 6.4 Компаунды Parker и их свойства

6.7 Соответствие стандартам

6.7.1 Компаунды для газоснабжения и широкого применения

Следующие компаунды Parker утверждены организацией DVGW (Deutscher Verband für Gas und Wasser e.V. — Немецкое объединение специалистов газового и водопроводного хозяйства) для приведенных условий применения и норм.

Компаунд Parker	Полимер	Цвет	Стандарт
N0552-90	NBR	черный	DIN EN 549
N0674-70	NBR	черный	DIN EN 549, VP 406
N3506-70	NBR	черный	DIN EN 549
N3578-80	NBR	черный	DIN EN 549
N3829-70	NBR	черный	DIN EN 549
N8902-85	NBR	черный	-
N8888-70	HNBR	желтый	DIN EN 549, VP 406, VP 614
S3698-70	VMQ	красный	DIN EN 549
V0747-75	FKM	черный	DIN EN 549
V0884-75	FKM	коричневый	DIN EN 549

Таб. 6.5

6.7.2 Кислородные клапаны

В соответствии с испытаниями, выполненными организацией Deutsches Bundesamt für Materialprüfung (Федеральное ведомство Германии по испытаниям материалов), следующие компаунды могут быть использованы вплоть до указанных значений температуры и давления.

Компаунд Parker	Полимер	Цвет	Рабочие данные	
			[бар]	[°C]
P5001	TPU	коричневый	20	60
V0747-75	FKM	черный	30	60
V8592-75	FKM	синий	40	60
Super-O-Lube	-	-	20	80

Таб. 6.6

6.7.3 Компаунды для подготовки, хранения и распределения питьевой воды

На уплотнительные компаунды для использования с питьевой водой и в системах отопления распространяется действие большого количества разрешительных регламентов, направленных на обеспечение их безвредности, начиная со стадии водозабора, очистки и транспортировки и заканчивая краном потребителя. Большинство стран мира имеют собственные ре-

гламенты, распространяющиеся на питьевую воду, включая определенные испытания и перечень разрешенных ингредиентов. Правила дополняются физическими и микробиологическими проверками.

КТW

КТW является признанным стандартом Германии для всех устройств, компонентов и материалов, которые вступают в контакт с питьевой водой. В дополнение к немецкому стандарту (КТW), Великобритания (WRAS), США (NSF61), Франция (ACS) и Нидерланды (KIWA) опубликовали собственные регламенты для данной области применения.

Подразделение уплотнительных колец компании Parker разработало несколько материалов, сертифицированных по стандарту КТW.

Компаунд Parker	Полимер	Контактная температура воды [°C]	Цвет	Стандарт
E1549-70	EPDM	85 82	черный	• WRAS • NSF 61
E8780-80	EPDM	90 -	черный	• W270 • EN 681-1, W 534
E8790-70	EPDM	90 85 90 -	черный	• KTW, W270 • WRAS • KIWA • EN 681-1, W 534
N8888-70	HNBR	-	желтый	• EN 681-1, EN 549

Таб. 6.7

6.7.4 Компаунды для пищевой и фармацевтической промышленности

Уплотнения, контактирующие с продуктами пищевой и фармацевтической промышленности, должны иметь стойкость к процессам «CIP» (очистка на месте) и «SIP» (стерилизация на месте). Силиконовые материалы подходят для использования в пищевой отрасли с учетом их физических свойств, так как они инертны, а также не имеют запаха и вкуса. В дополнение к химической и тепловой стойкости уплотнительные компаунды должны соответствовать различным национальным, европейским и международным регламентам.

В Германии **Федеральный институт оценки рисков (BfR)** выпускает рекомендации для состава, добавок, остатков, загрязнений и допустимых уровней миграции (миграции выщелачивания) в продуктах питания и кормах для животных. Согласно Рекомендации XXI BfR каучуковые изделия делятся на четыре категории в соответствии с различными условиями применения, которые возникают при использовании в полевых условиях (уровни, основанные на длительности контакта уплотнения с пищевым продуктом), и одну специальную категорию.

В Приложении I статьи 3 **Европейских норм (ЕС) № 1935/2004** заявляется, что уплотнительные элементы, использующие надлежащую производственную практику, должны изготавливать-

6 Материалы эластомерных уплотнений

ся таким образом, чтобы при нормальных или предсказуемых условиях использования они не выделяли каких-либо компонентов в пищевые продукты в количествах, которые несут риск для здоровья человека, или ведут к недопустимому изменению состава, или ухудшению органолептических свойств пищевых продуктов.

Регламентом (ЕС) № 1907/2006 в отношении правил регистрации, оценки, санкционирования и ограничения использования химических веществ (**REACH**) химические вещества регистрируются, оцениваются, санкционируются и ограничиваются в использовании с целью минимизации потенциальных рисков для потребителя, например от использования свинца.

Компания Parker разработала формулы «**ADI-free**» (без продуктов животного происхождения), так как такие ингредиенты могут стать причиной ГЭКРС (губкообразной энцефалопатии крупного рогатого скота).

Управление **по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами США (FDA)** определяет ингредиенты и массовые доли с максимальными уровнями извлечения в так называемом «белом списке». Материалы, отмеченные FDA, соответствуют требованиям управления FDA № 177.2600, CFR 21 («Изделия из каучука, предназначенные для многократного использования»).

Корпорация 3-A Sanitary Standards Inc. (3-A SSI) является независимой организацией, направленной на внедрение конструкций гигиенического оборудования для пищевой и фармацевтической промышленности, а также производства безалкогольных напитков в Соединенных Штатах. Например, 3-A SSI определяет стандарты и требования для разработки, производства и использования молочного оборудования. Уплотнения для такого оборудования должны проходить испытания методом экстракции.

В Классе VI протокола **USP (Фармакопея США)** удостоверяется биологическая совместимость с живыми организмами и, таким образом, вредность уплотнительных материалов для здоровья. Наиболее важные протоколы испытаний перечислены ниже:

Класс VI USP, часть 88 — это биологическое «физиологическое» испытание на реакционную способность. Оно служит для определения биологической реакции животных на эластомеры, пластмассу и другие полимерные материалы при прямом и непрямом контакте и (или) введении специфических выделений испытуемого уплотнительного материала.

Класс VI USP, часть 87 в соответствии с ISO 10993-1 — испытание на цитотоксичность, или реакционное испытание, которое служит для определения биологической реакционной способности культур клеток млекопитающего (животного или человека) при прямом и непрямом контакте с эластомерами, пластмассой и другими полимерными материалами или специ-

фическими выделениями испытуемого уплотнительного материала.

Существуют специальные области применения, в которых не должно содержаться каких-либо **пластификаторов (фталатов)**, так как эти вещества могут оказывать влияние на гормональный баланс и создавать условия для бесплодия, поражения печени и диабета.

Компаунд Parker	Полимер	Цвет	Стандарт
E3609-70	EPDM	черный	FDA ¹⁾ , (EC) № 1935/2004, Класс VI USP
E8743-70	EPDM	черный	FDA, (EC) № 1935/2004, BfR, без продуктов животного происхождения
E8780-80	EPDM	черный	FDA ¹⁾ , (EC) № 1935/2004, BfR
E8790-70	EPDM	черный	FDA ¹⁾ , (EC) № 1935/2004, BfR
P5000	TPU	зеленый	FDA
P5029	TPU	естественный	FDA
S3693-50	LSR	красновато-коричневый	FDA, (EC) № 1935/2004, BfR
S3695-60	LSR	красновато-коричневый	FDA, (EC) № 1935/2004, BfR
S3697-40	LSR	красновато-коричневый	FDA, (EC) № 1935/2004, BfR
S3698-70	LSR	красновато-коричневый	FDA, (EC) № 1935/2004, BfR
V0747-75	FKM	черный	без продуктов животного происхождения
V8722-75	FKM	черный	FDA, (EC) № 1935/2004
V8750-70	FKM	черный	FDA, (EC) № 1935/2004
HiFluor® V8522-75	FKM	белый	без продуктов животного происхождения
HiFluor® V8730-70	FKM	белый	FDA, (EC) № 1935/2004
Parofluor® V8742-70	FFKM	белый	без продуктов животного происхождения
Parofluor® V8950-75	FFKM	черный	FDA, (EC) № 1935/2004, без продуктов животного происхождения
Parofluor® V8951-70	FFKM	белый	FDA, (EC) № 1935/2004, без продуктов животного происхождения, Класс VI USP

¹⁾ Не подходит для использования с молоком и пищевым маслом.

Таб. 6.8

7.1 Автомобилестроение

Требования к эластомерным материалам в автомобилестроении крайне зависят от условий применения. Материалы должны обладать максимальными характеристиками, особенно в отношении химической стойкости, физических свойств и гибкости при отрицательной температуре. При выборе компаунда необходимо учитывать различные параметры, оказывающие влияние на характеристики, например рабочую температуру, давление или допустимые размеры зазора. Повсеместно используемые среды, такие как масла, традиционное топливо и биотопливо, могут оказывать значительное влияние на химические характеристики.

Низкотемпературные требования для многих условий применения часто оказываются ниже температур хрупкости для таких эластомеров, как FKM, HNBR и NBR. Однако статические применения уплотнительных колец характеризуются небольшими утечками, так как критическое состояние зачастую компенсируется возрастающей вязкостью холодной среды, фазой быстрого прогрева или влиянием среды, которое увеличивает низкотемпературную гибкость.

7.1.1 Двигатель

Общие требования

Температура: от -40°C до 180°C (иногда выше).
Среда: Моторное масло, охлаждающая жидкость, топливо, горячий воздух и смесь этих сред.

Применение	Среда	Температурный диапазон		Материал	Parker
		мин.	макс.	ISO	
моторное масло, масляный фильтр	SAE-масла	-35	110	NBR	N0674-70
		-35	150	HNBR	N3554-75
		-40	150	HNBR	N3813-70
		-40	150	ACM	A8845-70
		-40	170	AEM	AE607-60
		-40	170	AEM	AE608-75
		-55	150	LSR	S8762-70
		-25	200	FKM	V0747-75
охлаждающая жидкость / контур отопления	смесь вода / гликоль	-35	200	FKM	V8727-70
		-55	135	LSR	S8678-60
		-50	150	EPDM	E8867-60
		-50	150	EPDM	E8556-70
«мокрые» цилиндры (омываемые охлаждающей жидкостью)(дизель)	смесь вода / гликоль	-25	130	FKM	V8722-75
		-40	130	FKM	VG292-75

Таб. 7.1 Применение в двигателе

7.1.2 Тормозная система

Общие требования

Температура: от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$.
Среда: Синтетическая тормозная жидкость (например, DOT 4) на основе гликоля или гликольэфира по рекомендациям Министерства транспорта и SAE.
Компаунды: EPDM: E0540-80, E3609-70, E3804-70.

Безопасность в тормозных системах должна быть на первом месте. Компания Parker обеспечивает выполнение данных требований благодаря своим высоким стандартам качества производства.

7.1.3 Топливная система

В настоящее время производители автомобилей стремятся добиться максимальной мощности от очень малых двигателей, чем обуславливают постоянно растущие требования к уплотнениям, особенно в крайне критических условиях применения, таких как системы впрыска и насосы высокого давления. Все чаще делаются попытки заменить традиционное топливо региональными типами топлива. Однако это может вызвать более сильное разбухание эластомера, особенно при использовании биотоплива, содержащего метанол или этанол.

В последние годы во многих странах значительно снизились допустимые выбросы от сжигания топлива. Это привело к значительному росту требований для эластомерных уплотнений. В частности, следует избегать проницаемость, которая увеличивается с набуханием эластомерного материала. В этом отношении очень хорошие результаты были достигнуты при использовании компаундов FKM с высоким содержанием фтора в уплотнительных кольцах.

Применение	Среда	Температурный диапазон		Материал	Parker
		мин.	макс.	ISO	
топливная система	стандартный и высокооктановый бензин	-35	60	FKM	V0747-75
		-40	60	FKM	V3736-75
		-30	60	FKM	VW252-65
		-35	60	FKM	V0747-75
		-30	60	FKM	VW252-65
		-30	60	FKM	V16327-75
линии, муфты	дизель / PME специальное топливо (высокое содержание спирта, сернистый газ)	-35	60	FKM	V3726-75
		-35	200	FKM	V8792-70
		-35	200	FKM	V16327-75
		-20	200	FKM	V16327-75

7 Применения

Применение	Среда	Температурный диапазон		ISO	Parker
		мин.	макс.		
система впрыска, клапаны, инжекторы	стандартный и высокооктановый бензин, дизель / PME, специальное топливо	-50	175	FVMQ	L40713-70
		-50	175	FVMQ	L3355-70
		-30	200	FKM	V8589-75
		-35	200	FKM	V8727-70
		-40	200	FKM	V8989-80
		-40	200	FKM	V3736-75
		-40	200	FKM	V8781-75
		-49	200	FKM	V8908-80

Таб. 7.2 Применение в топливных системах

7.1.4 Коробка передач

Общие требования

Температура: около +90 °C (краткосрочная до 170 °C).
 Среда: Редукторное масло (справочное масло SAE 90) и масло ATF (жидкость автоматической коробки передач).
 Компаунды: NBR: N0674-70, N0741-75, N0552-90.
 ACM: A3872-70.
 FKM: V0747-75, V0884-75, V8826-75.

7.1.5 Системы кондиционирования воздуха

Температура: от -40 °C до около 90 °C.

Хладагент	Материал	
	ISO	Parker
HFO1234yf (масло POE / PAO)	HNBR	N3554-75
HFO1234yf (масло POE / PAO)	HNBR	N8822-75
HFO1234yf (масло POE / PAO)	EPDM	E8901-70
R-134a	EPDM	E8537-75
R-134a	CR	C0557-70

Таб. 7.3 Хладагенты для систем кондиционирования воздуха

7.1.6 Снижение выбросов путем очистки выхлопных газов

Во всем мире к коммерческим и пассажирским автомобилям предъявляются все более и более высокие требования в отношении снижения выбросов. В системах SCR (избирательной каталитической нейтрализации) для снижения выбросов оксидов

азота используется синтетическая мочевины (AdBlue®). Водный раствор карбамида (32,5 %) — это безопасное для окружающей среды химическое вещество, используемое для очистки выхлопного газа.

Компания Parker разработала соответствующие компаунды для применения в области дополнительной очистки выхлопного газа. В зависимости от рабочей температуры преимущественно используются компаунды EPDM или HNBR.

Компаунд: EPDM: E8556-70
 Температура: от -50 °C до 130 °C

Компаунд: HNBR: N8895-75
 Температура: от -50 °C до 150 °C

7.2 Биомедицина

Биологическая совместимость в соответствии с Классом IV USP и (или) ISO 10993 является главным требованием для уплотнительных материалов, используемых в биомедицине. Помимо силикона для этих условий применения доступны также компаунды EPDM, IR, FKM и TPE. При выборе материала должен также учитываться процесс стерилизации, так как не все материалы подходят для всех способов без ограничений.

7.3 Химическая обработка

В наши дни в этой области применения используются все эластомерные уплотнения от NBR до HNBR, EPDM, VMQ, FVMQ и FKM вплоть до FFKM (перфторэластомеры с высокой производительностью).

Благодаря постоянной адаптации химических процессов в отношении выходного объема, эффективности производства и дальнейшего совершенствования продукции изменяются также профили требований для уплотнительных компонентов.

Например, для условий применения, в которых до сих пор использовался компаунд FKM, из-за более высоких температур или более агрессивной среды в будущем только компаунд HiFluor® или Parofluor® сможет обеспечить желаемые характеристики.

Следовательно, выбор уплотнительного компаунда определяется соответствующими спецификациями. Вместе с инженерами по применению Parker наши химики из лаборатории компаундов помогут вам подобрать подходящие уплотнительные материалы.

7.4 Гидравлические жидкости безопасные для окружающей среды

Промышленность больше не может игнорировать растущую потребность в использовании биоразлагаемой рабочей жидкости под давлением. Особенно это касается транспортной гидравлики, где используется все больше и больше жидкостей, которые, по сравнению с минеральными маслами, отличаются

более высокой биологической разлагаемостью и меньшей биологической токсичностью. Биологическая разлагаемость определяется как окисление рабочих жидкостей микроорганизмами, в результате которого образуется углекислый газ, вода и бактериальное вещество.

В качестве соответствующих методов испытаний были установлены CEC-L-103-A-12 (2012) и OECD 301B.

Используемые среды — часто упоминаемые как биомасла — приведены в следующей таблице. Выполняя испытания на сохраняемость, можно оценить потенциальное агрессивное химическое воздействие соответствующей гидравлической жидкости на уплотнение.

Гидравлические жидкости безопасные для окружающей среды DIN ISO 15380

Вещество	Код
триглицерид (рапсовые масла, рапсовый метиловый эфир)	HETG
полиалкиленгликоль	HEPG
синтетический эфир	HEES
полиальфаолефины (PAO) и относящиеся углеводороды	HEPR

Таб. 7.4

Гидравлическая жидкость	Сокращение	Рекомендуемый компаунд	
		динамика	статика
Минеральное масло	H, HL, HLP, HVLP	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, CR, TPU
полиальфаолефины	PAO	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM, CR
смесь вода / гликоль	HFC	NBR, HNBR, (FKM ¹⁾), TPU ³⁾	NBR, HNBR, (FKM ¹⁾), EPDM ²⁾ , TPU ³⁾
эмульсия «масло в воде»	HFAE, HFAS	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
эмульсия «вода в масле»	HFB	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
органофосфат	HFD	FKM ¹⁾ , EPDM ²⁾	FKM ¹⁾ , EPDM ²⁾
полиолестер	HFDU	NBR, HNBR, FKM	NBR, HNBR, FKM
синтетический эфир	HEES	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
триглицерид (рапсовые масла, рапсовый метиловый эфир)	HETG	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾	NBR, HNBR, FKM, TPU ³⁾
полиалкиленгликоль	HEPG	NBR ¹⁾ , HNBR, FKM, CR, EPDM ²⁾	NBR, HNBR, FKM, CR, EPDM ²⁾
синтетические углеводороды	HEPR	NBR, HNBR, FKM, TPU	NBR, HNBR, FKM, TPU
Тормозная жидкость	DOT-3/ DOT-4	EPDM	EPDM

¹⁾ Рекомендуемое испытание

²⁾ Полное отсутствие минерального масла

³⁾ Стабилизированный для гидролиза материал

Таб. 7.5 Обзор компаундов для гидравлических жидкостей

7.5 Системы, использующие солнечную энергию

На заре солнечной энергетики производители не устанавливали особенно высоких требований для фотоэлектрических разъемов. Вследствие введения национальных и международных регламентов для стойкости к атмосферному воздействию / ультрафиолету (например, DH 605/A1) или огнестойкости (например, IEC 60332-1-2) данная ситуация значительно изменилась.

Попадание влаги остается общей проблемой, так как влажность увеличивает сопротивление контактов. Следовательно, соответствующая конструкция уплотнения (например, в отношении силы сжатия) и выбор подходящего компаунда продолжают иметь существенное значение. Специально для таких условий применения в ассортимент компании Parker входит силиконовый материал SO604-70 с сертификацией UL1703. Материал SO604-70 также может использоваться для отсечных устройств (защита от огня).

7.6 Геотермальная энергия

Под геотермальной энергией понимается использование тепловой энергии, хранящейся в недрах Земли. Чем глубже проникновение во внутреннюю структуру Земли, тем выше температура, которая в среднем увеличивается на 35-40 °C на каждый километр глубины проникновения.

В попытках «укротить» эту энергию используются различные технические способы. Уплотнения, используемые в этих условиях, обычно подвержены экстремальными условиями эксплуатации:

- высокое давление
- высокие температуры
- химическая стойкость

Компаунд FFKM V8920-75 серии Parofluor®, например, проявил себя как практичное решение. Данный материал является хорошим выбором для горячей воды и пара в сочетании с агрессивной средой.

7.7 Экстремальные температуры

7.7.1 Высокие температуры

При температурах, которые являются слишком высокими для эластомерных компаундов, разложение начинается с потери геометрии уплотнения или увеличенного износа. При высоких температурах увеличивается склонность к разбуханию или последующему отверждению.

7 Применения

Изменения в компаунде называются «старением». Повреждение изделия увеличивается вместе со статической или динамической деформацией. Старение приводит к следующим явлениям:

Визуальные изменения:

- равномерное образование трещин,
- неравномерное образование трещин или смятие поверхности,
- высокая остаточная деформация при сжатии.

Измеряемые изменения:

- отвердевание или размягчение (в зависимости от компаунда),
- изменение физических свойств (прочности на растяжение, удлинения при разрыве, модуля упругости и т. д.).

С увеличением температуры смазочная пленка становится более тонкой из-за уменьшения вязкости жидкости, ведущего к ускоренному износу уплотнения.

Эластомеры характеризуются коэффициентом теплового расширения, который примерно в десять раз больше, чем у металла. Это означает, что фактически уплотнения с большими размерами поперечного сечения могут заметно расширяться. Более высокое давление, оказываемое на корпус и на движущуюся деталь, приводит к повышенному трению. В таких случаях применение более широких посадочных канавок не является решением проблемы, так как предварительная нагрузка в холодных условиях может стать недостаточной.

На рис. 7.2 приведены диапазоны температуры для различных эластомеров. При недостаточной совместимости со средой максимально допустимые температуры могут быть значительно ниже.

Сравнение эластомеров в таблице 7.6 демонстрирует пределы температуры как максимальной постоянной температуры при применении с некоторыми наиболее часто используемыми средами при условии, что эластомер совместим с соответствующей средой.

Материал DIN ISO 1629	Смазочный материал на основе минерального масла	Вода	Воздух
NBR	100	70	90
HNBR	150 ¹⁾	130 ²⁾	150
FKM	200 ¹⁾	130 ²⁾	200
FKM HiFluor®	200 ⁶⁾	180 ²⁾	250
FFKM	200 ⁶⁾	230	320 ²⁾
EPDM	стойкость отсутствует	150 (180) ⁵⁾	150
VMQ	150 ¹⁾	100	210
FVMQ	175 ¹⁾	100	175
ECO	135	50	135
ACM	150 ¹⁾	- ³⁾	150
CR	100	80 ⁴⁾	90
TPU	100	50 (80 ⁷⁾	100

¹⁾ При данных температурах смазочные материалы разлагаются спустя короткое время.

²⁾ Специальные типы.

³⁾ Сильное разбухание при комнатной температуре, гидролиз при более высоких температурах.

⁴⁾ Среднее или сильное разбухание в зависимости от температуры.

⁵⁾ В паре.

⁶⁾ Компаунд имеет более высокую стойкость к тепловому старению, но при этих температурах происходит разложение смазочного материала.

⁷⁾ Стабилизированный для гидролиза.

Таб. 7.6 Сравнение эластомеров в совместимой контактной среде и максимально допустимые температуры (°C)

7.7.2 Низкие температуры

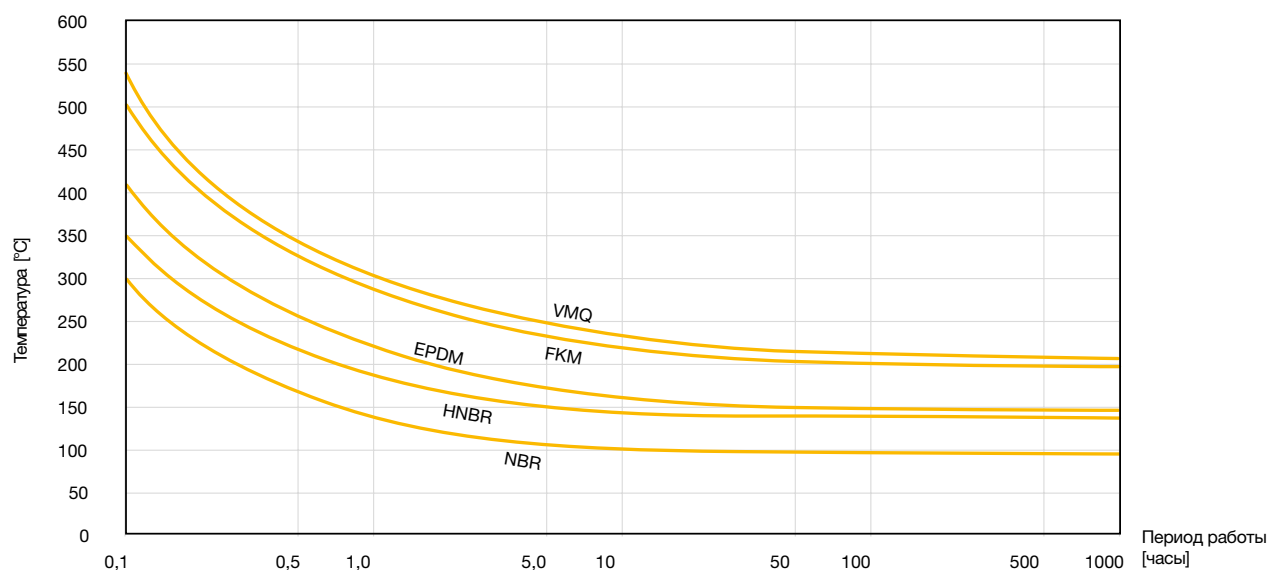
При охлаждении резиновые компаунды теряют свою эластичность. При очень низких температурах они твердеют и становятся хрупкими, как стекло; они могут расколоться при ударе. Риск повреждения уплотнительных колец, которые хранятся или устанавливаются в таких условиях, отсутствует, если они не подвергаются какому-либо механическому воздействию, так как замерзание имеет обратимый эффект и компаунд восстанавливает свои первоначальные свойства при возврате к нормальным температурам.

Влияние контактной среды может незначительно увеличить гибкость при отрицательной температуре в случае увеличения объема и значительно уменьшить ее при уменьшении объема (посредством выдавливания пластификатора).

Силикон (S0604-70) и фторсиликон (L0677-70) обладают хорошей гибкостью при отрицательной температуре и должны выбираться в соответствии с их стойкостью к среде. Из-за плохой стойкости к износу силиконы подходят только для статического применения. Другими эластомерами с хорошей низкотемпературной гибкостью являются CR, EPDM и специальные компаунды HNBR и FKM.

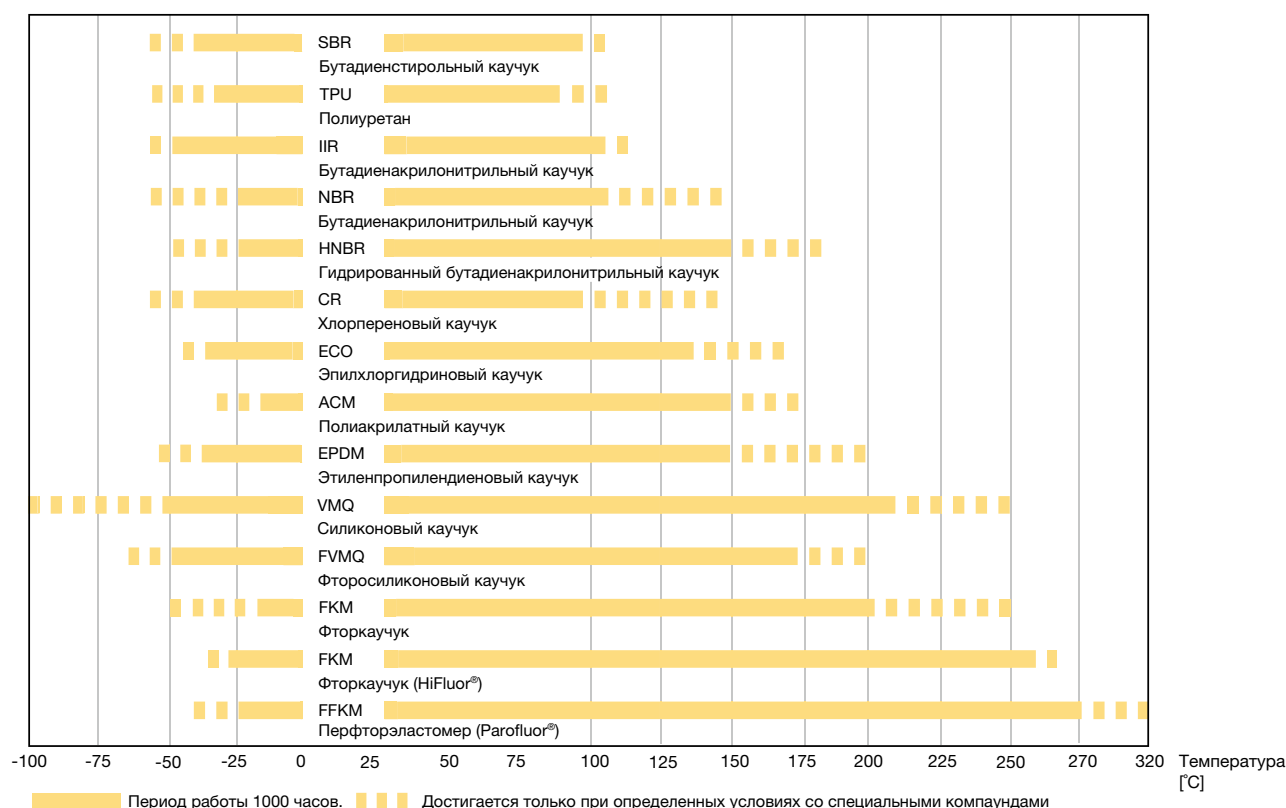
Измерения для оценки температурно-зависимых изменений твердости, ударной вязкости и остаточной деформации компаундов уплотнительных колец подходят также и для оценки низкотемпературной эластичности (рис. 7.3). Несмотря на наличие большого количества способов тестирования низкотемпературной стойкости, их сравнительное значение и практическое использование ограничены несколькими случаями. Испытания TR10, выполняемые в соответствии с нормами ASTM D 1329 (или ISO S 2921), подтвердили применимость измерений для оценки эксплуатационных пределов температуры (рис. 7.4). Испытания включали растягивание образца на величину 100 % и его замораживание в растянутом состоянии. Затем образец освобождался с одного из концов и температура увеличивалась с управляемой скоростью. По мере нагревания эластомер начинает возвращаться к своей оригинальной форме. Температура, при которой образец достигает 90 % своего удлинения, является соответствующей температурой точки TR10. Это означает 10 %-ный возврат эластичности. При продолжении испытания 50 % означает TR50 и т. д. Температура в точке TR10 может использоваться для определения минимальной температуры эксплуатации для всех эластомеров.

На практике правильно спроектированное статическое уплотнение может иметь минимальную температуру эксплуатации примерно на 10 °C ниже точки TR10.



Данная схема приводится исключительно для справки. Фактическое время службы уплотнения при эксплуатации с превышением температуры зависит от условий применения и уплотняемой среды.

Рис. 7.1 Верхние пределы температуры для различных эластомерных материалов



Данные диапазоны температур действительны для условий применения, в которых избегается контакт со средой, оказывающей агрессивное воздействие на рассматриваемый компаунд.

Пример: VMQ: в воздухе до +210 °C, в воде до +100 °C.

Рис. 7.2 Верхние пределы температуры для различных эластомерных материалов

7 Применения

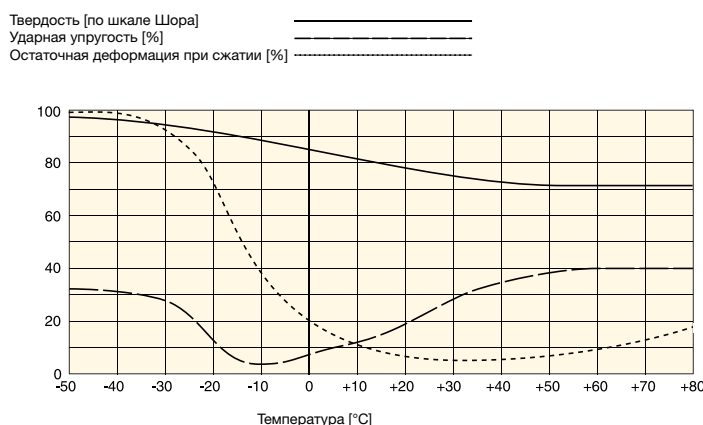


Рис. 7.3 Изменение характеристик в соответствии с температурой на NBR 80

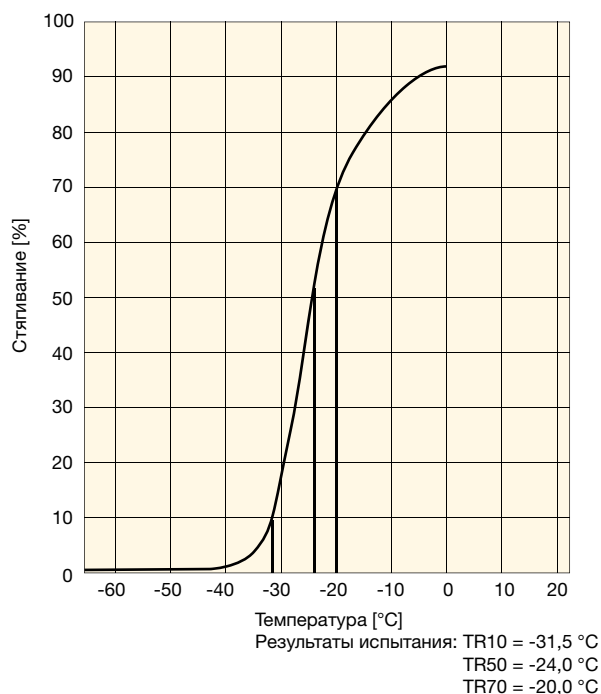


Рис. 7.4 Испытание TR в соответствии с нормами ASTM-D 1329 / ISO S 2921 для компаунда NBR с твердостью 70 единиц по шкале Шора

7.8 Применение для работы с газом

При применении для работы с газами существует отличие между эластомерными компаундами для уплотнений и диафрагм газового оборудования в соответствии с DIN EN 549 и уплотнительными компаундами для линий газоснабжения и компонентов для газа и жидких углеводородов в соответствии с EN 682 (ранее — DIN 3535, часть 3). Материалы, изготавливаемые из компаундов NBR, HNBR, FKM и силиконовых компаундов, поставляются с соответствующими разрешениями.

Так как природный газ в чистом виде не имеет запаха, к нему добавляются одорирующие вещества с целью обеспечить не-

медленное обнаружение утечек. Новые одорирующие вещества без содержания серы (например, торговое наименование «Gasodor S-free») более агрессивны к компаундам эластомера, чем одорирующие вещества на основе серы, которые используются до сих пор. Допустимые значения разбухания в жидком веществе «S-free» достигаются только компаундами HiFluor® (FKM) или Parofluor® (FFKM).

7.9 Производство полупроводников

При производстве полупроводников использование «стандартных» уплотнительных материалов не представляется возможным. Производство современных полупроводниковых кристаллов происходит в условиях агрессивных химических веществ и газов, высоких температур, глубокого вакуума и плазмы. В таких процессах утечки или загрязнения приводят к дорогостоящим простоям или сокращению производительности. Благодаря своим превосходным физическим свойствам материалы Parofluor® идеально подходят для использования в плазме и газе, а также в тепловых и влажных процессах.

Компания Parker разработала специальные компаунды Parofluor® для использования в наиболее продвинутых полупроводниковых процессах. Эти компаунды выдерживают высокие температуры, а также обладают высокой стойкостью к среде процесса. Производство таких уплотнений отвечает специальным требованиям, включая использование технологии чистой комнаты. Во время окончательной проверки детали проходят отдельную очистку и впоследствии упаковываются в условиях чистой комнаты. Эти процедуры обеспечивают соответствие уплотнений стандартам UHP (сверхвысокой степени чистоты).

7.10 Технология охлаждения и кондиционирования воздуха, пропелленты

Уплотнения, используемые в системах охлаждения, должны быть полностью совместимыми с хладагентом. Описываемые хладагенты имеют кодировку «R» и состоят из жидкостей на основе фторированных и хлорированных углеводородов. Торговые наименования, например Freon (фреон), Frigen (хладон), Kaltron (хладон), используются вместе с номером типа. Примеры: R-134a соответствует Frigen 134a, Freon 134a, Kaltron 134a.

Химические вещества для пожаротушения обозначаются как Halon (халоны). Например, R-13B1 соответствует Halon 1301.

Рекомендации по применению компаундов компании Parker основаны на результатах всестороннего тестирования. При заполнении цепи охлаждения должны соблюдаться указания по сборке производителя хладагента и (или) машины.

Среда	Рекомендуемый компаунд Parker	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
Алкилбензол	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	2
Freon, 12	C0873-70, C0557-70	2	2	3	3	1
Freon, 12 и Масло № 2 по ASTM (50:50)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 12 и Sunisco 4G (50:50)	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 13	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 13B1	N0674-70	1	1	1	1	1
Freon, 14	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 22	C0873-70, C0557-70	4	4	3	4	1
Freon, 22 и Масло № 2 по ASTM (50:50)	V1164-75	4	4	4	2	4
Freon, 31	E0540-80	4	4	1	4	2
Freon, 32	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, 112	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, 113	N0674-70	1	1	4	2	2
Freon, 113 + масло с высоким или низким содержанием анилина	N0674-70	1	-	-	-	-
Freon, 114	C0873-70, C0557-70	1	1	1	1	1
Freon, 114B2	N0674-70	2	2	4	2	4
Freon, 115, 116	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, 124 (тетрофтормонохлорэтан)	V3819-70	-	-	-	-	-
Freon, 125 (пентафторэтан)	C0873-70, C0557-70	-	-	1	-	1
Freon, 134a (тетрафторэтан)	N3554-75	-	1	1	-	-
Freon, 142b	V1164-75	2	2	4	2	-
Freon, 152a (дифторэтан)	V3819-75	-	-	-	-	-
Freon, 218	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, 502	C0873-70, C0557-70	2	2	1	2	1
Freon, BF	V1164-75	2	2	4	1	4
Freon, C316	N0674-70	1	-	1	1	-
Freon, C318	C0873-70, C0557-70	1	1	1	2	1
Freon, K-142b	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Freon, K-152a	C0873-70, C0557-70	1	1	1	4	1
Минеральное масло	N3554-75, N0674-70	1	1	4	1	3
Компрессорное масло на основе полиалкиленгликоля	N1173-70, N3554-75	1	1	1	2	1
Полиолестерное (POE) масло	N1173-70, N3554-75	1	1	2	2	2
R245fa+ (пентафторпропан)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R401a (53 % R22 / 13 % R152a / 34 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	4	1	4	1
R401b (61 % R22 / 11 % R152a / 28 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R401c (33 % R22 / 15 % R152a / 52 % R124)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403a (5 % R290 / 75 % R22 / 20 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R403b (5 % R290 / 56 % R22 / 39 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R404a (44 % R125 / 52 % R143a / 4 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R405a (45 % R22 / 7 % R152a / 5,5 % R142b / 42,5 % RC318)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R406a (55 % R22 / 4 % R600a / 41 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407c (23 % R32 / 25 % R125 / 52 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	2	-	4	1
R407d (15 % R32 / 15 % R125 / 70 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R407e (25 % R32 / 15 % R125 / 60 % R134a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R408a (47 % R22 / 46 % R143a / 7 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R409a (60 % R22 / 25 % R124 / 15 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1

7 Применения

Среда	Рекомендуемый компаунд Parker	NBR	HNBR	EPDM	FKM	CR
R409b (65 % R22 / 25 % R124 / 10 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R410a (50 % R32 / 50 % R125)	C0873-70, C0557-70	-	2	1	4	1
R410c	C0873-70, C0557-70	-	-	-	4	1
R411a (1,5 % R1270 / 87,5 % R22 / 11 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411b (3 % R1270 / 94 % R22 / 3 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R411c+ (3 % R1270 / 95,5 % R22 / 1,5 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R412a (70 % R22 / 5 % R218 / 25 % R142b)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R413a (9 % R218 / 88 % R134a / 3 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414a+ (51 % R22 / 28,5 % R124 / 16,5 % R142b / 4 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R414b+ (50 % R22 / 39 % R124 / 9,5 % R142b / 1,5 % R600a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R500 (73,8 % R12 / 26,2 % R152a)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R502 (48,8 % R22 / 51,2 % R115)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R507 / R507a (50 % R125 / 50 % R143a)	C0873-70, C0557-70	-	1	1	4	1
R509 / R509a (44 % R22 / 56 % R218)	C0873-70, C0557-70	-	-	-	-	1
R600 (н-бутан)	N0674-70	1	1	4	1	1
R600a (изобутан)	N0674-70	1	1	4	1	1
R611 (Метилформиат)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	-	2
R717 (аммиак)	C0873-70, C0557-70	4	4	2	4	2
R744 / CO ₂ (двуокись углерода)	E3804-90	2	2	1	3	2

¹⁾ Степень совместимости:

1 = удовлетворительная,

2 = слабая,

3 = условная,

4 = неудовлетворительная, - = недостаточно данных.

Таб. 7.7 Рекомендации по применению компаундов для хладагентов (другие данные о совместимости с хладагентами доступны по запросу)

7.11 Пищевая и фармацевтическая промышленности

Уплотнения, контактирующие с продуктами пищевой и фармацевтической промышленности, должны иметь стойкость к процессам «CIP» (очистка на месте) и «SIP» (стерилизация на месте). Силиконовые материалы подходят для использования в пищевой отрасли с учетом их физических свойств, так как они инертны, а также не имеют запаха и вкуса. В дополнение к химической и тепловой стойкости уплотнительные компаунды должны соответствовать различным национальным, европейским и международным регламентам. Более подробная информация приведена в разделе «Компаунды для пищевой и фармацевтической промышленности».

7.12 Аэрокосмическая отрасль

Аэрокосмическая отрасль предъявляет к эластомерным компаундам самые строгие требования. Для соответствия требованиям спецификаций зачастую необходима разработка специальных материалов. Кроме того, при производстве законченных изделий должны соблюдаться многие специальные требования с целью соответствия более строгим техническим нормам и ме-

рам безопасности. В компании Parker внедрены соответствующие организационные, качественные и технические средства, благодаря чему компания является одобренным производителем для гражданской и военной аэрокосмической промышленности.

Компания Parker обладает опытом в данном секторе благодаря работе с различными заказчиками и представительству во многих комитетах по стандартизации.

Наш авиационно-космический сервисный центр поможет получить консультации по поиску решения для ваших конкретных требований к уплотнению.

7.13 Ядерная энергетика

Эластомеры, произведенные для работы в условиях радиационного воздействия, должны проходить испытания качества и материала. Помимо пригодности для работы с радиацией эластомер должен также быть совместим с контактной средой в условиях эксплуатации (температура, давление и т. д.).

В большинстве применений уровень дозы радиации остается ниже 10⁶ рад — уровня, который достигается после долгих лет службы. Практически все эластомеры не испытывают изменений физических свойств при уровнях радиации до 1 миллиона рад (±10⁶ рад ±10⁴ Дж/кг). Компания Parker разработала компаунды с радиационной стойкостью на уровне 10⁷ рад (см. раздел 8.22 «Радиация»).

7.14 Нефтегазовая промышленность

Применение эластомеров в морской добыче ставит новые задачи для производителей уплотнений. Условия эксплуатации очень тяжелые:

- разнообразная агрессивная контактная среда,
- высокое давление,
- широкий диапазон температур.

Эксплуатация в критических условиях, вызванных следующими факторами:

- агрессивное химическое воздействие вследствие использования присадок для масел,
- взрывная декомпрессия (см. «Взрывная декомпрессия» в разделе 10),
- выдавливание в зазор при высоком давлении,
- высокие и низкие температуры.

Условия эксплуатации сильно меняются в зависимости от места установки и назначения.

Температуры: до +200 °C, с дополнительными пиками.

Рабочее давление: от 100 бар до 1000 бар и выше.

Компаунды: FKM: V0747-75, V0709-90.

NBR: N0674-70, N0552-90.

Специальные: FKM: V0858-95.

Обратитесь к нашим инженерам для получения более подробной информации в данной области.

Материал		Жест- кость	Температура ¹⁾		Стандарт
ISO	Parker	[Шор A]	[°C]		
NBR	N0552-90	90 ^{±5}	-30	100	
HNBR	KA183-85	85 ^{±5}	-50	150	Norsok M-710
FKM	VG109-90	90 ^{±5}	-45	205	ISO 23936-2/ Total
FFKM	F0400-80	80 ^{±5}	-40	270	ISO 23936-2/ Total

¹⁾ Относится к статистическому применению с округлением температур.

Таб. 7.8 Обзор стандартных компаундов для нефтегазовой промышленности

7.15 Применение в санитарно-гигиенических условиях / использование в отопительных системах

Преобладающими уплотнительными материалами, используемыми в санитарной и бытовой технологии, являются EPDM, NBR и силиконовые компаунды. Если уплотнения входят в контакт с питьевой водой, требуется применение компаундов, разрешенных для использования с питьевой водой в стране установки. Типовыми применениями для уплотнительных колец и литых изделий являются санитарно-техническая арматура, термостатические клапаны, насосы, водомерные счетчики или водопроводная арматура.

В дополнение к наличию разрешений для использования с питьевой водой уплотнения для трубной арматуры должны соответствовать требованиям, указанным в стандартах EN681-1 и W534. Эти стандарты материалов включают требования к испытаниям, которые предоставляют наглядную информацию по долгосрочному поведению в условиях испытаний, приближенных к полевым.

Для определенной страны	Страна	Замечания
KTW	Германия	-
W270	Германия	Микробиологическое поведение компаунда
ACS	Франция	-
KIWA	Нидерланды	-
ÖNORM B 5014	Австрия	-
WRAS	Соединенное Королевство	-
NSF 61	США	-

Таб. 7.9 Разрешения на применение с питьевой водой для разных стран

Стандарт	Страна	Замечания
EN 681-1	Германия	Уплотнения должны соответствовать требованиям к физическим характеристикам
W534	Германия	Долгосрочное поведение в воде при температуре 110 °C.

Таб. 7.10 Стандарты для использования с питьевой водой

7.16 Вакуумные уплотнения

При уплотнении вакуумных систем должны соблюдаться следующие рекомендации:

- Выбор правильного компаунда уплотнительного кольца.
- Уплотняемые поверхности и посадочные канавки должны иметь значительно более качественную обработку поверхности, чем для «обычных» уплотнений (см. таблицу 7.12).
- Уплотнительное кольцо должно заполнять посадочную канавку (приблизительно на 100 %). Это означает создание более широких зон контакта и снижение скорости диффузии через эластомер.
- Для повышения эффективности в отдельных канавках могут устанавливаться по два уплотнения одновременно.
- Суммарная величина утечки уменьшается при использовании вакуумной смазки (например, Parker Super-O-Lube).

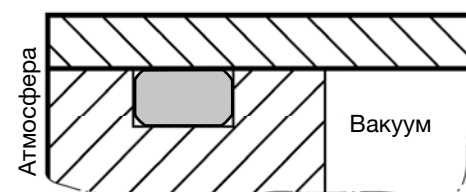


Рис. 7.5 Посадочная канавка кольца круглого сечения в вакуумных системах

7 Применения

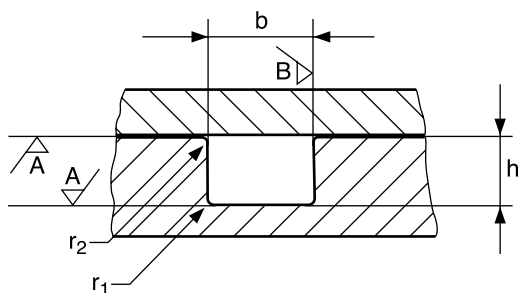


Рис. 7.6 Размеры канавки, статическое применение

d_2	$h^{+0,05}$	$b^{+0,05}$	r_1 / r_2
1,78	1,25	2,10	0,20 - 0,40
2,62	1,85	3,10	0,20 - 0,40
3,53	2,50	4,15	0,20 - 0,40
5,33	3,70	6,30	0,20 - 0,40
6,99	4,90	8,20	0,20 - 0,40

Таб. 7.11 Размеры вакуумной канавки при деформации поперечного сечения d_2 уплотнительного кольца на величину около 30 %.

	Шероховатость обработки поверхности, процент зоны контакта $t_p > 50\%$			
	А контактная поверхность		В торцы канавки	
	R_a	$R_{max.}$	R_a	$R_{max.}$
вакуум	0,80	3,20	1,60	6,30
до 10^{-8} Torr	0,40	1,60	1,60	6,30
до 10^{-11} Torr	0,10	0,40	1,60	6,30

Таб. 7.12 Обработка поверхности вакуумной канавки

Требования к компаунду уплотнительного кольца:

- низкая газопроницаемость,
- хорошая, т. е. низкая остаточная деформация при сжатии,
- совместимость со средой,
- температурная совместимость,
- низкая потеря веса в вакууме.

NBR	EPDM	VMQ	FKM	CR	FVMQ	FFKM
• N0674-70	• E0540-80	• S0604-70	• V0747-75	• C0557-70	• L0677-70	• V3860-75
• N0741-75	• E0652-90		• V0709-90			• V8545-75
• N0552-90						
• N0300-90 ¹⁾						

¹⁾ Компаунд Parbak®.

Таб. 7.14 Противогрибковые компаунды проходят испытания в соответствии с методом 508 стандарта MIL-STD-810 B.

Материал		Кoeffициент газо- проницаемости ²⁾ F × 10 ⁻⁸	Потеря веса ¹⁾ [%]
ISO	Parker	$\left[\frac{\text{cm}^3 \times \text{cm}}{\text{cm}^2 \times \text{s} \times \text{bar}} \right]$	
IIR	-	7	0,18
CR	C0557-70	7	0,13
NBR	N0674-70	8	1,06
HNBR	N3554-75	8	1,06
FKM	V0747-75	13	0,09
ACM	A0607-70	16	-
EPM	-	20	0,39
MFQ	L0677-70	143	0,25
MVQ	S0604-70	238	0,31

¹⁾ Вакуум 10^{-6} мм. рт. ст. при комнатной температуре, период испытания 14 дней.

Постоянная газопроницаемости F (10^{-9}) основывается на гелии при комнатной температуре и потере в вакууме.

Единица F : $(\text{cm}^3)/\text{с} \times \text{бар}$

Таб. 7.13 Свойства эластомера

Более подробная информация находится в разделе 8.11 «Степень утечки газа».

7.17 Противогрибковые компаунды

С расширением использования эластомеров возникла необходимость проверки компонентов компаунда на грибковое поражение и распространение. Микроорганизмы могут быть обнаружены не только в тропическом климате, но также, к примеру, в гидравлических системах. Компаунды проходят испытания в соответствии с методом 508 стандарта MIL-STD-810 B. В таблице ниже приведены компаунды, которые успешно прошли испытания (информация о других компаундах доступна по запросу).

8.1 Общие критерии выбора

Пользователи зачастую недооценивают количество и разнообразие критериев, которые влияют на уплотнительный элемент. Химические свойства среды и физические условия эксплуатации являются существенными критериями для выбора эластомера и конструкции посадочной канавки.

Таблица совместимости сред (см. Приложение) содержит информацию о химическом влиянии среды на все наиболее часто используемые эластомеры. В таблице указан наиболее подходящий компаунд для различных сред.

В данном разделе описываются ключевые термины, используемые в технологии уплотнений. Знание этой общей терминологии помогает найти подробные ответы за короткое время.

8.2 Истирание

Испытания на истирание по стандарту DIN 5316 (с использованием цилиндра, покрытого наждачной бумагой) не отражают адекватно условия полевого использования. Реальный процесс механического износа очень сложен, таким образом, сравнительные данные, полученные по стандарту DIN 5316, едва ли являются содержательными по многим причинам. Следовательно, поведение износа должно испытываться в соответствующих условиях применения.

Компаунды HNBR, NBR, EPDM, CR и FKM обладают хорошей стойкостью к истиранию. TPU (полиуретан) очень стоек к истиранию. Силикон и фторсиликон имеют слабую стойкость к истиранию.

8.3 Старение

Старение выражается в ухудшении и потере физических свойств и зависит от типа молекулярной цепи каучука. Длинные молекулярные цепи состоят из многих более мелких присоединенных молекул. Эти сочетания и другие части молекулярных цепей могут быть уязвимы к химическим реакциям.

К старению относятся три типа таких реакций:

1. **Разделение** — молекулярные связи ломаются и главная цепь уменьшается до коротких отрезков. Разделение является результатом воздействия озона, ультрафиолета и радиации.
2. **Сшивание** — процесс окисления, который вызывает формирование новых поперечных связей. Этот процесс ведет к образованию новых молекулярных цепей. Таким изменениям способствует нагрев и воздействие кислорода.
3. **Изменение боковых групп молекулярной цепи в процессе химической реакции** — контактная среда оказывает агрессивное воздействие на эластомер и вызывает изменение в его молекулярной структуре. Все механиз-

мы, которые ведут к ухудшению свойств эластомера, приводятся в действие условиями окружающей среды. Уплотнения всегда подвержены влиянию старения, как при хранении, так и в условиях эксплуатации. Различные эластомеры имеют различную стойкость к старению.

8.4 Испытания на старение

Образцы каучука искусственно состариваются в печах термообработки в тяжелых условиях, что позволяет получить заключения по естественному старению за короткий интервал времени. Испытания выполняются в соответствии со стандартом DIN 53508 с воздействием температуры и времени, характерного для определенного типа эластомера и условий эксплуатации, например:

- NBR 70 часов или 7 дней при температуре 70 °C или 100 °C;
- EPDM 70 часов или 7 дней при температуре 100 °C или 150 °C;
- FKM 70 часов или 7 дней при температуре 200 °C или 250 °C;
- VMQ 70 часов или 7 дней при температуре 200 °C или 250 °C.

До и после состаривания измеряются следующие физические свойства: твердость, прочность на разрыв, предельное удлинение и напряжение растяжения (модуль упругости). Минимальное изменение указывает на лучшую стойкость к старению.

8.5 Коэффициент теплового расширения

В зависимости от формулы смеси эластомеры обладают коэффициентом теплового расширения в 10 раз более высоким, чем у стали. Следовательно, в пограничных случаях важно знать степень усадки уплотнения в холодных условиях или степень расширения при воздействии высоких температур и влияние на силу упругости на поверхности уплотнения.

При низких температурах уменьшение силы упругости на поверхности уплотнения может привести к утечкам при появлении дополнительной усадки. Данные изменения могут быть предусмотрены в конструкции паза. При динамическом применении возможно увеличение трения вследствие теплового расширения при температуре эксплуатации (при условии обеспечения отвода тепла).

При использовании высокоэффективных эластомеров, таких как FFKM, при температурах выше 200 °C, особое внимание при проектировании паза следует уделить тепловому расширению. Повышение температуры до 300 °C может привести к увеличению объема до 30 %. Если уплотнение не в состоянии произвести такое тепловое расширение, возникающие высокие уровни напряженности могут повредить уплотнение и соприкасающиеся с ним элементы.

8 Терминология уплотнений

Материалы	Усадка 24 до -54 °C [мм/дм]	Расширение 24 до 190 °C [мм/дм]	Коэффициент растяжения $\frac{\text{мм}}{\text{дм} \times ^\circ\text{C}} \times 10^{-3}$
NBR	0,90	1,87	11,20
CR	1,10	2,28	13,70
FKM	1,30	2,70	16,20
EPDM	1,30	2,66	16,00
VMQ	1,60	3,30	20,00
FFKM	2,40	4,98	30,00
Alu 2017	0,19	0,39	2,30
SS Тип 302	0,14	0,29	1,70
чугун	0,10	0,20	1,20

Таб. 8.1 Линейный коэффициент теплового расширения для эластомеров и металлов

8.6 Остаточная деформация при сжатии

Остаточная деформация при сжатии описывает длительность деформации стандартного образца или обработанной детали, деформированных при определенных условиях.

Как правило, чем лучше остаточная деформация при сжатии, т. е. ниже постоянная деформация (в процентном содержании от деформации образца, точки, поперечного сечения), тем выше оценка качества.

Остаточная деформация при сжатии зависит от основы эластомера, состава смеси, условий изготовления, температуры и длительности испытаний, деформации образца, толщины образца и среды испытания.

Испытания выполняются в соответствии со стандартами DIN ISO 815 или ASTM D 395 (Метод В) с последующим сжатием на 25 % и хранением в печах термообработки в воздушной среде.

Дополнительное испытание в среде (масле, паре и т. д.) дает значения для разбухания, усадки и т. д.

Во время проведения этих испытаний можно также оценить низкотемпературную гибкость и состояние гибкости при температурах замерзания. Для получения заключительной кривой образцы сжимаются согласно указанному выше методу испытания, постепенно замораживаются и измеряются при соответствующих температурах испытаний после снятия сжатия.

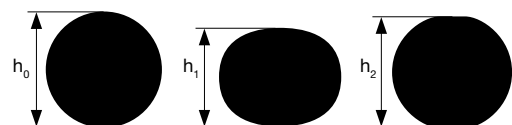


Рис. 8.1

$$\text{Остаточная деформация при сжатии} = \frac{h_0 - h_2}{h_0 - h_1} \times 100 (\%)$$

h_0 = поперечное сечение уплотнительного кольца или оригинальная высота образца,

h_1 = высота деформированного образца,

h_2 = высота образца после снятия сжатия (спустя определенное время).

На следующих рисунках продемонстрирована зависимость значений испытаний поперечного сечения уплотнительного кольца и процентного соотношения сжатия.

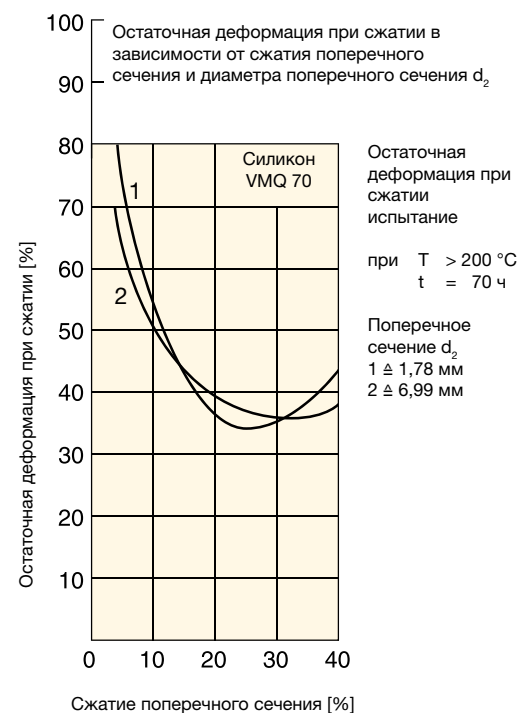


Рис. 8.2

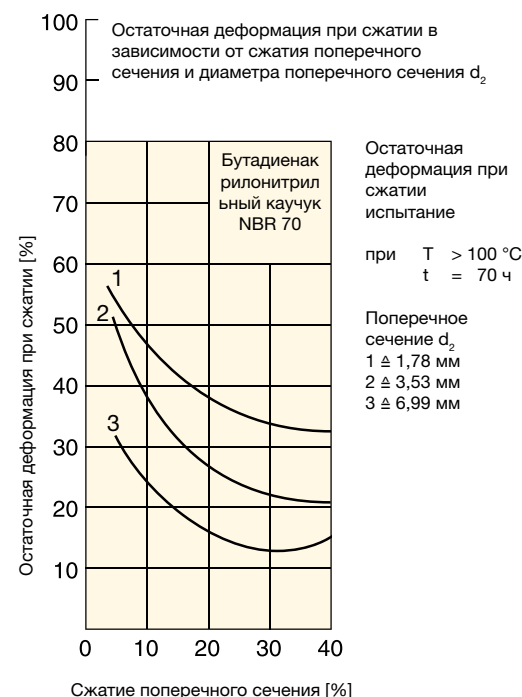


Рис. 8.3

Результаты, полученные на испытанных эластомерах, показали, что остаточная деформация у компаундов NBR больше зависит от поперечного сечения (толщины образца), чем, к примеру, у силиконовых материалов. Также четко прослеживается характер кривых, показывая, что наиболее благоприятной является постоянная деформация в диапазоне от 25 % до 30 % сжатия.



Рис. 8.4

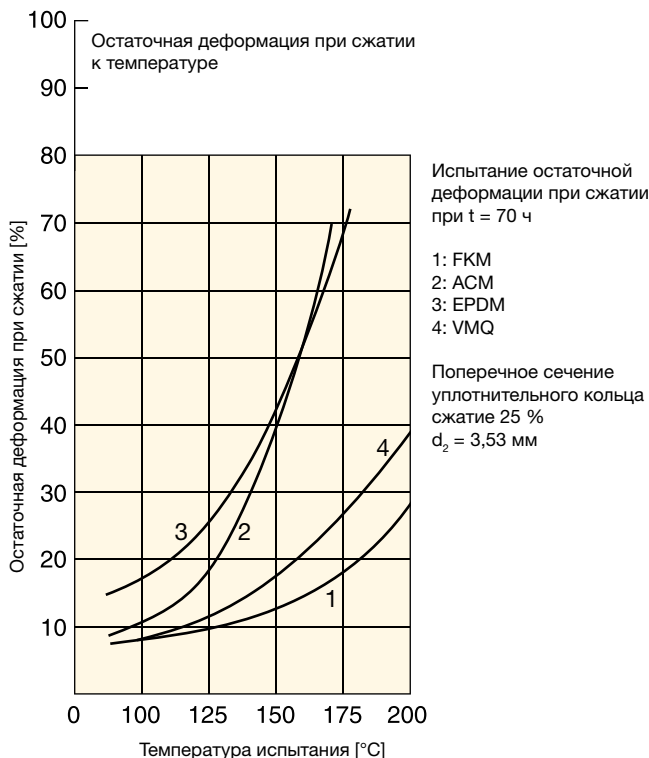


Рис. 8.5

Влияние температуры на результаты испытаний в значительной степени зависит от основания эластомера и его способности выдерживать высокие температуры. Старение и ухудшение свойств эластомерного каучука устанавливается при более высоких температурах (и более продолжительных периодах испытаний).

На рис. 8.4 показана увеличенная температурная стойкость «высокотемпературного NBR 70» в результате улучшенной (более низкой) остаточной деформации при сжатии. На рис. 8.5 показано сравнение действия температуры на другие эластомеры. FKM и VMQ показывают гораздо более низкие результаты остаточной деформации при сжатии, и кривая четко отображает, что они могут выдерживать температуры выше 200 °C.

Напротив, при рассмотрении в качестве контактной среды горячего воздуха, отмечается ступенчатый рост кривой EPDM. EPDM имеет стойкость к горячему воздуху с температурой до +150 °C — в фактической среде применения, паре и горячей воде остаточная деформация при сжатии, например в паре, будет измерена с меньшей постоянной деформацией. Для FKM и VQM, напротив, резкое ухудшение значений наблюдается при использовании пара в качестве среды испытаний.

На схемах показаны испытания остаточной деформации при сжатии, выполненные за период 70 часов. Менее продолжительные испытания, например для 22 часов, дают лучшие результаты; более продолжительные испытания, например для 168 часов, дают худшие результаты. Результаты испытаний остаточной деформации при сжатии могут сравниваться только при идентичности всех факторов, влияющих на результаты испытаний, а именно: метод испытания, образец, геометрия, деформация, время и температура испытания и контактная среда.

Результаты измерений позволяют в некотором приближении сделать выводы о поведении уплотнения в конкретных условиях применения. Однако без точных знаний об условиях применения невозможно оценить влияние остаточной деформации при сжатии в конкретном применении. Например, уплотнения с остаточной деформацией при сжатии 90 % могут сохранять свое уплотнительное действие, в то время как при определенных условиях эксплуатации значение остаточной деформации при сжатии всего лишь 60 % может привести к выходу из строя уплотнения.

8.7 Плотность (герметичность), техническая плотность

Плотность уплотнительного кольца круглого сечения можно описать следующим образом:

- Статическое уплотнение между неподвижными деталями машины: без потерь жидкой среды; должны предусматриваться потери газообразной среды из-за диффузии.
- Динамическое уплотнение между подвижными деталями машины: в случае жидкой среды на ответной поверхности может присутствовать пленка жидкости (из-за проницаемости уплотнения), что ведет к утечкам жидкости спустя продолжительный период времени; в случае газообразной среды могут присутствовать потери на ответной поверхности.

8 Терминология уплотнений

8.8 Индекс совместимости эластомера (ECI)

Воздействие среды на эластомер может меняться от усадки и небольшого разбухания вплоть до полного разложения на составные части. Любое такое изменение объема вызывает изменение механических свойств, таких как твердость, прочность на разрыв и предельное удлинение, что приводит к полному выходу из строя уплотнения. Следует отметить, что эти эффекты могут ускоряться при более высоких температурах.

При работе с минеральными маслами эти процессы относятся к двум противоположным реакциям. С одной стороны, масло проникает в каучук, вызывая разбухание до специфического для компаунда предела. Это приводит к росту объема. С другой стороны, добавки эластомера, такие как пластификаторы, антиоксиданты и другие, могут растворяться или вымываться из компаунда, приводя к усадке. Оба процесса могут происходить одновременно.

Действие зависит не только от состава эластомера, но также от гидравлической жидкости. Эластомер NBR содержит от 15 % до 50 % акрилонитрила (ACN). Чем выше содержание акрилонитрила, тем лучше совместимость с маслом. Комбинации с ароматическими соединениями в среде (например, бензол) вызывают большее разбухание эластомера, чем насыщенные алифатические, которые содержатся в масле на парафиновой основе (например, метан). Таким же образом, высокое содержание ароматических соединений (например, как в маслах на парафиновой основе) приводит к низкой вероятности разбухания (также с малым содержанием ACN). Масла с нефтяным основанием, наоборот, вызывают большее разбухание, например с NBR. Более высокое содержание ACN необходимо для предотвращения разбухания, вызываемого маслами с нефтяным основанием.

Для выбора правильного компаунда без выполнения комплексных лабораторных испытаний компания Parker разработала простой эталонный тест, названный ECI (индекс совместимости эластомера). Комплексные испытания доказали существование линейной зависимости между ECI и изменением объема эластомеров на основе каучуков NBR, ACM, FKM и CR. Использование ECI позволяет предсказать изменение объема вышеуказанных эластомеров в минеральном масле. ECI для масла первоначально определяется в лаборатории (таблица 8.2). Значения ECI могут быть выведены на специфическом для компаунда графике (рис. 8.7 и 8.8), и ожидаемое изменение объема может считываться напрямую с оси ординат. Это позволяет принять решение о совместимости эластомера с маслами. Компания Parker приняла участие в адаптации этой процедуры к международному стандарту ISO 6072.

Тип масла	Индекс совместимости эластомера (ECI)
IRM Oil 901 (ASTM-масло № 1)	2,2 - 3,2
BP Energol HLP 100	3,7 - 4,7
Esso Nuto H-54 (HLP 36)	5,9 - 6,9
Houghton HD 20W/20	6,9 - 7,9
Esso Nuto H-44 (HLP 16)	7,1 - 8,1
DEA Rando Oil HDC (HLP 36)	7,7 - 8,7
Fina Hydran 31	8,5 - 9,5
Shell Tellus 923 (HLP 16)	9,2 - 10,2
IRM Oil 902 (ASTM-масло № 2)	9,4 - 10,4
Esso-Trafo Oil 37	12,5 - 13,5
Agip F.1 Rotra ATF	12,6 - 13,6
Mobil Vac HLP 16	14,0 - 15,0
Shell Tellus 15	14,7 - 15,7
Essovis J 43	15,0 - 16,0
Shell Oil 4001	16,3 - 17,3
Texaco Rando Oil AAA	16,5 - 17,5
BP Energol HP 20	19,0 - 20,0
IRM Oil 903 (ASTM-масло № 3)	23,0 - 24,0
Shell Tellus 11	32,9 - 33,9
Shell Oil JYO	34,5 - 35,5

Таб. 8.2 ECI для различных масел

Мы будем рады провести испытание любого масла для определения его ECI по запросу. Однако вы можете провести испытания ECI самостоятельно следующим образом: изменение веса эластомера, например NBR 1 по ISO 6072, измеряется после погружения в соответствующее масло на 168 часов при температуре +100 °C. Затем ECI просто выбирается по рис. 8.6, на котором отображено изменение веса.

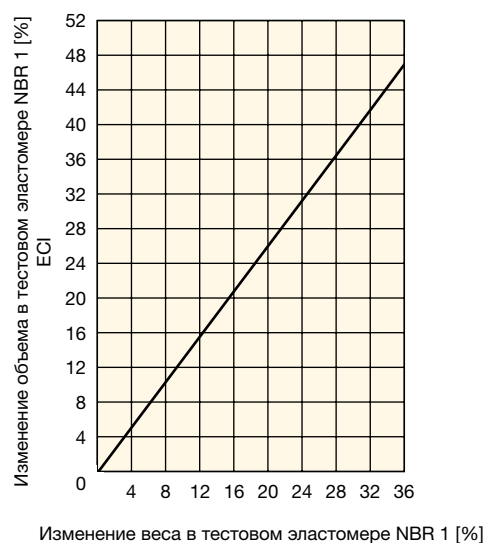


Рис. 8.6

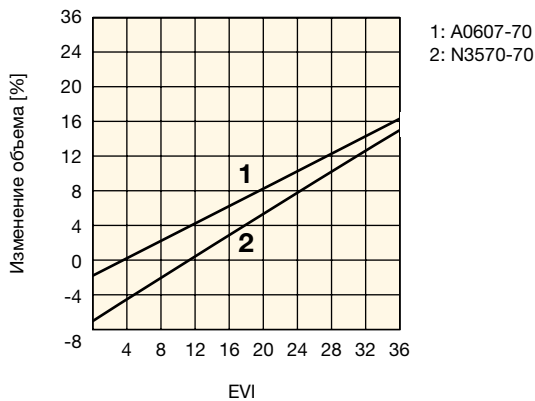


Рис. 8.7 Характеристики разбухания компаундов Parker

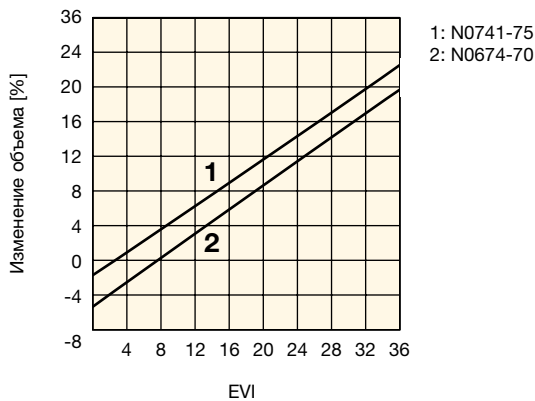


Рис. 8.8 Характеристики разбухания компаундов Parker

8.9 Электрические свойства эластомеров

Эластомеры могут быть хорошими изоляторами, полупроводниками или проводниками, в зависимости от способа их использования. Тип каучука и наполнителя (электропроводящего технического углерода) может выбираться для соответствия электрическим требованиям.

Критерий:

1. Электрически изолирующий: $> 10^9$ Ом см; SBR, IIR, EPM, EPDM, VMQ, FKM.
2. Антистатический, как полупроводник: от 10^5 Ом см до 10^9 Ом см; NBR, CR.
3. Электропроводящий: $< 10^5$ Ом см; специальные компаунды.

При полевом использовании электропроводность требуется для уплотнений в таких условиях применения, где необходимо предотвратить образование электростатического заряда, например в уплотнениях топливных резервуаров, приводных ремнях, при использовании в медицине и т. д. При необходимости применения специальных компаундов, следует уделить особое внимание тому, чтобы определенные части формулы компаунда не растворялись или не вымывались уплотняемой средой, изменяя, таким образом, электрические свойства.

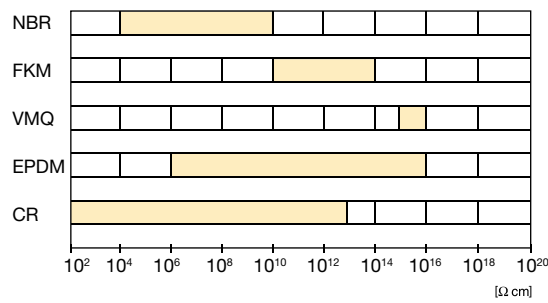


Рис. 8.9 Удельное электрическое сопротивление (в соответствии с DIN 53596)

8.10 Коррозия

Иногда металлические поверхности, контактирующие с эластомерами, проявляют следы коррозии. Это агрессивное химическое воздействие на металлическую поверхность. Различные типы коррозии имеют определенные характеристики и могут быть описаны как общая коррозия, точечная коррозия, щелевая коррозия и межкристаллитная коррозия.

Наличие коррозии в месте контакта металлов и эластомеров может иметь различные причины:

- свободная сера в стандартных объемах каучука;
- формирование соляной кислоты при содержании хлора в эластомере;
- электрохимические процессы.

8.10.1 Коррозия, вызванная свободной серой

Некоторые каучуковые компаунды вулканизируются при помощи свободной серы в сочетании с катализаторами вулканизации. Наибольшая часть используемой серы формирует стабильные мосты поперечной связи между молекулами каучука. Данная сера остается химически связанной и не может быть выделена. Однако всегда имеется небольшое остаточное количество свободной несвязанной серы.

При контакте с любым количеством металлов и сплавов (например, серебром, медью, свинцом) свободная сера стремится формировать сульфиды металла, которые вызывают потерю цвета и коррозионные повреждения. Более того, реакция между металлами и серой может привести к неисправностям, например, если уплотнения для движущихся деталей машины имеют склонность к слипанию при возобновлении работы машины после продолжительного простоя. Во избежание такой коррозии или неисправности рекомендуется использовать компаунды, не содержащие серу.

8 Терминология уплотнений

8.10.2 Коррозия, вызванная формированием соляной кислоты

Компаунды, содержащие хлор, такие как CR, ECO, CO и, в меньшей степени, ACM, склонны к выделению соляной кислоты и образованию коррозии при использовании в условиях высоких температур или при ином воздействии на них окружающей среды. Правильно составленные каучуковые смеси содержат подходящие стабилизаторы (например, оксиды металла), которые ингибируют соляную кислоту. Соляная кислота также может формироваться вокруг свободных от хлора компаундов (например, SBR и NR), если они содержат органические комбинации хлора, такие как хлорированный парафин (огнезащитный).

8.10.3 Электрохимическая коррозия

Формирование малых гальванических ячеек (локальных элементов) является главным механизмом, отвечающим за коррозию металлов. Гальваническая ячейка формируется при соприкосновении двух различных благородных металлов. Проводящая жидкость, т. е. раствор электролита, является необходимым условием для этих электрохимических процессов.

Сплавы, выполненные из различных фаз металла или кристаллов, могут быть повреждены межкристаллитной коррозией при формировании малых локальных ячеек.

Если электрохимическая коррозия преимущественно возникает вблизи каучуковых компонентов (таких, как уплотнения), это не обязательно означает, что причиной является каучуковый компаунд.

Трудно сказать, до какой степени существует корреляция между электрохимической коррозией и каучуком, как ответным компонентом. Подразумевается, что между каучуком и металлом скапливается конденсат, что в сочетании с другими отложениями вызывает электрохимическую коррозию. Тип металлического сплава, шероховатость поверхности, структура металла, температура и влажность — все эти факторы играют главную роль в данном процессе.

8.11 Скорость утечки газа

Все эластомеры позволяют газу под давлением проникать, просачиваться и выходить из материала со стороны низкого давления. Степень проницаемости зависит от типа газа, базового эластомера, температуры и давления. Проницаемость важна, к примеру, для вакуумной и газовой технологии (см. раздел 6.12 «Гидравлические жидкости, безопасные для окружающей среды»).

Расчет скорости утечки

Скорость утечки газа через уплотнительное кольцо может быть рассчитана как приближение, если известна степень проницаемости эластомера для рабочей температуры. В следующих та-

блицах содержится информация о различных газах с их коэффициентами проницаемости.

Следующая формула дает полезное приближение:

$$L \triangleq 0,4 \times F \times d_i \times P \times Q (1 - S)^2$$

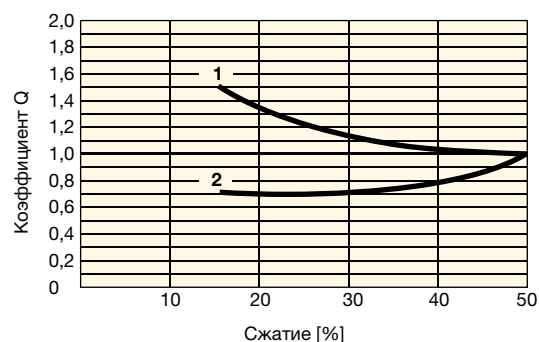
где:

- L $\triangleq$ приблизительная скорость утечки (см³/с),
- F $\triangleq$ коэффициент проницаемости (из таблицы),
- d_i $\triangleq$ внутренний диаметр уплотнительного кольца (мм),
- P $\triangleq$ дифференциальное давление (бар),
- Q $\triangleq$ корректирующий коэффициент — зависит от сжатия и смазывания поверхности (рис. 8.10),
- S $\triangleq$ сжатие поперечного сечения уплотнительного кольца, выраженное в десятых долях (например, сжатие 20 %, т. е. S = 0,20).

Результат данной формулы является всего лишь грубым приближением, так как основан на газопроницаемости, которая варьируется у различных эластомеров с одинаковым полимером, и некоторых приблизительных допущениях.

К таким допущениям относятся:

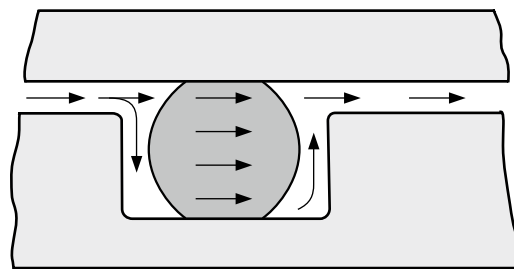
1. Поперечное сечение деформированного уплотнительного кольца имеет прямоугольную форму.
2. Площадь сжатого уплотнительного кольца такая же, как и у несжатого уплотнительного кольца.
3. Степень проницаемости газа пропорциональна дифференциальному давлению.



1: сухое уплотнительное кольцо

2: уплотнительное кольцо, смазанное Parker Super-O-Lube

Рис. 8.10 Влияние сжатия уплотнительного кольца на скорость утечки, с применением смазки и без



Скорость утечки как сумма:

- а) диффузии через уплотнительное кольцо;
- б) миграции газа через неравномерности поверхности в зонах уплотнения, не полностью заполненных уплотнительным материалом.

Рис. 8.11

Среда: Водород			
базисный эластомер	Компаунд Parker	Температура [°C]	Коэффициент газопроницаемости ¹⁾
SBR	-	25	32
SBR	-	50	76
IIR	-	35	16
IIR	-	125	280
EPDM	-	40	45
EPDM	-	90	350
FKM	-	90	160
CR	-	40	180
NBR	N0741-75	40	12
NBR	N0741-75	80	88
ACM	A0607-70	40	50
ACM	A0607-70	90	170
ACM	A0607-70	150	900
TPU	-	40	5
SBR	-	40	47
SBR	-	120	540
VMQ	-	40	1000
VMQ	-	90	2000
VMQ	-	150	6000

¹⁾ Коэффициент газопроницаемости $F \times 10^{-8} ((\text{см} \times \text{см}^3)/\text{см}^2 \times \text{с} \times \text{бар})$.
Эти значения являются средними величинами различных результатов и могут изменяться в зависимости от компаунда.

Таб. 8.3

Среда: Азот		
базисный эластомер	Температура [°C]	Коэффициент газопроницаемости ¹⁾
SBR	25	4
SBR	50	14
IIR	25	0,25
IIR	50	1,25
FKM	30	0,25
FKM	50	1
TPU	23	0,17
TPU	80	3,8
FVMQ	25	40
CR	30	1
CR	85	17
NBR	20	0,5
NBR	80	14
VMQ	30	150
VMQ	50	240

¹⁾ Коэффициент газопроницаемости $F \times 10^{-8} ((\text{см} \times \text{см}^3)/\text{см}^2 \times \text{с} \times \text{бар})$.
Эти значения являются средними величинами различных результатов и могут изменяться в зависимости от компаунда.

Таб. 8.4

Среда: Гелий			
базисный эластомер	Компаунд Parker	Температура [°C]	Коэффициент газопроницаемости ¹⁾
SBR	-	25	12
IIR	-	25	7
IIR	-	150	240
EPM	-	25	20
EPM	-	80	61
EPM	-	150	320
FKM	V0747-75	25	13
FKM	V0747-75	80	131
FKM	V0747-75	150	490
FVMQ	-	25	143
FVMQ	-	80	460
FVMQ	-	150	970
CR	C0557-70	25	7
CR	C0557-70	80	60
CR	C0557-70	150	187
NBR	N0674-70	25	8
NBR	N0674-70	80	66
ACM	A0607-70	25	16
ACM	A0607-70	80	110
ACM	A0607-70	150	310
TPU	-	25	4
TPU	-	80	34
SBR	-	25	17
VMQ	S0604-70	25	238
VMQ	S0604-70	80	560
VMQ	S0604-70	150	1250

¹⁾ Коэффициент газопроницаемости $F \times 10^{-8} ((\text{см} \times \text{см}^3)/\text{см}^2 \times \text{с} \times \text{бар})$.
Эти значения являются средними величинами различных результатов и могут изменяться в зависимости от компаунда.

Таб. 8.5

Среда: Двуокись углерода		
базисный эластомер	Температура [°C]	Коэффициент газопроницаемости ¹⁾
SBR	25	70
SBR	30	90
SBR	50	200
FVMQ	25	517
CR	25	17
CR	50	50
NBR	20	6
TPU	20	10
VMQ	20	1250

¹⁾ Коэффициент газопроницаемости $F \times 10^{-8} ((\text{см} \times \text{см}^3)/\text{см}^2 \times \text{с} \times \text{бар})$.
Эти значения являются средними величинами различных результатов и могут изменяться в зависимости от компаунда.

Таб. 8.6

8 Терминология уплотнений

8.12 Твердость

Твердость описывается как сопротивление тела проникновению более твердого тела определенной формы при указанной силе сжатия в пределах определенного периода времени. Твердость измеряется в единицах по шкале Шора или IRHD (международных единицах твердости резины). Сравнительные величины были определены на стандартных образцах и указаны в единицах шкалы Шора. Твердость обработанных компонентов обычно измеряется в IRHD. Значения твердости, полученные на обработанной детали, обычно отличаются от значений стандартных образцов, так как толщина детали, кривых поверхностей или значений, измеренных вокруг углов, не сравниваются, и технологии измерения отличаются.

Испытания твердости выполняются в соответствии со следующими стандартами:

- с определением твердости методом Шора, Шор A nach DIN ISO 7619-1;
- с определением твердости вдавливанием шарика, IRHD, nach DIN ISO 48, Verfahren M.

Более мягкий материал уплотнительного кольца легче садится в сверхтонкие неоднородности уплотняемой поверхности, чем более твердый материал. Это является преимуществом при низком давлении системы; обычно высокое давление системы оказывает такое воздействие с более твердым уплотнительным кольцом. По этой причине при работе с низким давлением мы рекомендуем использовать уплотнительные кольца из более мягких компаундов, так как они оказывают лучшее уплотнительное действие, чем твердые кольца. Для требовательных условий применения, где сила, необходимая для деформации уплотнительного кольца, является критической, используйте информацию, указанную на рисунках 8.26–8.30. Силу, необходимую для деформации уплотнительного кольца определенной жесткости на определенный процент, можно найти в таблицах. Например, это относится к большим уплотнительным кольцам, которые могут потребовать применения больших сил при сборке или при использовании пластиковых элементов конструкции, которые имеют меньшую механическую прочность, чем металлы. В таких случаях упругость уплотнительного кольца может вызвать структурные искажения и деформацию элементов конструкции.

В динамических применениях твердость уплотнительного кольца имеет еще большее значение. Обычно можно сказать, что для одной и той же глубины посадочной канавки более твердое уплотнительное кольцо проявляет более высокий срыв и динамическое трение. С другой стороны, более твердый компаунд, имеет меньший коэффициент трения. Более твердые компаунды имеют более высокую устойчивость к выдавливанию в зазор. В системах высокого давления более твердые уплотнительные кольца используются для уплотнения фланцев; уплотнительные кольца с опорным кольцом Parbak® используются в уплотнениях поршня или штока для предотвращения выдавливания в зазор.

8.13 Эффект Джоуля

Если свободно подвешенная каучуковая полоса нагружается весом, при последующем нагревании полоса сожмется и примет нагрузку. Ненагруженная полоса, наоборот, при нагреве расширяется в соответствии с коэффициентом расширения для данного каучука. Это явление сжатия называется эффектом Джоуля и возникает только при нагреве предварительно растянутого резинового объекта.

Пример:

Уплотнительное кольцо используется в качестве радиального уплотнения вала. При использовании уплотнительных колец с внутренним диаметром, который меньше диаметра вала, уплотнительное кольцо находится в напряженном состоянии. Из-за трения уплотнительное кольцо нагревается и сжимается. Это приводит к еще большему трению и росту температуры. Выход из строя уплотнительного кольца характеризуется твердой и ломкой поверхностью уплотнительного кольца.

На практике это означает, что более широкие уплотнительные кольца с контролируемым сжатием и внутренним диаметром, превышающим диаметр вала на величину от 1 % до 3 %, должны использоваться с зажатием кольца круглого сечения внешней деталью посадочной канавки.

8.14 Хранение, время хранения и очистка эластомеров

При надлежащем хранении каучуковая продукция может сохранять свои свойства многие годы без каких-либо существенных изменений. Однако неблагоприятные условия хранения быстро сделают уплотнение непригодным для использования.

Условия хранения

- Стандартные условия хранения, очистки и обслуживания каучуковой продукции определены в стандартах DIN 7716 и ISO 2230. Ниже приведен точный перечень основных условий, которые должны быть соблюдены в помещении для хранения:
- Температура помещения около +15 °C, но не выше +25 °C.
- Нижний допустимый предел температуры до –10 °C, за исключением хлорперенового каучука (CR), который не должен храниться при температуре ниже +12 °C.
- Относительная влажность ниже 65 %.
- Атмосфера с умеренной вентиляцией без образования пыли.
- Экранированные радиаторы, расположенные на минимальном расстоянии 1 м от хранимой продукции.
- Отсутствие прямого воздействия солнечных лучей.
- Отсутствие источников света с высоким содержанием ультрафиолета. Ультрафиолетовое излучение генерирует озон, который повреждает изделия из эластомера.
- Из соображений безопасности (пожарной опасности) в зоне хранения запрещена любая работа электрических устройств, двигателей и оборудования, склонного к искрообразованию.

- Продукция должна храниться в запечатанных (запаянных) светонепроницаемых полиэтиленовых пакетах и запакованная в коробки.
- Изделия из эластомера должны храниться таким способом, который предотвращает их деформацию.
- При хранении устройств с каучуковыми компонентами должны использоваться только совместимые с эластомером консерванты.

Время хранения

Ключевым элементом, определяющим период хранения эластомеров, является время вулканизации. На упаковочные пакеты компании Parker наносится дата изготовления. Например, «1Q03» означает, что детали произведены в первом квартале 2003 года.

В качестве общего правила перед установкой следует проверять надлежащее состояние изделий из эластомера. Негативные изменения, вызванные неправильным хранением, обычно могут быть обнаружены при визуальной проверке. Сюда входят следующие ключевые характеристики: загрязнение, растрескивание, отвердевание, умягчение, утолщение и потеря цвета.

Для критических или относящихся к безопасности применений рекомендуется следовать стандарту аэрокосмической промышленности DIN 9088, который ограничивает рекомендуемый период хранения 40 кварталами.

Этот период может быть увеличен после проведения проверки деталей на соответствие указанным выше характеристикам. Лаборатории заводов по изготовлению уплотнений Parker предоставляют потребителям услуги по проведению таких проверок.

Период хранения заканчивается при установке компонентов.

Очистка

Изделия из каучука должны очищаться с использованием чистой ткани и прохладной воды. Применение бензина, бензола, скипидара и т.д. недопустимо. Острые и имеющие острые края объекты, например проволочные щетки, наждачная бумага и т.д., не должны использоваться для очистки изделий. Сушка изделий из каучука вблизи радиаторов/обогревателей не рекомендуется.

8.15 Уменьшение поперечного сечения, вызванное удлинением

При растяжении уплотнительного кольца его поперечное сечение становится овальным. Это изменение поперечного сечения должно быть принято во внимание в критических условиях применения уплотнений, так как оно уменьшает деформацию диаметра уплотнительного кольца. На стадии проектирования принимается в расчет корректирующий фактор глубины паза t или h .

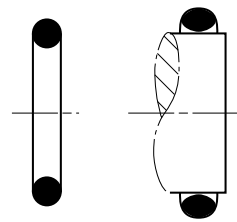


Рис. 8.12 Слева: нерастянутое уплотнительное кольцо, справа: растянутое уплотнительное кольцо

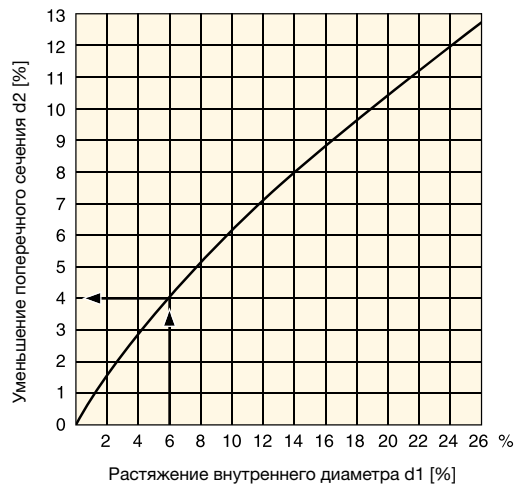
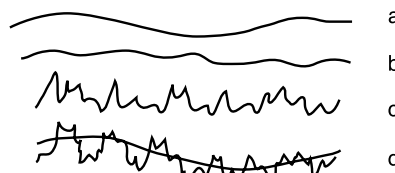


Рис. 8.13 Уменьшение диаметра поперечного сечения d_2 из-за удлинения внутреннего диаметра d_1

8.16 Обработка поверхности лицевых сторон уплотнения

Срок службы уплотнительного элемента помимо прочего в значительной степени зависит от обработки ответной поверхности уплотнения и нижней части паза. Между статическими и динамическими поверхностями существуют различия в отношении значений шероховатости уплотнительных поверхностей. Раздел «Виды установки» содержит подробную информацию о различных применениях и рекомендуемой максимальной шероховатости поверхности. Идеальная обработка поверхности не может быть достигнута. Как показано на рис. 8.14, поверхность может быть обработана с различными вариантами: от размерных отклонений (уровень 1 согласно DIN) до волнистости поверхности (уровень 2) — и с разными степенями шероховатости (уровни от 2 до 5). Данные уровни могут накладываться друг на друга.



- a) размерные отклонения;
- b) волнистость поверхности;
- c) шероховатость;
- d) наложение (с a или b).

Рис. 8.14 Структура обработки поверхности

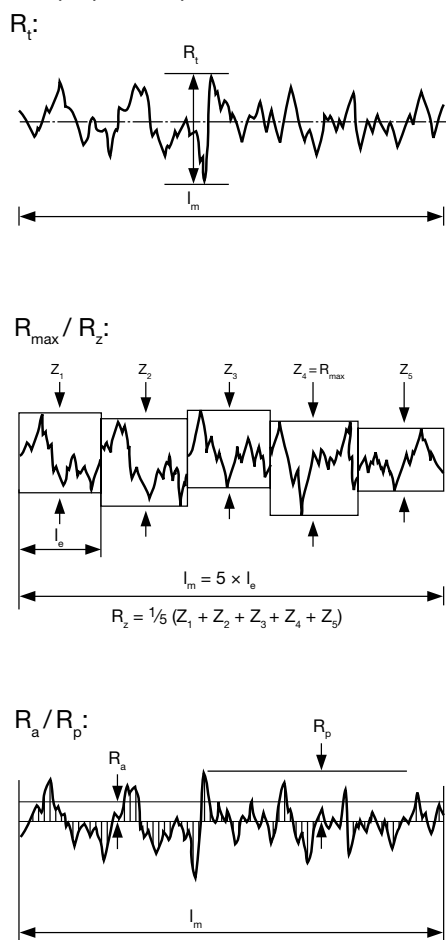
8 Терминология уплотнений

Обработка поверхности часто выражается в виде « R_t » и « R_a » (см. рис. 8.15). R_t — это вертикальное расстояние между наибольшей и наименьшей точками в профиле шероховатости на длине кривой l_m . R_t постепенно заменяется значением R_{max} , максимальной глубиной шероховатости. R_{max} — это наибольшая единичная шероховатость, обнаруженная в 5 последовательных отдельных участках кривой l_e . На рис. 8.15 глубина шероховатости $Z_4 = R_{max}$. В этом измерении R_{max} может быть не самым большим пиковым значением шероховатости, так как таким значением может являться R_t .

Среднее значение шероховатости R_a — это среднее арифметическое всех абсолютных значений шероховатости в пределах участка кривой l_m . R_z — среднее значение шероховатости 5 последовательных участков кривой l_e всегда предпочтительнее R_a .

Если известно R_a , R_z может быть найдено из рис. 8.16 и наоборот. Рис. 8.16 приведен из стандарта **DIN 4768, часть 1**, Приложение 1. При достижении значением R_z верхней границы графика можно предположить, что указанные значения R_a не будут превышены. Нижние границы будут использоваться в случае применения заданного значения R_z .

Наконец, глубина шероховатости R_p также важна. Это вертикальное расстояние между наивысшей точкой и центральной линией профиля шероховатости.

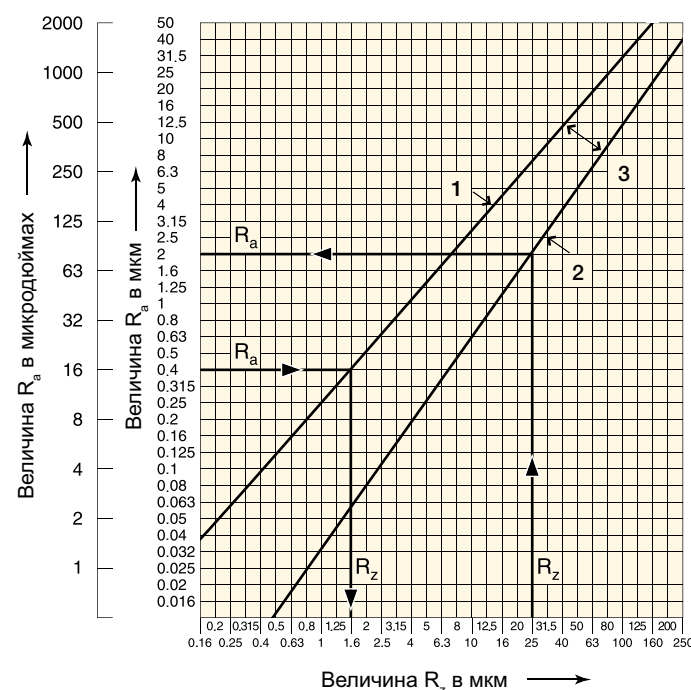


R_t = вертикальное расстояние между наивысшей и наинизшей точками;
 R_p = глубина шероховатости;
 R_a = среднее значение шероховатости;

Рис. 8.15 Терминология шероховатости

	R_t [μm]	R_p [μm]	R_a [μm]	t_p [%] 0,25	0,50	0,75
				R_t	R_t	R_t
	1	0,5	0,5	50	50	50
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,5	0,25	25	50	75
	1	0,75	0,28	12,5	25	37,5
	1	0,25	0,28	62,5	75	87,5
	1	0,785	0,188	3,5	14	35
	1	0,215	0,188	65	86	96,5
	1	0,5	0,39	43	50	57

Таб. 8.7 Сечения идеального профиля для оценки поверхности



1: верхний предел для R_z при перемещении от R_a к R_z
 2: верхний предел для R_a при перемещении от R_z к R_a
 3: отклонение.

Рис. 8.16 Зависимость между R_a и R_z

Значения R_t мало информативны для получения вывода о применимости шероховатости поверхности с точки зрения уплотнения. В таблице 8.7 показано, что для одного и того же значения R_t могут быть произведены все уровни шероховатости. Значения R_a сами по себе также не подходят для сравнения, так как профили 6 и 7 имеют одинаковое значение R_a . Необходимо также учитывать значение R_p и (или) зону нагрузки t_p .

Статическая поверхность уплотнения $R_t \leq 6,3$ мкм (старое значение: $\nabla\nabla\nabla$ шероховатость по стандарту DIN 3141; новое значение: $\sqrt{R_t}$ 6,3 шероховатость по стандарту DIN ISO 1302) более грубая, чем динамическая поверхность. Производители уплотнений рекомендуют применять шероховатость $R_t \leq 2,5$ мкм для поверхности динамических уплотнений (R_a = от 0,25 мкм до 0,5 мкм) (старое значение: $\nabla\nabla\nabla$ шероховатость по стандарту DIN

3141; новое значение: $\sqrt{R_t}$ 2,5 шероховатость по стандарту DIN ISO 1302) при зоне нагрузки более 50 % или при шероховатости обработки поверхности R_p ниже 50 %. Эти ограничения часто завышены. Тем не менее, связь между обработкой поверхности и зоной нагрузки очень важна из-за того, что «открытый» профиль может иметь острые углы (например, профили 2–6 в таблице 8.7). Эти открытые профили получаются в результате процессов резки, таких как проточка или шлифование. Более широкая зона нагрузки получается в результате процессов холодного формования, таких как прокатывание, протяжка или волочение.



Поверхности, получаемые в результате обкатывания роликом (поверхность холодного формования)



Поверхности, получаемые в результате обычной механической обработки
Рис. 8.17

Из рис. 8.17 четко видно, что поверхности, получаемые в результате обкатывания роликом, не имеют острых пиков, которые могут вызвать повреждение уплотнения. Более того, углубления формируют потенциальные смазочные емкости, которые улучшают динамическое поведение уплотнения.

На практике следует обеспечить, чтобы все эти значения шероховатости, измеренные на очень короткой длине, также были действительны для всей поверхности. Более того — как минимум для сравнения поверхностей — должна быть указана справочная длина. Иначе высота профилей будет отличаться.

8.17 Трение и износ

Уплотнительные кольца контактируют с поверхностями уплотнения благодаря своей упругости и диаметральному сжатию, а также дополнительному наложению давления системы. Когда эти поверхности двигаются относительно друг друга, появляющееся в результате трение имеет два последствия: одно из них — износ, другое — уменьшение силы вращения цилиндра, которая сокращается силой, требуемой на преодоление трения.

8.17.1 Трение

При динамическом применении необходимо учитывать отличие между статическим трением, которое необходимо преодолевать при запуске двигателя, и динамическим трением при движении. Проблема статического трения особенно важна в случае колебательного движения, например в цилиндрах.

Динамическое трение уплотнений зависит от многих факторов. На практике невозможно произвести точную количественную оценку этих факторов, особенно из-за того, что лишь некоторые из них могут быть точно воспроизведены. Это также является причиной того, почему сложно предсказать силу трения для отдельных изделий. Наиболее важными факторами являются:

Относительно уплотнения:

- геометрия уплотнения, включая допуски при изготовлении и, таким образом, предварительное нагружение;
- твердость и текстура материала;
- коэффициент трения сухого и смазанного компаунда;
- характеристики разбухания и температуры.

Относительно гидравлической жидкости:

- формирование смазочной пленки и распределение смазочного материала;
- зависимость вязкости от уровня и температуры.

Относительно условий эксплуатации:

- рабочее давление;
- скорость скольжения, тип материала и обработка поверхности металлических поверхностей уплотнения;
- допуски механической обработки;
- осевые нагрузки и направляющие кольца на поршнях.

Большинство этих факторов оказывают не одиночный, а накопительный эффект при наложении с другими влияющими факторами.

При перемещении лицевой стороны уплотнение проходит две фазы трения. Если движение начинается из состояния покоя, обычно существует состояние пограничного трения (преимущественно контактное или сухое трение с малым количеством смазываемых полей и коэффициентом трения μ около = 0,3). Далее следует широкий диапазон смешанного трения, при котором коэффициент трения может упасть вплоть до значения от 0,06 до 0,08 в соответствии с пропорцией смазанных / несмазанных зон (рис. 8.18). В уплотнениях редко происходит образование зоны чистого гидродинамического трения. Эта зона характеризуется также сильным увеличением утечек из-за однородной смазочной пленки.

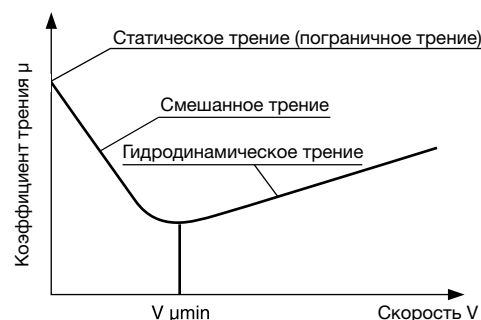


Рис. 8.18 Кривая Штрибека

8 Терминология уплотнений

Гидравлические уплотнения

Компаунд влияет на трение за счет своих свойств скольжения, которые могут значительно изменяться, а также через твердость, которая влияет на деформацию под давлением. С ростом давления трение может пропорционально возрасти до площади упомянутого характерного сжатия.

Рабочее давление определяет размер зазора под уплотнение и, таким образом, толщину смазочной пленки. Следовательно, воздействие различается в зависимости от геометрии уплотнения. С уплотнительными кольцами круглого сечения трение растет пропорционально увеличению давления, при этом манжетные уплотнения характеризуются более резким увеличением из-за радиального действия давления. При использовании этого типа уплотнения даже мелкие детали геометрии могут внести различия в характер трения.

Однако, так как трение только частично зависит от уровня рабочего давления, важно минимизировать трение, особенно в условиях низкого давления.

Правда это может быть достигнуто лишь до определенной степени, так как уменьшение контактной силы автоматически приводит к увеличению утечек. Несмотря на то, что эта зависимость может изменяться в определенных пределах в связи с геометрией уплотнения, выбор между низким трением и высокой герметичностью зачастую неизбежен.

Кроме того, возможна недостаточная геометрическая стабильность, что зависит от поведения разбухания в рабочей жидкости под давлением.

Достаточное количество смазки, которое очевидно является важным условием для данной проблемы трения, по всей видимости обеспечивается при использовании минерального масла в качестве гидравлической жидкости. Однако не только вязкость среды, но и опять же геометрия уплотнения помимо прочего играет здесь важную роль, так как оказывает влияние на толщину смазочной пленки. В худшем случае уплотнение может работать в сухих условиях из-за вытирания смазочной пленки. Несмотря на то, что в этом случае уплотнение будет очень герметичным, оно быстрее изнашивается. С другой стороны, хорошее смазывание уплотнений, т. е. достаточно толстая смазочная пленка, может вызвать нежелательные утечки.

Оптимальным условием является относительно тонкая смазочная пленка с достаточными клейкими свойствами.

Увеличение скорости поршня оказывает главным образом положительный эффект из-за уменьшения трения. Однако в условиях абсолютных величин существуют значительные отличия, в зависимости от того, как сильно вытирается смазочная пленка. Уменьшение трения связано с тем фактом, что плотная смазочная пленка формируется при более высокой скорости. Это, кстати, также относится к более твердым компаундам. При том, что в диапазоне более низких скоростей коэффициенты трения

значительно изменяются при различном давлении, они имеют склонность к выравниванию при более высоких скоростях.

На трение оказывает сильное влияние диаметр уплотнения, так как площадь износа выше. Шероховатость поверхности металлических зон уплотнения оказывает такое же влияние. Чем она выше, тем больше формируется «металлических островков», и, таким образом, уплотнение снова работает в зоне смешанного трения.

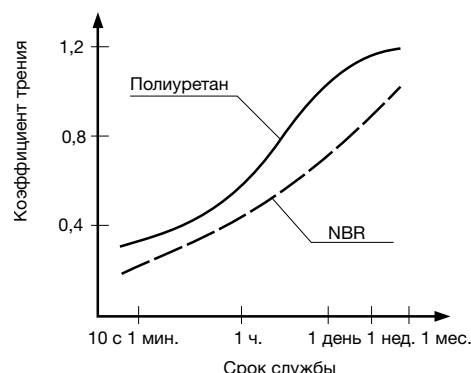


Рис. 8.19 Уровень трения при запуске зависит от времени и компаунда

Как и во многих других областях, статическое срывное трение эластомеров (усилие сдвига) значительно выше динамического трения. Независимо от типа компаунда и геометрии уплотнения на увеличение силы трения сдвига оказывает влияние склонность к склеиванию, деформация, время простоя и обработка поверхности. Чем больше время простоя, тем больше масла выжато из поверхности уплотнения из-за предварительного нагружения. В этих условиях уровень трения при запуске приближается к уровню при сухом трении и может быть до 10 раз выше в сравнении с рабочей силой трения (рис. 8.18 и 8.19). Для этих же условий трение при высокой температуре (= низкой вязкости) выше из-за частого нарушения смазочной пленки.

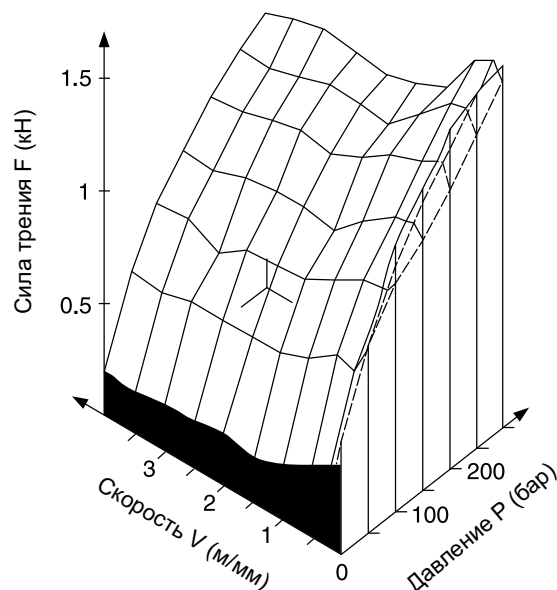


Рис. 8.20 Сила трения по отношению к давлению и скорости для компактного уплотнения штока с твердостью 90 единиц по шкале Шора

Наиболее важные факторы приведены на рис. 8.20. Здесь трение показано как функция давления и скорости. Рис. 8.20 действителен только для определенного уплотнения в конкретных условиях применения. Для других уплотнений и применений взаимосвязь меняется. Эффект **прерывистого скольжения** также зависит от трения на поверхности уплотнения. Так как в этом случае трение, или, точнее, разница между статическим и динамическим трением, играет важную роль, данное явление также относится к применению и (или) использованию уплотнений, выполненных из эластомеров, у которых эта разница особенно большая.

Для возникновения прерывистого скольжения должны одновременно присутствовать три следующих условия:

- статическое трение стабильно выше динамического трения, которое достигает минимального уровня трения при рабочей скорости $v_{\min}$ (см. кривую Штрибека, рис. 8.18);
- рабочая скорость ниже $v_{\min}$;
- мощность передается через эластичное тело, обычно столб сжимаемого масла при использовании цилиндра.

Для более наглядного понимания термина прерывистого скольжения обратитесь к рис. 8.21. Для ускорения массы m от нуля до максимальной скорости статическое трение μ_H должно быть преодолено силой F_1 . Пружинный элемент нагружен силой F_1 , и с увеличением скорости значение трения μ_H уменьшается до μ_G , а сила до F_2 . Сила, которая содержится в пружине, ускоряет массу еще дальше. Как только эта сила полностью исчезает, масса начинает торможение вследствие увеличивающейся силы трения в направлении μ_H . В свою очередь, это требует другого повышения силы до уровня около F_1 , и процесс повторяется.

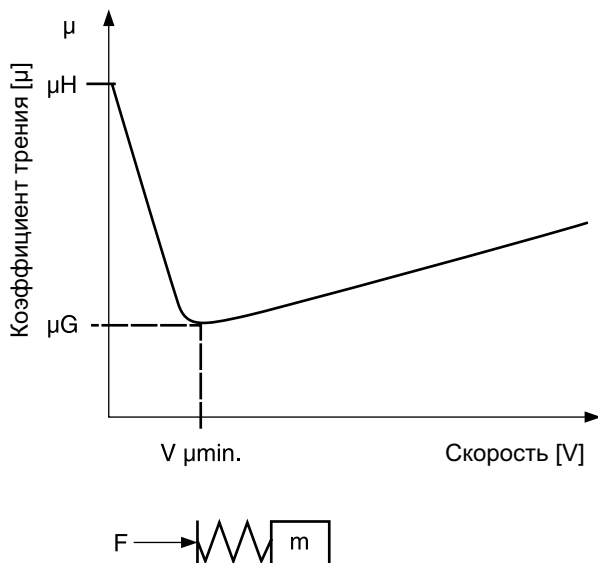


Рис. 8.21 Системная схема для явления прерывистого скольжения

Следовательно, определенное отношение между трением уплотнения и вовлеченной в движение массой (поршнем и нагрузкой) с ее скоростью скольжения имеет решающее значение.

Из этих трех параметров трение является единственным, на которое можно повлиять. Это требует хорошего взаимодействия между уплотнением, смазочной пленкой и ответной поверхностью с минимальным динамическим трением и благоприятным статическим трением. Можно также добиться определенных улучшений, если сделать систему более жесткой, что потребует применения наименьшего возможного объема масла под давлением на гидравлической стороне.

Отделение смазочной пленки также вызывает радиальные колебания уплотнения. Было отмечено, что при использовании масел с хорошей смачивающей способностью, данное явление не возникает в тех же уплотнениях и при таких же условиях эксплуатации.

Пневматические уплотнения

В принципе здесь применяются такие же условия, как и для гидравлических уплотнений, за исключением того, что некоторые из пограничных условий значительно ухудшаются в случае пневматических уплотнений. Особенно это относится к наименее благоприятным условиям смазки, которые только примерно сопоставимы со смазкой масляным туманом, что более не желательно, так как смазочная пленка постоянно пополняется за счет постоянного притока новой смазки.

При использовании густой смазки смазочная пленка не может восстанавливаться, так как новые смазочные материалы более не подаются в систему. От каждого рабочего хода штока Пленка фактически убывает вплоть до ее «полного вытирания» уплотнительными манжетами. Этот процесс «износа смазочного материала» зависит от толщины оригинальной пленки и скорости скольжения уплотнения поршня (рис. 8.22).

Это, опять же, означает, что выбор меньшей скорости скольжения приведет к соответствующему уменьшению толщины оставшейся пленки. Несмотря на то, что «износ смазочного материала» относительно небольшой, можно ожидать, что слой подаваемого в конструкцию смазочного материала будет срабатываться после нескольких ходов поршня на низкой скорости до такой степени, что гидродинамическая пленка смазочного материала больше никогда не сможет восстановиться на рабочих поверхностях во время работы.

Разрыв смазочной пленки после длительной работы безусловно ведет к возникновению контакта между уплотнением и металлическими поверхностями. Это заставляет уплотнение работать в диапазоне смешанного трения, и увеличение трения вызывает высокий износ. По этой причине для пневматических уплотнений были разработаны скругленные края уплотнения, которые больше не вытирают смазочную пленку (или вытирают ее в меньшей степени). Несмотря на то, что это решение оказывает небольшое действие на статическое трение, оно заметно влияет на динамическое трение.

8 Терминология уплотнений

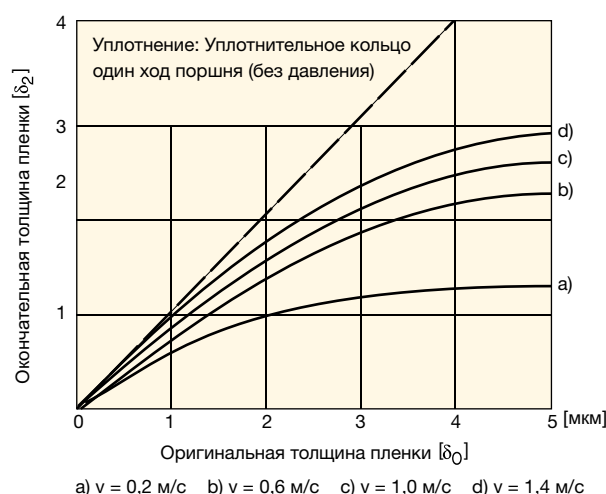


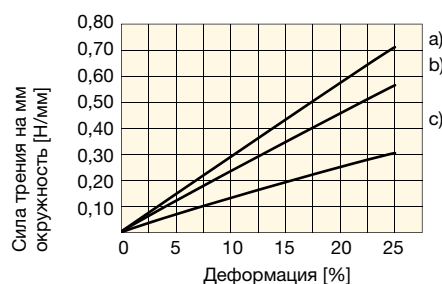
Рис. 8.22 Изменение толщины оригинальной пленки как функция скорости скольжения во время одного хода поршня

Если малые скорости поршня достигаются посредством управления подачей воздуха, существует более высокий риск прерывистого скольжения. Острые края уплотнения и короткая уплотняющая кромка, также оказывают здесь неблагоприятное действие. Более грубая поверхность металлической ответной поверхности поддерживает такое пограничное состояние, и слишком гладкие и отполированные поверхности также благоприятствуют прерывистому скольжению.

Параметры для уменьшения трения

Сжатие уплотнительного кольца	необходимо уменьшение
Рабочая поверхность	R_{max} , R_t необходимо уменьшение
Жесткость [Шор A]	необходимо уменьшение
скорость скольжения (следует избегать высокой частоты вибрации)	необходимо увеличение
Поперечное сечение	необходимо уменьшение
давление	необходимо уменьшение
Смазочный материал	должен использоваться
Температура	необходимо уменьшение
ширина канавки (уплотнительное кольцо должно контактировать только с одной стороной)	необходимо уменьшение
Внутренний диаметр цилиндра или диаметр штока	необходимо увеличение

Таб. 8.8

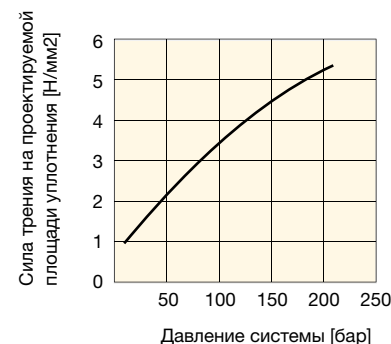


a) Твердость 90 единиц по шкале Шора.
b) Твердость 80 единиц по шкале Шора.
c) Твердость 70 единиц по шкале Шора.

Условия:

- Хромированная рабочая поверхность, $R_t \leq 2,5$ мкм.
- Уплотнительное кольцо N0304-75, 100 000 циклов, среда — жидкость Aeroshell 4.
- Скорость 0,3 м/мин.

Рис. 8.23 Сила трения в зависимости от деформации уплотнительного кольца



Условия:

- Хромированная рабочая поверхность, $R_t \leq 2,5$ мкм.
- Уплотнительное кольцо N0304-75, 100 000 циклов, среда — жидкость Aeroshell 4.
- Скорость 0,3 м/мин.

Рис. 8.24 Сила трения в зависимости от давления системы

8.17.2 Износ

Трение вызывает износ. Однако трение может быть предусмотрено и принято во внимание на стадии проектирования. Степень износа сложно предсказать, но она напрямую регулирует срок службы уплотнительного кольца и частоту обслуживания.

Требования, предъявляемые к уплотнительным устройствам в наши дни означают, что во многих случаях гидродинамическая смазка отсутствует из-за увеличения эффекта вытирания. Это означает, что уплотнение всегда работает в диапазоне смешанного трения и что по этой причине стойкость к износу зависит от следующих параметров:

- свойства компаунда,
- смазочные свойства среды,
- свойства ответной поверхности,
- условия эксплуатации.

Износ при работе с жидкостями может быть разделен на четыре группы:

Износ в виде задиров развивается при контакте металла с металлом в областях смешанного трения, где оба материала склонны к формированию смешанных кристаллов. Благодаря своим добавкам масла HPL помогают предотвратить данный тип износа. Однако эти добавки не оказывают влияния в сочетаниях каучук/сталь или каучук/металл.

Усталостный износ становится видимым по потере формы структуры и при вымывании частиц из металлической структуры и обычно является результатом пульсирующих нагрузок.

Коррозионный износ заявляет о себе в форме ржавчины и обычно может быть уменьшен соответствующими добавками. Вышеуказанные типы износа не влияют на уплотнения напрямую. Однако продукты этих типов износа могут способствовать износу уплотнения, если уплотнение входит с ними в контакт.

Абразивный износ, с другой точки зрения, может влиять как на металлические детали, так и на уплотнения. Металлы истираются твердыми компаундами или твердыми посторонними веществами в среде. Для уплотнений грубая ответная поверхность обычно является причиной истирания относительно мягких поверхностей эластомера.

8.17.3 Взаимодействие между трением, износом и уплотнительным процессом

Для обеспечения бесперебойного уплотнительного процесса необходимы стабильные условия работы в зазоре. Однако стабильность является труднодостижимой из-за того, что соответствующие параметры зачастую действуют наоборот.

Первым фактором является смазочная пленка в зазоре. Для того чтобы оценить трение, срок службы и степень утечек, необходимо знать ширину зазора и то, как он изменяется в рабочих условиях. Для поддержания трения на минимальном уровне смазочная пленка должна иметь достаточную плотность. Однако это, может привести к утечкам, так как «толстая» пленка вытирается с поверхности во время возвратного хода поршня. С другой стороны, отсутствие смазочной пленки вызывает проблемы из-за высокого трения. Следовательно, эффективность уплотнения и трение, обратно пропорциональны. Известно, что помимо глубины и ширины паза, влияние имеет твердость уплотнения. Твердость определяет эластичность уплотнения и обеспечивает доступ уплотнения к смазочной пленке под давлением. Мгновенная вязкость жидкости также очевидно играет важную роль.

Все еще неизвестно, какие факторы влияют на смазочную пленку, или какие могут быть последствия. Для более мягкого компаунда благоприятной является более толстая пленка. Однако твердые и мягкие компаунды по-разному ведут себя при высоких скоростях, при которых более твердые компаунды помогают формировать смазочную пленку в местах, где мягкий компаунд будет создавать препятствия из-за сильного приклеивания к рабочей поверхности.

Смазочная пленка очень важна, но является только одним из факторов, влияющих на трение уплотнения. Другими факторами являются, например, компаунд уплотнения, форма уплотнения, давление, скорость и изменение направления. Зачастую многие из этих факторов сложно измерить и воспроизвести. Из этого понятно, что производители уплотнений могут предоставлять потребителям только количественную информацию касательно трения и износа для отдельных уплотнений,

если известны и воспроизводимы все параметры, влияющие на уплотнение. Это предотвращает любое обобщение измерений, полученных во время физических лабораторных испытаний. Пограничные условия испытания могут никогда полностью не совпасть с условиями соответствующего применения.

8.18 Предельное удлинение

Предельное удлинение (удлинение при разрыве) — это удлинение, измеренное в процентном соотношении от оригинальной длины в момент разрыва образца под нагрузкой натяжения. Испытание проводится согласно стандарту DIN 53504.

Значение предельного удлинения может быть использовано для оценки определенных условий сборки и необходимого расширения, особенно для малых уплотнительных колец. По сравнению со значениями, полученными на стандартных образцах, предельное удлинение обработанных деталей ниже из-за фактора формы, который также должен учитываться.

8.19 Прочность при растяжении

Прочность при растяжении (также известная как прочность на разрыв, стойкость к разрыву и т. д.) измеряется в Н и является силой на единицу площади, выраженной в мм^2 , относящейся к поперечному сечению образца в мм^2 , которая необходима для разрыва стандартного образца. Значения удлинения указаны в стандарте DIN:

- 500 мм/мин для стандартных колец и стандартного образца S1;
- 200 мм/мин для стандартных образцов S2, S3 и S4;
- испытания выполняются в соответствии с DIN 53504.

С практической точки зрения результаты данных испытаний не помогают пользователю выбрать компаунд, так как эффективность герметизации установленного уплотнительного кольца не зависит от его стойкости при растяжении. Как и предельное удлинение, стойкость при растяжении зависит от геометрии. Уплотнительные кольца и опорные кольца Parbak® с малыми размерами поперечного сечения могут не достигать результатов стандартных образцов.

8.20 Релаксация напряжения

Релаксация напряжения эластомеров является уменьшением напряжения в деформированном эластомере в результате физических и химических процессов. Уменьшение напряжения становится явным, например, при градиентном снижении естественной уплотнительной силы уплотнительных колец с течением времени.

Как и остаточная деформация при сжатии, релаксация напряжения зависит от конкретного типа эластомера, состава смеси, параметров обработки, деформации, толщины материала, времени, температуры и влияния среды.

Для измерения релаксации напряжения в лабораторных условиях существует множество стандартов испытаний и испыта-

8 Терминология уплотнений

тельных камер. Наиболее общими стандартами испытаний являются DIN 53537, ISO 3384 и ASTM D 6147. Существует отличие между непрерывными и прерывистыми измерениями. При непрерывных измерениях сила упругости постоянно измеряется в режиме реального времени, в то время как при прерывистых измерениях тестируемый образец должен быть извлечен из камеры испытаний на деформацию для измерения силы упругости.

Несмотря на то, что различные методы испытаний дают явно отличающиеся результаты, только результаты, полученные в абсолютно одинаковых условиях, могут сравниваться друг с другом. С точки зрения оценки характеристик производительности уплотнения значения релаксации напряжения являются более содержательными, нежели остаточная деформация при сжатии, так как при релаксации напряжения измеряется сохраняющаяся сила уплотнения, а не оставшаяся деформация. Впрочем, даже результаты измерений релаксации напряжения позволяют получить информативные выводы касательно характеристик уплотнения в полевом применении только в том случае, если также учтены условия применения.

8.21 Ударная упругость

Ударная упругость или упругость при отскоке служит для оценки упругого поведения эластомеров. Испытание проводится согласно стандарту DIN 53512.

Это испытание предоставляет эталонные значения для динамического поведения и свойств каучука при возврате эластомера в исходное состояние после действия на него шоковых нагрузок. В разделе «Низкие температуры» содержится оценка гибкости в зависимости от отрицательной температуры, а также основываясь на информации об ударной упругости, твердости и остаточной деформации при сжатии.

8.22 Радиация

Эластомеры теряют свою гибкость с увеличением уровня радиации. Радиация является средой, которая вызывает сшивание или разрыв полимерных цепей. Плотность сшивания увеличивается с ростом уровня радиации. В то же время уменьшается стойкость при растяжении и предельное удлинение, при том что твердость и модуль упругости растут. При продолжении воздействия радиации эластомер станет ломким. Бутиловый каучук IIR, наоборот, становится мягким и липким.

В общем случае эластомеры имеют стойкость к уровням радиации 1 Мрад = 10^6 рад без потери упругих свойств.

1 Мрад — это уровень дозирования, который обычно достигается после долгих лет работы. При 10 Мрад (= 10^7 рад) оказывается влияние на физические свойства. Для оценки различных изменений необходимо проведение испытаний на определение путей влияния на уплотнение. В уплотнительных кольцах изменение остаточной деформации при сжатии, без сомнения, является ключевым фактором. Наиболее подходящий компаунд — EPDM.

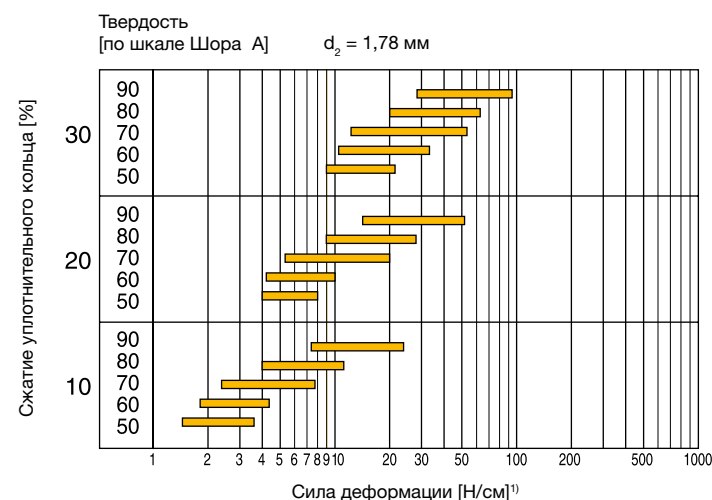
Помимо стойкости к радиации при выборе соответствующего компаунда необходимо учитывать все прочие ключевые параметры, такие как среда, температура, давление и т. д.



Рис. 8.25

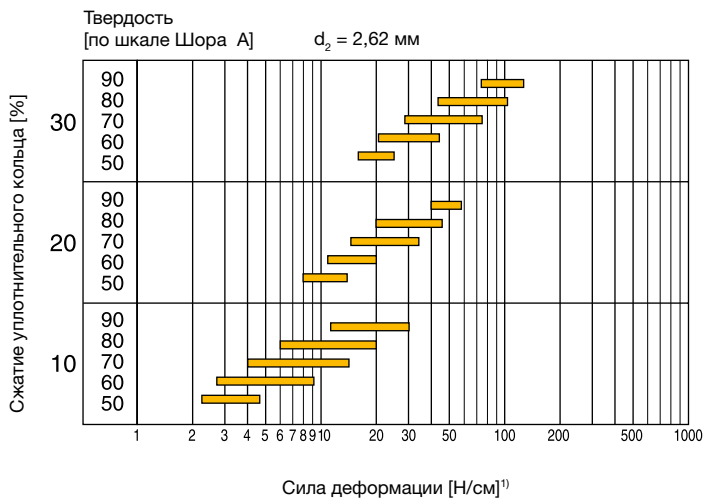
8.23 Сила деформации поперечного сечения

Сила, необходимая для деформации поперечного сечения уплотнительного кольца на определенную величину (в процентах) зависит от модуля упругости компаунда. Так как сила относится к геометрии уплотнения, она приводится для различных поперечных сечений уплотнительного кольца. Так как пользователю обычно известны только размеры и твердость, следующие схемы (рис. 8.26–8.30) показывают отношение между твердостью, сжатием и поперечным сечением. Информация относится ко всем эластомерам, поэтому силы деформации приведены для каждого класса твердости (см. рис. 8.26–8.30). Силы, необходимые для деформации эластомеров, например во время сборки фланцев, могут быть получены со схем; также можно произвести оценку сил, влияющих на уплотнения на менее упругих пластмассовых деталях.

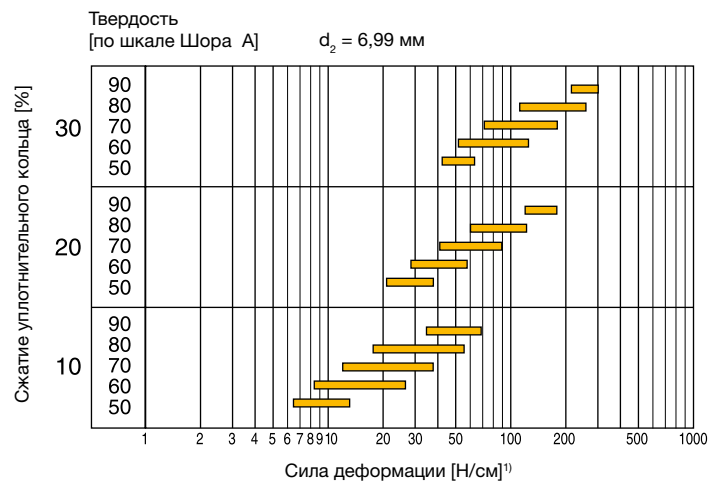


¹⁾ Длина окружности уплотнительного кольца (см).

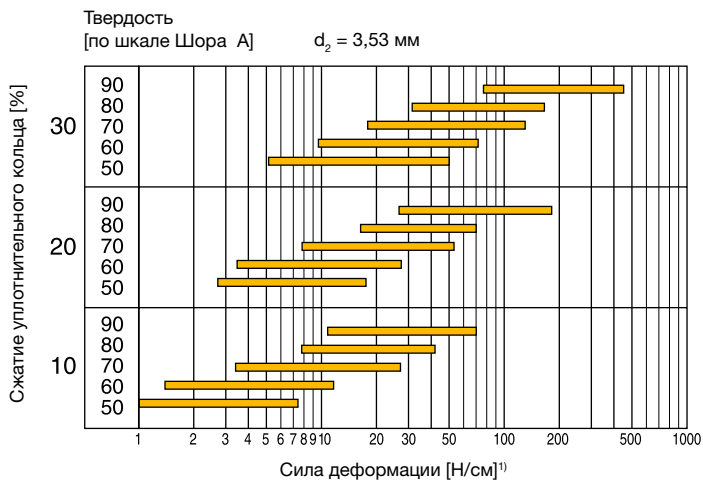
Рис. 8.26



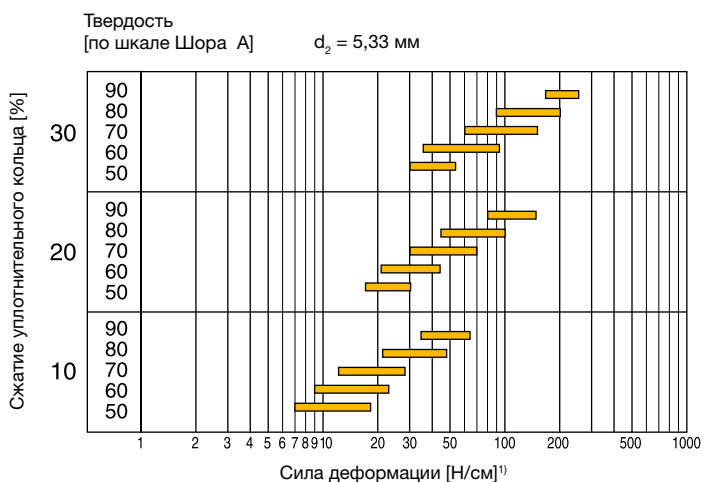
¹⁾ Длина окружности уплотнительного кольца (см).
Рис. 8.27



¹⁾ Длина окружности уплотнительного кольца (см).
Рис. 8.30



¹⁾ Длина окружности уплотнительного кольца (см).
Рис. 8.28



¹⁾ Длина окружности уплотнительного кольца (см).
Рис. 8.29

8.24 Сжатие поперечного сечения уплотнительного кольца

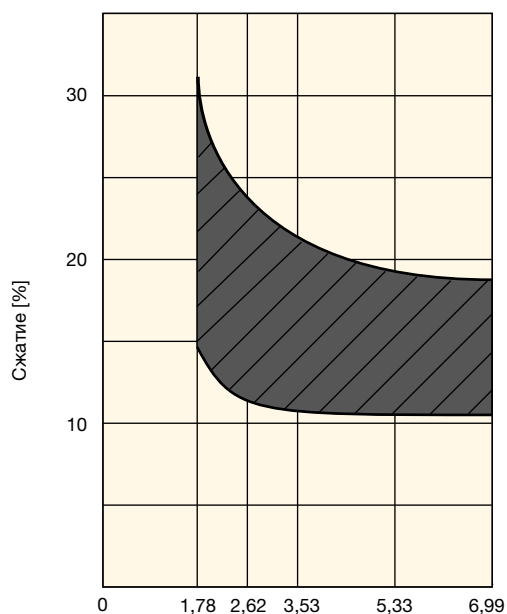
Поперечное сечение уплотнительного кольца деформируется при сборке и, таким образом, начинается процесс уплотнения контактных поверхностей. Минимальное сжатие зависит от типа применения. Недостаточная деформация может привести к 100 %-ной остаточной деформации при сжатии за очень короткое время. Слишком сильное сжатие приведет к высокому процентному содержанию постоянной деформации.

В динамических уплотнениях кольцо круглого сечения может генерировать более высокие силы трения и нагрев.

Кривые характеристик, показанные на рис. 8.31–8.33, учитывают удлинение, уменьшение поперечного сечения и допуски металлов, а эффективное уплотнение достигается при нормальных условиях.

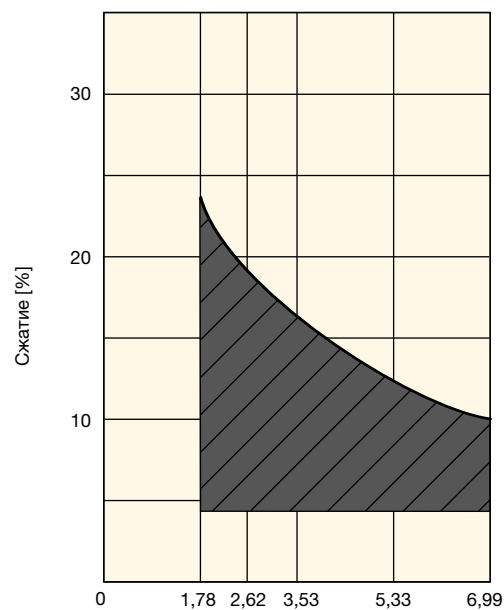
Для особых условий применения значения могут меняться. Необходимо учитывать различные влияющие факторы, такие как излишне растянутые кольца, уменьшение поперечного сечения, влияние температуры, «дыхание» цилиндра, эксцентриситет и т. д.

8 Терминология уплотнений



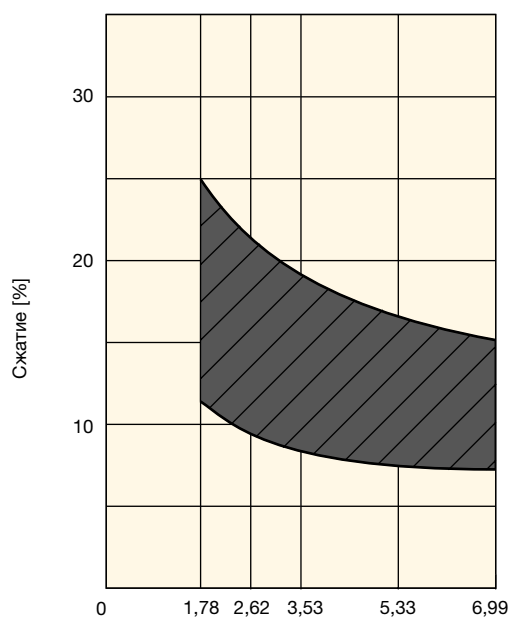
Поперечное сечение уплотнительного кольца d_2 [мм]

Рис. 8.31 Зависимость допустимого сжатия от поперечного сечения d_2 — статическое уплотнение



Поперечное сечение уплотнительного кольца d_2 [мм]

Рис. 8.33 Зависимость допустимого сжатия от поперечного сечения d_2 — пневматическое уплотнение возвратно-поступательного типа



Поперечное сечение уплотнительного кольца d_2 [мм]

Рис. 8.32 Зависимость допустимого сжатия от поперечного сечения d_2 — динамическое гидравлическое уплотнение

Поперечное сечение	Номинальный размер [мм]	Допуск	Наименьший размер [мм]	Наибольший размер [мм]
d_1	11,89	$\pm 0,19$	11,700	12,080
d_2	1,78	$\pm 0,08$	1,700	1,860
d_3	12,20	h9	12,157	12,200
d_4	15,00	H8	15,000	15,027
d_9	15,00	f7	14,966	14,984

Таб. 8.9

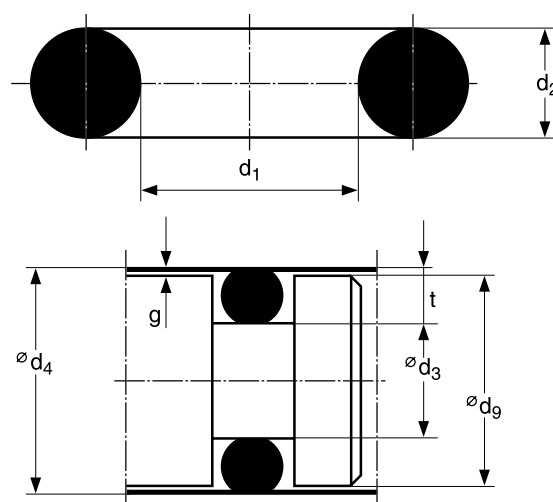


Рис. 8.34 Идеальная соосность

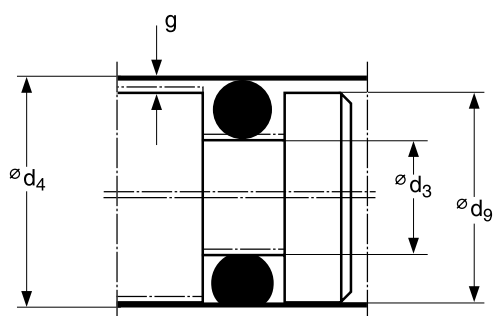


Рис. 8.35 Максимальный радиальный ход

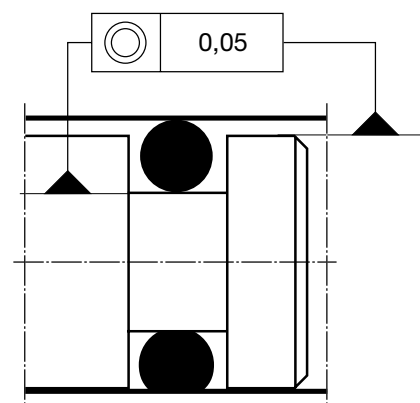


Рис. 8.36 Максимальный эксцентриситет и несоосные диаметры поршня и паза

Пример расчета для динамического уплотнения поршня — гидравлическое применение:

А. Соосность (рис. 8.34).

максимальная глубина посадочной канавки $t_{\max} = 0,5 \times (d_{4\max} - d_{3\min}) = 0,5 \times (15,027 - 12,157) = 1,435 \text{ мм}$

минимальное поперечное сечение уплотнительного кольца $d_{2\min} = 1,70 \text{ мм}$

уменьшение поперечного сечения при удлинении 4 % (рис. 8.13): 3 %

уменьшение поперечного сечения $d_{2'} = 0,97 \times 1,70 = 1,65 \text{ мм}$

минимальная деформация: $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,435 = 0,215 \text{ мм}$

в %:
 $\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,435}{1,65} = 13 \%$

В. Максимальный радиальный ход (рис. 8.35).

максимальная глубина посадочной канавки $t_{\max} =$

$= 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max} = 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 = 1,457 \text{ мм}$

минимальная деформация:

$d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,457 = 0,193 \text{ мм}$

в %:
 $\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,457}{1,65} = 11,7 \%$

С. Максимальный радиальный ход и максимальный эксцентриситет основания паза и диаметра поршня (рис. 8.36).

максимальная глубина посадочной канавки $t_{\max} =$

$= 0,5 \times (d_{9\max} - d_{3\min}) + d_{4\max} - d_{9\max} + \text{эксцентриситет}$

$= 0,5 \times (14,984 - 12,157) + 15,027 - 14,984 + 0,05 = 1,507 \text{ мм}$

минимальная деформация: $d_{2'} - t_{\max} = 1,65 - 1,07 = 0,143 \text{ мм}$

в %:

$\frac{d_{2'} - t_{\max}}{d_{2'}} = \frac{1,65 - 1,507}{1,65} = 8,7 \%$

В примере показано действие, которое могут оказывать удлинение уплотнительного кольца и эксцентриситет элементов машины на диаметрную деформацию и уплотнительную способность кольца круглого сечения.

8.25 Изменение объема

Уплотнительные кольца входят в контакт с широким диапазоном сред. Все среды, будь то газ, пар или жидкость, склонны к впитыванию каучуком и могут оказывать различное влияние на материал:

- физическое влияние,
- химическое влияние.

Изменения вследствие **физического воздействия** могут быть описаны двумя процессами, которые могут действовать одновременно:

1. Эластомер впитывает среду.
2. Среда экстрагирует растворимые фрагменты из эластомера (в частности, пластификаторы).

Результатом является изменение объема:

если изделие 1 больше изделия 2, результатом является **разбухание**;

если изделие 2 больше изделия 1, возникает **усадка**.

Степень изменения объема в основном зависит от типа среды, состава эластомера, температуры, геометрической формы (толщины материала) и от стрессового состояния детали из каучука. В сжатом состоянии каучук разбухает меньше (до 50 %), чем в свободном состоянии, как в случае испытаний на разбухание.

Так как эластомер имеет сшитую структуру, разбухание ограничено. Оно достигает предела и далее остается таким же.

Изменения объема, как положительные, так и отрицательные, приводят к изменениям физических свойств эластомера, например твердости, упругости, стойкости при растяжении, предельного удлинения и поведения при низких температурах. Эти изменения, в зависимости от их интенсивности, могут привести к ухудшению свойств эластомера и даже к полному выходу из строя. Дополнительная информация о совместимости с минеральным маслом находится в разделе «Индекс совместимости эластомера (ECI)».

8 Терминология уплотнений

Агрессивное химическое воздействие возникает при химической реакции среды с эластомером, что вызывает структурные изменения (например, дальнейшее сшивание или ухудшение свойств). Даже очень малое химическое изменение в эластомере может привести к значительному изменению в физических свойствах (например, к повышению хрупкости). Совместимость эластомеров со средой крайне важна. Знание изменений свойств позволяет произвести оценку совместимости или несовместимости данного эластомера с определенной средой. Более подробная информация приведена в таблице совместимости сред (см. Приложение).

8.26 Стойкость к износу

Стойкость к износу (Н/мм) определяется как максимальная сила, которая вызывает образование шейки в определенном образце, переходящей в износ. Испытание выполняется в соответствии с DIN ISO 34-1 на прямом или наклонном образце. Стойкость к износу является мерой чувствительности к образованию канавок, которые могут быть вызваны вкраплениями или во время сборки.

8.27 Остаточное удлинение

Остаточное удлинение описывает склонность эластомера к потере его упругой памяти после периода удлинения под нагрузкой. Испытание выполняется в соответствии со стандартом DIN ISO 2285, и его результаты зависят от следующих факторов:

- период времени и температура испытаний,
- поперечное сечение и размер образцов,
- удлинение,
- охлаждение в растянутом или отпущенном состоянии.

Остаточное удлинение и остаточная деформация при сжатии описывают упругое поведение каучукового компаунда.

9.1 Качество

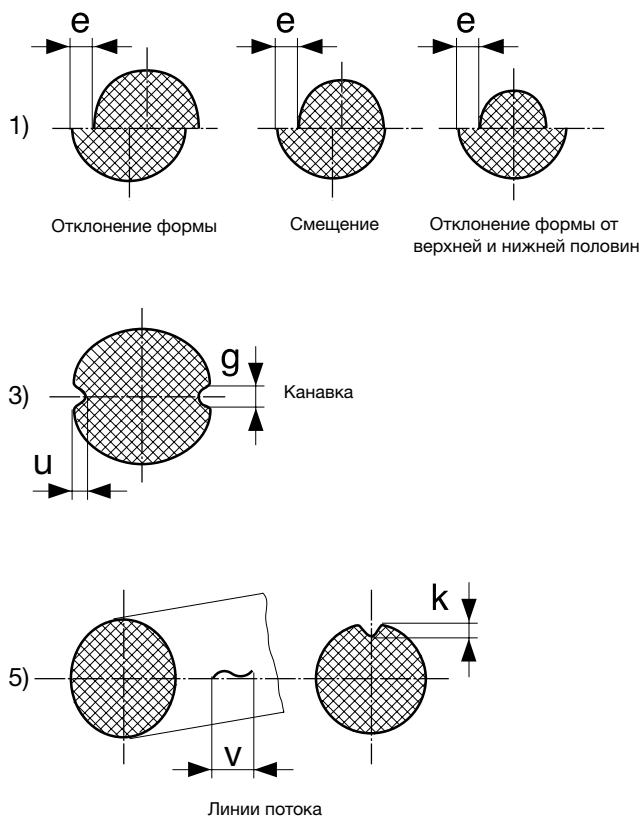
В соответствии с определением качества, приведенным в документе DGQ (Deutsche Gesellschaft für Qualität — Германского общества по качеству), нашей политикой является обеспечение качества за счет выбора наилучших материалов, использования продвинутых методов производства, строгого наблюдения за продукцией и непрерывного обучения нашего персонала изготовлению качественных изделий:

«Качество — это состояние продукта или услуги, которое делает его соответствующим своему назначению и выполняет существующие требования», (DGQ 22, 1974).

Так как качество должно быть заложено изначально и не может быть проверено в конечном изделии, мы разработали систему, которая помогает исключить негативное влияние на нашу продукцию.

Наша интегрированная система управления (IMS), состоящая из менеджмента качества, менеджмента окружающей среды, охраны труда и техники безопасности, описывает все действия, предпринимаемые в данных областях, постоянно идет в ногу с технологиями и техническими требованиями, которые используются в настоящий момент в наших производственных процессах, и является примером нашего постоянного стремления к совершенствованию.

Мы обладаем сертификацией по стандарту DIN EN ISO 9001 с 1993 года и ISO/TS 16949 с 2002 года.



9.2 Критерии оценки для уплотнительных колец

Критерии для оценки качества изготовления уплотнительных колец круглого сечения определены в стандарте DIN ISO 3601-3 (см. таблицу 9.1). Допустимые пределы перечислены в таблице 9.2 и подразделяются на уровни «N», «S» и «CS».

Уровень «N»

Предельные значения для допустимых отклонений поверхности уплотнительного кольца отвечают высоким требованиям для промышленного применения. Они применяются как для статических, так и динамических колец круглого сечения. Допустимые дефекты не влияют на функционирование уплотнительных колец. Проверки всех уплотнительных колец на соответствие уровню «N» являются стандартной практикой нашей работы.

Уровень «S»

В специальных условиях применения, например в аэрокосмической промышленности, устанавливаются даже более жесткие пределы для допустимых размеров дефектов. Это требует значительно больших усилий при изготовлении и проверке качества, что весомо увеличивает стоимость этих уплотнительных колец.

Дополнительное требование для обеспечения качества уровня «S» должно указываться в заказе на покупку вместе с типом применения/назначением. Все наши стандартные уплотнительные кольца проходят проверку на соответствие уровню «N» (см. выше).

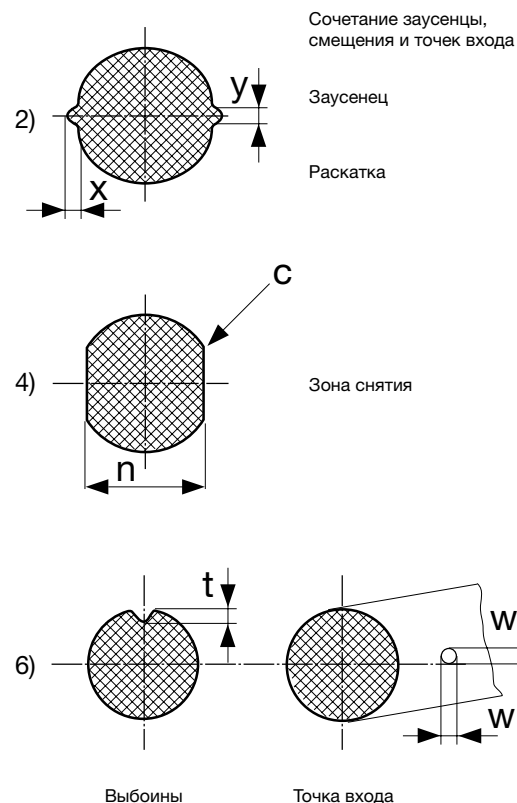


Рис. 9.1 Дефекты отливки и обработки поверхности

9 Критерии качества

Уровень «CS»

Уровень «CS» предъявляет самые высокие требования к качеству поверхности. Этот уровень должен резервироваться для особых критических условий применения, так как эти допуски

могут быть достигнуты только при крайне специфических процессах производства и контроля качества. Соответственно, стоимость уплотнительных колец уровня «CS» высокая.

Рис. №	Отклонение	Определение
1)	Отклонение формы	Верхняя и нижняя половины уплотнительного кольца не совмещены правильно или неровные
1)	Смещение (сдвиг)	Смещение половин уплотнительного кольца из-за сдвига одной детали относительно другой
1)	Отклонение формы верхней и нижней половин	Радиус поперечного сечения различается у каждой из половин уплотнительного кольца, что вызвано разными размерами двух половин отливки
2)	Сочетание заусенцы, смещения и точки входа заусенец (задир)	комбинации заусениц, смещения и точек входа
2)	Flash	Пленочный материал вокруг разделительной линии на внутреннем и (или) наружном диаметре (-ах), вызванный разделением в отливке или недостаточной зачисткой
2)	Расширение (выступ)	Непрерывный гребень материала на разделительной линии, вызванный износом литых фланцев или излишним закруглением литых углов
3)	Выемка (впадина)	Усадка на разделительной линии с широким поперечным сечением в форме буквы «U» или «W»
4)	Стертость (задир) в зоне снятия заусенцев	Приплюснутая и часто грубая зона вдоль внутреннего и наружного диаметра (-ов) уплотнительного кольца, вызванная зачисткой
5)	Линии стыка потоков	Резьбовидный вырез, часто изогнутый, не очень глубокий и с закругленными фланцами, вызванный линиями потока эластомера в отливке
6)	Точка входа	Полый, иногда треугольный вырез на разделительной линии на внутреннем и (или) наружном диаметре (-ах), вызванный деформацией литевых фланцев на разделительной линии
6)	Выбоины (выемки)	Дефекты поверхности, преимущественно неравномерной формы, вызванные удалением включений с поверхности, следов некачественной отливки, воздушных пузырей или не полностью заполненной отливки
-	Посторонние материалы не допускаются	Все включения постороннего материала на поверхности уплотнительного кольца, в том числе загрязнение, включения и т. д.

Таб. 10.1 Типы и описание дефектов отливки и обработки поверхности

Отклонение	Размер	Уровень N					Уровень S					Уровень CS				
		d ₂ в соответствии со стандартом DIN ISO 3601-3					d ₂ в соответствии со стандартом DIN ISO 3601-3					d ₂ в соответствии со стандартом DIN ISO 3601-3				
		> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30	> 0,8	> 2,25	> 3,15	> 4,50	> 6,30
		≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40	≤ 2,25	≤ 3,15	≤ 4,50	≤ 6,30	≤ 8,40
1)	e	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,08	0,08	0,10	0,12	0,13	0,04	0,04	0,06	0,06	0,08
2)	x	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,07	0,07	0,10	0,13	0,13
2)	y	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,10	0,10	0,13	0,15	0,15	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
3)	g	0,18	0,27	0,36	0,53	0,70	0,10	0,15	0,20	0,20	0,30	Посторонние материалы не допускаются				
3)	u	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	Посторонние материалы не допускаются				
4)	n	³⁾					³⁾					³⁾				
5)	v	1,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	6,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	1,50 ⁴⁾	1,00 ⁴⁾	5,00 ⁴⁾	5,00 ⁴⁾	1,50 ⁵⁾	1,50 ⁵⁾	1,50 ⁵⁾	4,56 ⁵⁾	4,56 ⁵⁾
5)	k	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6)	w	0,60	0,80	1,00	1,30	1,70	0,15	0,25	0,40	0,63	1,00	0,08	0,13	0,18	0,25	0,38
6)	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,13 ³⁾	0,25 ³⁾	0,38 ³⁾	0,51 ³⁾	0,76 ³⁾
6)	t	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13	0,08	0,08	0,10	0,10	0,13
Посторонние материалы не допускаются							Посторонние материалы не допускаются					Посторонние материалы не допускаются				

¹⁾ См. таблицу 9.1

²⁾ См. рис. 9.1

³⁾ Отклонения от круглого поперечного сечения допустимы, если плоское сечение плавно примыкает к круглому и соблюдается диаметр d₂.

⁴⁾ 0,05 × d₁ или значение v в зависимости от того, что больше.

⁵⁾ 0,03 × d₁ или значение v в зависимости от того, что больше.

Таб. 10.2 Пределы для допустимых дефектов отливки и поверхности

10.1 Требования к уплотнительным кольцам круглого сечения

Зачастую сложно определить, какая из причин вызвала выход из строя уплотнительного кольца, — проектные параметры, ошибки при сборке или изменения условий эксплуатации. Во многих случаях неисправности вызываются несколькими различными факторами, влияющими одновременно.

Оптимальный срок службы и надежность могут быть достигнуты только уменьшением вероятности выхода из строя уплотнения за счет выполнения надлежащего проектирования, правильного выбора компаундов, практических испытаний и подготовленного сборочного персонала.

Следующие описания характеризуют наиболее частые типы неисправностей уплотнительных колец и описывают способы их устранения.

В связи с тем, что уплотнения используются в широком диапазоне применений, требования также могут отличаться. Типовые требования включают:

- стойкость к среде,
- температурную стойкость,
- стойкость к давлению,
- абразивную стойкость,
- компактность конструкции,
- возможность замены.

В связи с разнообразием областей применения и тем фактом, что используется относительно простая геометрия, химические и физические свойства являются фактически критическими факторами. Здесь вступает в действие консультационная поддержка компании Parker для разных областей применения, цель которой — помощь в выборе наиболее подходящего для требований пользователя материала из широкого ассортимента доступных синтетических каучуковых компаундов или в выборе устойчивого компромисса для различных требований.

Обычно дефекты явно видны на уплотнительном кольце. Это позволяет внести корректировки, например заменить компаунд.

10.2 Выдавливание в зазор в результате действия давления

Уплотнительное действие кольца круглого сечения достигается благодаря его упругости в сжатом состоянии без давления между двумя зонами уплотнения (рис. 10.1). При нарастании давления уплотнительные кольца ведут себя подобно несжимаемым жидкостям и увеличивают свою контактную силу давления на уплотнения пропорционально давлению (рис. 10.2). С ростом давления все больший объем уплотнительного кольца запрессовывается в зазор уплотнения, срезается — «сдирается» — или подвергается «обрубке» дыханием машины (рис. 10.3).

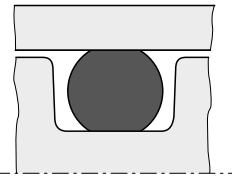


Рис. 10.1 Благодаря своему упругому поведению уплотнительное кольцо оказывает уплотнительное действие в сжатом состоянии без давления между двумя зонами уплотнения.

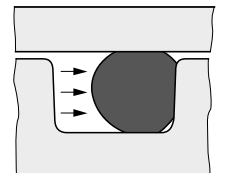


Рис. 10.2 При подаче давления уплотнительное кольцо действует как несжимаемая жидкость, прилагая давление на канавку пропорционально давлению системы.

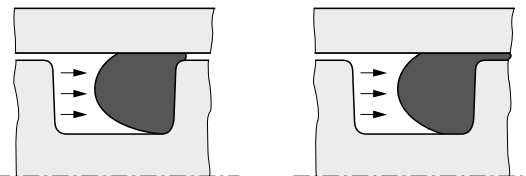


Рис. 10.3 При более высоком давлении все больший объем уплотнительного кольца выталкивается в зазор. Опорное кольцо предотвращает выдавливание в зазор.

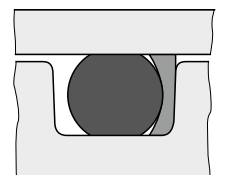


Рис. 10.4 Антиэкструзионное кольцо на стороне без давления предотвращает выдавливание в зазор.

«Содранные» или «обрубленные» поверхности отражают наиболее распространенный дефект уплотнительного кольца круглого сечения. Это является причиной того, что выдавленный объем уплотнительного кольца зажат в зазоре и был вырван из него (рис. 10.5–10.7).



Рис. 10.5 Выдавленное уплотнительное кольцо

10 Анализ повреждений



Рис. 10.6 Выдавленное уплотнительное кольцо



Рис. 10.7 Разорванное уплотнительное кольцо

Выдавливание может возникать в следующих условиях:

- динамическое уплотнение,
- статическое уплотнение с пульсирующим давлением,
- статическое уплотнение с высоким давлением,
- дышащие детали машины,
- слишком широкие зазоры,

Основные причины известны. Необходимость в экономной обработке зачастую ведет к слишком большому допуску и, следовательно, слишком большому зазору. Другой причиной, которая часто остается незамеченной, является склонность крышек, фланцев или цилиндров к изгибанию и, вследствие этого, растягиванию болтов под нагрузкой.

В этих случаях внутреннего сопротивления эластомерной смеси становится недостаточно для более быстрого стягивания, чем у детали машины, которая открывает зазор. Или же превышает стойкость эластомера и части уплотнительного кольца срезаются и выталкиваются в зазор.

Стойкость к выдавливанию может быть оценена при помощи значений модуля упругости при 100 %-ном удлинении (измеренном в Н/мм²). Если значения модуля упругости недоступны, можно использовать твердость в качестве критерия для стойкости к выдавливанию.

Физические свойства (значения напряжений) могут ухудшаться в результате воздействия высоких температур и разбухания.

Повреждение в результате выдавливания также может быть вызвано следующими явлениями:

- слишком мягкий материал уплотнительного кольца;
- физические и (или) химические воздействия (разбухание, изменение твердости и т. д.);
- неравномерность зазоров, вызванная несоосностью;
- острые углы посадочной канавки уплотнительного кольца;
- переполнение канавки;
- материал уплотнительного кольца, который размягчается при более высоких температурах.

Если выдавливание возникает из-за факторов, перечисленных выше, выход из строя можно предотвратить, предприняв следующие меры:

- уменьшение допусков для уменьшения размера зазора;
- установка опорного антиэкструзионного кольца;
- увеличение твердости компаунда уплотнительного кольца;
- проверка совместимости среды;
- ограничение применения допусков, которые ведут к несоосности или замена деталей машины, вызывающих дыхание;
- изменение радиуса канавки (минимум на величину от 0,1 мм до 0,4 мм).

На рис. 10.5 и 10.6 указаны диапазоны, при которых должны использоваться опорные кольца вследствие высокого давления и (или) большого диаметрального зазора. При применении уплотнения возвратно-поступательного типа должны использоваться два опорных кольца.

10.3 Выход из строя из-за остаточной деформации при сжатии

Остаточная деформация при сжатии, частичная или полная потеря упругой памяти эластомера, является другим общим недостатком. Когда уплотнительное кольцо более не может упруго контактировать с зоной уплотнения, его уплотнительное действие исчезает.

Главная причина этого может быть связана с компаундом и условиями эксплуатации.

Упругость материала зависит от состава каучука и рабочей температуры, а также от типа и длительности деформации, свойств старения компаунда и химической стойкости. Уплотнительное действие уплотнительного кольца несомненно зависит от низкой остаточной деформации при сжатии. Остаточная деформация описывает упругое поведение в условиях эксплуатации и в течение срока службы уплотнения (раздел 8.6).

Ухудшение упругих свойств в общем случае может объясняться потерей узлов поперечных связей между цепями молекулы или образованием новых узлов (создаваемых поступлением энергии — затвердеванием). Остаточная деформация при сжатии обычно обратима. При более высоких температурах упругость возвращается и уплотняющая сила действует снова. Это дает точку отсчета для низкотемпературной гибкости эластомера.

Высокая остаточная деформация при сжатии и последующая потеря уплотнительного действия могут быть вызваны следующими причинами:

- низкое качество компаунда;
- неправильная конструкция посадочной канавки (недостаточная или избыточная деформация увеличивает процентное соотношение остаточной деформации при сжатии, см.

раздел 8.6);

- превышение рабочей температурой ожидаемого значения (каучук затвердевает);
- контакт с несовместимой средой.

Появления неисправностей данного типа можно избежать внесением следующих изменений:

выбор эластомера, подходящего для условий эксплуатации;

- использование смеси компаунда высокого качества с низкой остаточной деформацией при сжатии;
- уменьшение воздействия температуры системы на уплотнение;
- уменьшение нагрева от трения;
- проверка материала уплотнительного кольца;
- использование посадочной канавки правильной конструкции посадочной канавки.



Рис. 10.8 Пример повреждения, вызванного высокой остаточной деформацией при сжатии

10.4 Перекрученные уплотнительные кольца, спиральные дефекты

Эти повреждения являются типичными. Внешне они характеризуются отметками спиральной формы или порезами на поверхности уплотнительного кольца, которые обычно ведут к разрушению (рис. 10.9 и 10.10).

Повреждение обычно возникает следующим образом:

В динамических уплотнениях этот дефект может возникнуть из-за изменения сжатия поперечного сечения уплотнительного кольца вследствие потери круглости или несоосности уплотняемых компонентов. Следовательно, части уплотнительного кольца будут скользить, в то время как другие будут вращаться. Это ведет к образованию спиральных отметок или порезам из-за перегибания уплотнительного кольца. Обычно они имеют угол меньше 45°.

- В статических уплотнениях уплотнительное кольцо обычно закручивается во время его установки в канавку. Из-за неблагоприятного отношения между поперечным сечением и внутренним диаметром (большой диаметр и малое поперечное сечение) уплотнительное кольцо вращается в области сборки внутри канавки.



Рис. 10.9 Перекрученное уплотнительное кольцо со спиральными отметками



Рис. 10.10 Перекрученное уплотнительное кольцо с порезами на поверхности

Повреждение может быть вызвано следующими причинами:

- некруглые компоненты сборки;
- несоосные компоненты сборки; очень грубые поверхности;
- отсутствие смазки или плохая смазка;
- слишком мягкий материал уплотнительного кольца (отсутствие размерной стабильности);
- недостаточная скорость хода поршня (смазочная пленка может быть выдавлена);
- ошибка при сборке (уплотнительное кольцо установлено в перевернутом состоянии);
- неблагоприятное соотношение поперечного сечения к внутреннему диаметру.

Появления неисправностей данного типа можно избежать внесением следующих изменений:

- уменьшение отклонения от круглости или несоосности деталей машины;
- уменьшение деформации диаметра поперечного сечения уплотнительного кольца;
- обеспечение наличия смазки;
- улучшение обработки поверхности;
- использование более твердого уплотнительного кольца;
- выбор большего соотношения поперечного сечения к внутреннему диаметру;
- аккуратная сборка с использованием смазочного материала (например, Parker O-Lube или Super-O-Lube).

10.5 Взрывная декомпрессия

Так как все эластомеры проницаемы, газы под давлением будут проникать в уплотнительный материал. Чем выше давление, тем больше газа запрессовывается в уплотнение. Если давление окружающего пространства вокруг уплотнения быстро падает, газ внутри уплотнения расширится и выйдет наружу или произойдет формирование вздутий на поверхности уплотнения. Некоторые из этих вздутий могут разорваться и повредить поверхность. Этот процесс называется взрывной декомпрессией. Подверженность уплотнения повреждению зависит, например, от давления, времени декомпрессии, типа газа, типа компаунда и поперечного сечения уплотнительного кольца. Повреждение редко возникает при давлении ниже 30 бар. Обычно наличие газа CO₂ более вероятно приводит к вздутию и разрушению поверхности, чем в случае с азотом; впрочем, любой сжатый газ может вызвать данный тип разрушения поверхности после внезапной декомпрессии (рис. 10.11).

10 Анализ повреждений



Рис. 10.11 Уплотнительное кольцо, поврежденное взрывной декомпрессией

При возникновении любых признаков таких повреждений решением может послужить использование уплотнительных колец с меньшим поперечным сечением, которое приведет к уменьшению свободной поверхности. Обычно тенденция к вздутию уменьшается при увеличении твердости.

Компаунды с очень высокой степенью проницаемости, например силиконовые компаунды, в случае стремительной декомпрессии выпустят газ изнутри быстрее, чем компаунды с очень низкой степенью газовой проницаемости, такие как бутиловые компаунды.

Следующие компаунды проявляют хорошую стойкость к взрывной декомпрессии: N0552-90 (NBR), KB163-90 (HNBR), V1238-95 (FKM) с NORSOK M-710 и соответствующей сертификацией по стандарту ISO 23936-2.

Меры по предотвращению разрушения уплотнительного кольца взрывной декомпрессией:

- увеличение времени декомпрессии для более медленного выхода газа, проникшего в уплотнение;
- уменьшение поперечного сечения;
- выбор компаунда уплотнительного кольца с хорошей стойкостью к взрывной декомпрессии.

10.6 Истирание

Уплотнительные кольца, используемые в динамических уплотнениях, подвержены трению и, следовательно, истиранию. В контексте этого должна быть принята во внимание следующая взаимосвязь:

- трение пропорционально сжатию поверхности;
- истирание пропорционально трению;
- рост температуры уплотнения пропорционален трению.

Вместе со средой должны рассматриваться индивидуальные параметры для достижения оптимального компромисса. В статических уплотнениях повреждение от истирания может возникнуть в сочетании с очень большим пульсирующим давлением. Пульсирующее давление заставляет уплотнительное кольцо перемещаться внутри канавки, что, в случае плохого качества поверхности, ведет к большому истиранию. Проблема может быть решена уменьшением шероховатости поверхности.



Рис. 10.12 Износ проявляется как расплющивание уплотнительного кольца с одной стороны

10.7 Ошибки при установке

Для обеспечения правильного функционирования уплотнительных колец в течение долгого времени во время сборки следует соблюдать следующие инструкции с целью предотвращения повреждения уплотнений. Ошибки при установке могут возникнуть в следующих ситуациях:

- протягивание уплотнительных колец над острыми краями и резьбами;
- прокладывание камер и отверстий через клапанные блоки;
- использование уплотнительных колец с завышенными размерами в поршнях/цилиндрах;
- использование уплотнительных колец с уменьшенными размерами в уплотнениях штока (установка растянутых уплотнительных колец, «Эффект Джоуля»);
- перекручивание, срезание или обрезка уплотнительного кольца во время сборки;
- сборки без смазки;
- загрязнения.

Следующие меры помогут избежать ошибок при установке:

- стачивание всех острых углов, использование установочных муфт или заклеивание лентой резьбы;
- выполнением входной фаски с углом от 15° до 20°;
- поддержание чистоты во время сборки;
- использование сборочной смазки;
- проверка размера уплотнительного кольца перед сборкой;
- аккуратная сборка.

Следуйте также указаниям по сборке в разделе 2.

11.1 Стандарты

11.1.1 Стандарты уплотнительных колец круглого сечения

Промышленные стандарты Германии

DIN ISO 3601-1: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 1. Внутренние диаметры, поперечные сечения, допуски и коды обозначений (ISO 3601-1:2012 + корр. 1:2012).

DIN 3771-1: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения.

Данный стандарт содержит размеры и допустимые отклонения уплотнительных колец круглого сечения с особой точностью для общих условий применения в гидравлических системах (заменено стандартом DIN ISO 3601-1).

DIN ISO 3601-2: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 2. Размеры посадочных мест под уплотнения для общих применений (ISO 3601-2:2008).

DIN 3771-2: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения.

Испытание, маркировка.

Этот стандарт применяется к уплотнительным кольцам круглого сечения согласно DIN 3771, часть 1 «Испытание и маркировка» (заменено стандартом DIN ISO 3601-2)

DIN ISO 3601-3: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 3. Критерии качества при приемке (ISO 3601-3:2005).

DIN 3771-3: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения.

Область применения, материалы. Данный стандарт охватывает материалы, их диапазон твердости и области применения уплотнительных колец круглого сечения согласно DIN 3771 -1 (заменено стандартом DIN ISO 3601-3)

DIN ISO 3601-4: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 4. Кольца для защиты уплотнительного элемента от выдавливания (опорные кольца) (ISO 3601-4:2008).

DIN 3771-4: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Критерии качества при приемке. Обработка и форма поверхностей. Данный стандарт охватывает приемочные критерии для формы и обработки поверхности (заменено стандартом DIN ISO 3601-4)

Стандарты авиационной промышленности Германии

DIN 65202: Изделия для аэрокосмической отрасли. Эластомерные уплотнительные кольца круглого сечения. Размеры. В данном стандарте указаны размеры и предельные отклонения для уплотнительных колец круглого сечения (тороидальных уплотнительных колец) специальной размерной точности, преимущественно для использования в аэрокосмической отрасли.

DIN 65203: Изделия для аэрокосмической отрасли. Эластомерные уплотнительные кольца круглого сечения. Технические характеристики.

Международные стандарты

ISO 3601-1: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 1. Внутренние диаметры, поперечные сечения, допуски и коды обозначений.

ISO 3601-3: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 3. Критерии качества при приемке.

ISO 3601-5: Гидравлические системы. Уплотнительные кольца круглого сечения. Часть 5. Пригодность эластомерных материалов для промышленных применений.

Соединенное Королевство

BS 1806: Указывает размеры (в дюймах) для внутренних диаметров и поперечных сечений, допустимые отклонения и зазоры. Размеры уплотнительного кольца круглого сечения идентичны серии Parker 2-xxx. В таблице 11.1 приведены перекрестные ссылки между различными техническими характеристиками европейских стандартов уплотнительных колец круглого сечения.

BS 4518: Указывает размеры, отклонения и зазоры, для которых диаметры поперечного сечения имеют следующую сортировку: 1,6, 2,4, 3,0, 5,7 и 8,4 мм.

Франция

Французские стандарты основываются на предложениях для ISO 3601, части 1–3.

NF-T-47-501 является аналогом ISO 3601, часть 1.

NF-T-47-502 является аналогом ISO 3601, часть 2.

NF-T-47-503 является аналогом ISO 3601, часть 3.

Французские коды для заказа R1–R27 идентичны размерам Parker от 5-578 до 5-606. Коды от R 28 вплоть до R 88 идентичны размерам Parker от 2-325 до 2-349 и от 2-425 до 2-460. Более подробная информация содержится в перекрестных ссылках европейских кодов уплотнительных колец круглого сечения, таблица 11.1.

11 Приложение

Италия

В UNI существует Комитет уплотнений и стандартизации шлангов, который занимается итальянской стандартизацией уплотнительных колец круглого сечения. Промышленность продолжает использовать американскую стандартную спецификацию AS 568 B. В некоторых областях используются французские коды от R1 до R88.

Швеция

Уплотнительные кольца круглого сечения стандартизируются нормами **SMS 1586**, военными стандартами Швеции. Рекомендуется использовать поперечные сечения размером 1,6 / 2,4 / 3,0 / 5,7 и 8,4 мм.

США

AS 568 B: Аэрокосмический стандарт, опубликованный SAE (Ассоциация инженеров автомобилестроения), в котором указываются размеры и допуски.

Диаметры поперечного сечения соответствуют ISO 3601-1 и DIN 3771, часть 1 (в пределах нескольких сотых миллиметра). Стандарт AS 568 B связан с кодом размера, который соответствует стандартным размерам уплотнительных колец круглого сечения Parker серии 2-xxx и 3-xxx. В таблице 11.1 приведены перекрестные ссылки между обозначениями и размерами уплотнительных колец, используемыми в Европе.

11.1.2 Другие стандарты

DIN 7716: Изделия из каучука и резины. Требования к хранению, очистке и уходу.

DIN 9088: Изделия для аэрокосмической отрасли. Срок хранения каучуковой продукции.

DIN 24320: Жидкости трудновоспламеняемые. Группы HFAE и HFAS для гидравлических установок. Свойства и технические требования.

DIN 51524-1: Рабочие жидкости. Масла гидравлические. Часть 1. Гидравлические масла типа HL. Минимальные требования.

DIN 51524-2: Рабочие жидкости. Масла гидравлические. Часть 2. Гидравлические масла типа HLP. Минимальные требования.

DIN 51525: Гидравлические жидкости. Гидравлические масла типа HLP. Минимальные требования (заменено стандартом DIN 51524-2).

DIN EN 590: Автомобильное топливо. Дизельное топливо. Требования и методы испытаний. Версия Германии EN 590:2009+A1:2010.

DIN 51601: Жидкое топливо. Дизельное топливо. Минимальные требования (заменено стандартом DIN EN 590).

DIN 51603-1: Жидкое топливо. Топочный мазут. Часть 1. Топочный мазут типа EL. Технические характеристики.

DIN 51603-3: Жидкое топливо. Топочный мазут. Часть 3. Топочный мазут типа S. Минимальные требования.

DIN 51603-4: Жидкое топливо. Топочный мазут. Часть 4. Топочный мазут типа R. Минимальные требования.

DIN 53603-5: Жидкое топливо. Топочный мазут. Часть 5. Топочный мазут типа SA. Минимальные требования.

DIN 53504: Испытания каучука. Методы определения стойкости при растяжении на разрыв, стойкости при растяжении на текучесть, удлинения при разрыве и значений напряжения в испытаниях растяжения.

DIN 53512: Испытания каучука. Методы определения упругости при отскоке (маятник Шоба).

DIN ISO 4649: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение стойкости к истиранию при помощи вращающегося цилиндрического барабана (ISO 4649:2010).

DIN 53516: Испытание каучуков и эластомеров. Определение стойкости к истиранию (заменено стандартом DIN ISO 4649).

DIN ISO 132: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение гибкого растрескивания и роста трещин (Де-Маттия) (ISO 132:2005).

DIN 53522: Испытание каучуков и эластомеров. Продолжительное испытание на продольный изгиб (заменено стандартом DIN ISO 132).

DIN ISO 13226: Каучук. Эталонные эластомеры (SRE) для определения влияния жидкостей на вулканизированный каучук (ISO 13226:2005).

DIN 53538: Испытание эластомера. Эталонные эластомеры. Характеристики воздействия продуктов из минерального масла на вулканизаторы нитрильного каучука (заменено стандартом DIN ISO 13226).

DIN 53545: Определение низкотемпературного поведения эластомеров. Принципы и методы испытаний.

DIN ISO 34-1: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение стойкости к износу. Часть 1. Надрезанные, угловые и серповидные испытательные образцы (ISO 34-1:2004). Поправка в стандарт DIN ISO 34-1:2004-07.

DIN ISO 48: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение твердости (твердость от 10 IRHD до 100 IRHD) (ISO 48:2007).

DIN ISO 815-1: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение остаточной деформации при сжатии. Часть 1. Температура окружающей среды и высокие температуры (ISO 815-1:2008).

DIN ISO 815-2: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение остаточной деформации при сжатии. Часть 2. Низкие температуры (ISO 815-2:2008).

DIN EN 10204: Изделия металлические. Типы актов приемочно-го контроля. Версия Германии EN 10204:2004.

DIN ISO 1183-2: Пластмассы. Методы определения плотности непористых пластмасс. Часть 2. Способ градиентной колонки плотности (ISO 1183-2:2004). Версия Германии EN ISO 1183-2:2004.

DIN ISO 1629: Каучуки и латексы. Номенклатура (ISO 1629:1995).

DIN ISO 1817: Каучук вулканизированный. Определение стойкости к воздействию жидкостей (ISO 1817:2005).

DIN ISO 2285: Каучук вулканизированный или термопластичный. Определение остаточного удлинения при постоянном удлинении, а также остаточного удлинения, удлинения и ползучести при постоянной растягивающей нагрузке (ISO/DIS 2285:2012).

DIN ISO 2859-1: Процедуры выборочного контроля по качественным признакам. Часть 1. Схемы выборочного контроля по приемлемому пределу качества (AQL) для последовательного контроля партий (ISO 2859-1:1999, включая техническое исправление 1:2001). Поправка к стандарту DIN ISO 2859-1:2004-01.

DIN ISO 3302-1: Каучук. Допуски на изделия. Часть 1. Размерные допуски (ISO 3302-1:1996).

VDMA 24317: Гидравлические системы. Огнестойкие гидравлические жидкости. Минимальные технические требования.

LN 9214: Изделия для аэрокосмической отрасли. Тороидальные уплотнительные кольца для непаянных трубных фитингов с соединительными муфтами, без развальцовки.

ASTM D 395: Стандартные методы испытаний свойств каучука. Остаточная деформация при сжатии.

ASTM D 412a: Стандартные методы испытаний вулканизированного каучука и термопластичных эластомеров. Натяжение.

ASTM D 471a: Стандартные методы испытаний свойств каучука. Воздействие жидкостей.

ASTM D 1329: Стандартный метод испытания для оценки свойства каучука. Стягивание при низких температурах (испытание TR).

11.2 Перекрестные ссылки для размеров

№ Parker	MIL-P-5516, Класс B	B.S. 1806	№ кода Великоб- ритании	№ кода Франции
№	№	№		
2-004	-	-004	-	-
2-005	-	-005	-	-
2-006	AN6227B-1	-006	R. 101	AN-1
2-007	AN6227B-2	-007	R. 102	AN-2
2-008	AN6227B-3	-008	R. 103	AN-3
2-009	AN6227B-4	-009	R. 104	AN-4
2-010	AN6227B-5	-010	R. 105	AN-5
2-011	AN6227B-6	-011	R. 107	AN-6
2-012	AN6227B-7	-012	R. 110	AN-7
2-013	-	-013	-	-
2-014	-	-014	-	-
2-015	-	-015	-	-
2-016	-	-016	-	-
2-017	-	-017	-	-
2-018	-	-018	-	-
2-019	-	-019	-	-
2-020	-	-020	-	-
2-021	-	-021	-	-
2-022	-	-022	-	-
2-023	-	-023	-	-
2-024	-	-024	-	-
2-025	-	-025	-	-
2-026	-	-026	-	-
2-027	-	-027	-	-
2-028	-	-028	-	-
2-110	AN6227B-8	-110	R. 111	AN-8
2-111	AN6227B-9	-111	R. 113	AN-9
2-112	AN6227B-10	-112	R. 116	AN-10
2-113	AN6227B-11	-113	R. 118	4N-11
2-114	AN6227B-12	-114	R. 120	AN-12
2-115	AN6227B-13	-115	R. 122	AN-13
2-116	AN6227B-14	-116	R. 124	AN-14
2-117	-	-117	R. 127	-
2-118	-	-118	R. 130 ¹⁾	-
2-119	-	-119	R. 132 ¹⁾	-
2-120	-	-120	-	-
2-121	-	-121	-	-
2-122	-	-122	-	-
2-123	-	-123	-	-
2-124	-	-124	-	-
2-125	-	-125	-	-
2-126	-	-126	-	-

11 Приложение

№ Parker	MIL-P-5516, Класс В	B.S. 1806	№ кода Великоб- ритании	№ кода Франции
	№	№		
2-127	-	-127	-	-
2-128	-	-128	-	-
2-129	-	-129	-	-
2-130	-	-130	-	-
2-131	-	-131	-	-
2-132	-	-132	-	-
2-133	-	-133	-	-
2-134	-	-134	-	-
2-135	-	-135	-	-
2-136	-	-136	-	-
2-137	-	-137	-	-
2-138	-	-138	-	-
2-139	-	-139	-	-
2-140	-	-140	-	-
2-141	-	-141	-	-
2-142	-	-142	-	-
2-143	-	-143	-	-
2-144	-	-144	-	-
2-145	-	-145	-	-
2-146	-	-146	-	-
2-147	-	-147	-	-
2-148	-	-148	-	-
2-149	-	-149	-	-
2-210	AN6227B-15	-210	R. 125	AN-15
2-211	AN6227B-16	-211	R. 126	AN-16
2-212	AN6227B-17	-212	R. 129	AN-17
2-213	AN6227B-18	-213	R. 131	AN-18
2-214	AN6227B-19	-214	R. 133	AN-19
2-215	AN6227B-20	-215	R. 135	AN-20
2-216	AN6227B-21	-216	R. 136	AN-21
2-217	AN6227B-22	-217	R. 137	AN-22
2-218	AN6227B-23	-218	R. 138	AN-23
2-219	AN6227B-24	-219	R. 139	AN-24
2-220	AN6227B-25	-220	R. 140	AN-25
2-221	AN6227B-26	-221	R. 141	AN-26
2-222	AN6227B-27	-222	R. 142	AN-27
2-223	AN6230B-1	-223	R. 146 ¹⁾	-
2-224	AN6230B-2	-224	R. 149 ¹⁾	-
2-225	AN6230B-3	-225	R. 152 ¹⁾	-
2-226	AN6230B-4	-226	R. 155 ¹⁾	-
2-227	AN6230B-5	-227	R. 158 ¹⁾	-
2-228	AN6230B-6	-228	R. 161 ¹⁾	-
2-229	AN6230B-7	-229	R. 164 ¹⁾	-
2-230	AN6230B-8	-230	R. 167 ¹⁾	-

№ Parker	MIL-P-5516, Класс В	B.S. 1806	№ кода Великоб- ритании	№ кода Франции
	№	№		
2-231	AN6230B-9	-231	R. 170 ¹⁾	-
2-232	AN6230B-10	-232	R. 173 ¹⁾	-
2-233	AN6230B-11	-233	R. 176 ¹⁾	-
2-234	AN6230B-12	-234	-	-
2-235	AN6230B-13	-235	-	-
2-236	AN6230B-14	-236	-	-
2-237	AN6230B-15	-237	-	-
2-238	AN6230B-16	-238	-	-
2-239	AN6230B-17	-239	-	-
2-240	AN6230B-18	-240	-	-
2-241	AN6230B-19	-241	-	-
2-242	AN6230B-20	-242	-	-
2-243	AN6230B-21	-243	-	-
2-244	AN6230B-22	-244	-	-
2-245	AN6230B-23	-245	-	-
2-246	AN6230B-24	-246	-	-
2-247	AN6230B-25	-247	-	-
2-248	AN6230B-26	-248	-	-
2-249	AN6230B-27	-249	-	-
2-250	AN6230B-28	-250	-	-
2-251	AN6230B-29	-251	-	-
2-252	AN6230B-30	-252	-	-
2-253	AN6230B-31	-253	-	-
2-254	AN6230B-32	-254	-	-
2-255	AN6230B-33	-255	-	-
2-256	AN6230B-34	-256	-	-
2-257	AN6230B-35	-257	-	-
2-258	AN6230B-36	-258	-	-
2-259	AN6230B-37	-259	-	-
2-260	AN6230B-38	-260	-	-
2-261	AN6230B-39	-261	-	-
2-262	AN6230B-40	-262	-	-
2-263	AN6230B-41	-263	-	-
2-264	AN6230B-42	-264	-	-
2-265	AN6230B-43	-265	-	-
2-266	AN6230B-44	-266	-	-
2-267	AN6230B-45	-267	-	-
2-268	AN6230B-46	-268	-	-
2-269	AN6230B-47	-269	-	-
2-270	AN6230B-48	-270	-	-
2-271	AN6230B-49	-271	-	-
2-272	AN6230B-50	-272	-	-
2-273	AN6230B-51	-273	-	-
2-274	AN6230B-52	-274	-	-

№ Parker	MIL-P-5516, Класс В	B.S. 1806	№ кода Великоб- ритании	№ кода Франции
№	№	№		
2-325	AN6227B-28	-325	R. 143	R-28
2-326	AN6227B-29	-326	R. 145	R-29
2-327	AN6227B-30	-327	R. 148	R-30
2-328	AN6227B-31	-328	R. 151	R-31
2-329	AN8227B-32	-329	R. 154	R-32
2-330	AN6227B-33	-330	R. 157	R-33
2-331	AN6227B-34	-331	R. 160	R-34
2-332	AN6227B-35	-332	R. 163	R-35
2-333	AN6227B-36	-333	R. 166	R-36
2-334	AN6227B-37	-334	R. 169	R-37
2-335	AN6227B-38	-335	R. 172	R-38
2-336	AN6227B-39	-336	R. 175	R-39
2-337	AN6227B-40	-337	R. 179	R-40
2-338	AN6227B-41	-338	R. 180	R-41
2-339	AN6227B-42	-339	R. 182	R-42
2-340	AN6227B-43	-340	R. 183	R-43
2-341	AN6227B-44	-341	R. 184	R-44
2-342	AN8227B-45	-342	R. 186	R-45
2-343	AN6227B-46	-343	R. 187	R-46
2-344	AN6227B-47	-344	R. 188	R-47
2-345	AN6227B-48	-345	R. 190	R-48
2-346	AN6227B-49	-346	R. 191	R-49
2-347	AN6227B-50	-347	R. 192	R-50
2-348	AN6227B-51	-348	R. 194	R-51
2-349	AN6227B-52	-349	R. 195	R-52
2-425	AN6227B-88	-425	R. 196	R-53
2-426	AN6227B-53	-426	R. 198	R-54
2-427	AN6227B-54	-427	R. 200	R-55
2-428	AN6227B-55	-428	R. 202	R-56
2-429	AN6227B-56	-429	R. 205	R-57
2-430	AN6227B-57	-430	R. 207	R-58
2-431	AN6227B-58	-431	R. 209	R-59
2-432	AN6227B-59	-432	R. 212	R-60
2-433	AN6227B-60	-433	R. 214	R-61
2-434	AN6227B-61	-434	R. 216	R-62
2-435	AN6227B-62	-435	R. 218	R-63
2-436	AN6227B-63	-436	R. 220	R-64
2-437	AN6227B-64	-437	R. 222	R-65
2-438	AN6227B-65	-438	R. 224	R-66
2-439	AN6227B-66	-439	R. 227	R-67
2-440	AN6227B-67	-440	R. 230	R-68
2-441	AN6227B-68	-441	R. 232	R-69
2-442	AN6227B-69	-442	R. 234	R-70
2-443	AN6227B-70	-443	R. 236	R-71

№ Parker	MIL-P-5516, Класс В	B.S. 1806	№ кода Великоб- ритании	№ кода Франции
№	№	№		
2-444	AN6227B-71	-444	R. 238	R-72
2-445	AN6227B-72	-445	R. 240	R-73
2-446	AN6227B-73	-446	R. 242	R-74
2-447	AN6227B-74	-447	R. 244	R-75
2-248	AN6227B-75	-248	R. 246	R-76
2-249	AN6227B-76	-249	R. 248	R-77
2-450	AN6227B-77	-450	R. 250	R-78
2-451	AN6227B-78	-451	R. 252	R-79
2-452	AN6227B-79	-452	R. 254	R-80
2-453	AN6227B-80	-453	R. 256	R-81
2-454	AN6227B-81	-454	R. 257	R-82
2-455	AN6227B-82	-455	R. 258	R-83
2-456	AN6227B-83	-456	R. 259	R-84
2-457	AN6227B-84	-457	R. 260	R-85
2-458	AN6227B-85	-458	R. 261	R-86
2-459	AN6227B-86	-459	R. 262	R-87
2-460	AN6227B-87	-460	R. 263	R-88

Таб. 11.1 Список перекрестных ссылок для европейских кодов и размеров уплотнительных колец

11 Приложение

№ Parker	№ кода Великобритании
5-052	R. 106 ¹⁾
5-612	R. 108
2-110	R. 109 ¹⁾
5-614	R. 112
5-613	R. 114
5-615	R. 115
5-616	R. 117
5-243	R. 119 ¹⁾
5-617	R. 121
5-256	R. 123 ¹⁾
2-117	R. 128
5-618	R. 134 ¹⁾
5-321	R. 144
5-332	R. 147
5-035	R. 150 ¹⁾
5-701	R. 153
5-037	R. 156 ¹⁾
5-702	R. 162
5-039	R. 165 ¹⁾
5-703	R. 168
5-361	R. 171 ¹⁾
5-704	R. 174
5-705	R. 177
2-350	R. 199 ¹⁾
2-351	R. 201 ¹⁾
2-352	R. 203 ¹⁾
2-353	R. 206 ¹⁾
2-354	R. 208 ¹⁾
2-355	R. 210 ¹⁾
2-356	R. 213 ¹⁾
2-357	R. 215 ¹⁾
2-358	R. 217 ¹⁾
2-359	R. 219 ¹⁾
2-360	R. 221 ¹⁾
5-064	R. 226 ¹⁾
5-434	R. 233 ¹⁾
5-445	R. 241 ¹⁾
5-474	R. 253 ¹⁾

Таб. 11.2 Коды и размеры уплотнительных колец, № Parker и № кода Великобритании

№ Parker	№ кода Франции
5-578	R-1
5-579	R-2
5-580	R-3
5-581	R-4
5-582	R-5
5-583	R-5a
5-584	R-6
5-585	R-6a
5-586	R-7
5-587	R-8
5-588	R-9
5-589	R-10
5-590	R-11
5-591	R-12
5-592	R-13
5-593	R-14
5-594	R-15
5-595	R-16
5-596	R-17
5-597	R-18
5-598	R-19
5-599	R-20
5-600	R-21
5-601	R-22
5-602	R-23
5-603	R-24
5-604	R-25
5-605	R-26
5-606	R-27

¹⁾ Эти уплотнительные кольца немного отличаются по размеру, но это не влияет на их использование для большинства условий применения.
Таб. 11.3 Коды и размеры уплотнительных колец, № Parker и № кода Франции

11.3 Таблица совместимости сред

Рекомендации касательно стойкости к среде основываются на доступном в данный момент опыте испытаний и эксплуатационных данных непосредственного применения и предназначены для использования в качестве предложений для технических решений. Следовательно, потребители несут прямую ответственность за тестирование и согласование применимости инженерных разработок для конкретных условий эксплуатации. Компания Parker не предоставляет общих гарантий в отношении формы, обстоятельств установки или функционирования изделия в любых условиях применения.

¹⁾ Степень совместимости:

1 = удовлетворительная, 2 = слабая (частичная), 3 = условная,
4 = неудовлетворительная, пустое место = недостаточно данных.

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение											только статическое				
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
A																	
Сточные воды	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2	1	1	1	1
Альдегид уксусной кислоты	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3	4	2
Ацетамид	C0557-70	1	1	1	3	1	1	1	4	4	4	2	4	4	2	1	2
Ацетоуксусный эфир	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	3	4	4	2	3	3	4	4	2
Ацетон	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4
Ацетофенон	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	3
Ацетилацетон	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Ацетилхлорид	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	3
Ацетилен	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2
Акрилонитрил	V3819-75	4	4	4	4	1	1	3	4	4	4	4		4	4	4	3
Этилакрилат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2
AdBlue®, водный раствор карбамида	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
AdBlue®, водный раствор карбамида	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
Адипиновая кислота, водная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	2
Аэро Lubriplate®	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2
Смазочный материал Aero Shell 17	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Aero Shell 750	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Смазочный материал Aero Shell 7A	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Жидкость Aero Shell Fluid 4 (41)	N0756-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Aero Shell IAC	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	1	1	2
Aerosafe 2300	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Aerosafe 2300W	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Аэрозин 50 (50 % гидразин, 50 % UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	4		4	1	4	4	4	4	4
Раствор каустической соды, щелочь	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2
Алюмокалиевые квасцы	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1		1
Альдегид, бутаналь	V8920-75	4	4	3	4		1	4	4	4	4	4	4	4		4	4
Щелочь, каустическая сода	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2
Алказен (R) (дибромметилбензол)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Ацетат алюминия, водный	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	3	4	4	1		1	3	4	4
Хлорид алюминия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Фторид алюминия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Нитрат алюминия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Фосфат алюминия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Сульфат алюминия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	4	1	1	1	1		1
Бромид алюминия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Ambrex 33 (текучий)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	3	4
Ambrex 830 (текучий)	N0674-70	1	1	3	1	1	1	2	4	1	1	3	4	4	2	1	2
Муравьиная кислота (метановая кислота)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	3		4	1		3		4	
Метилловый эфир муравьиной кислоты	C0557-70	4	4	2		2	1	2	4			2	4	4	2		
Аминовая смесь	C0557-70	4	4	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	4	4	2
Аммиак, жидкий, безводный	C0557-70	1	2	1	4	3	1	1	4	4	4	1	4	4	4	4	2
Аммиак, газообразный, горячий	C0557-70	1	4	1	4	4	1	1	4	4	4	4		4	3	4	2
Аммиак, газообразный, холодный	C0557-70	1	1	1	4	3	1	1	1	4	4	1		1	1	4	1
Карбонат аммония, водный	C0557-70	2	2	1	3	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Хлорид аммония	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Хлорид аммония, 2-молярный раствор	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1	1		
Хлорид аммония, водный	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Хлорид аммония, 3-молярный раствор	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	2	4	4	1	2	2	1	1	1
Гидроксид аммония, концентрированный	E0540-80	4	4	1	3	2	1	1	3	4	4	1	3	3	1	1	1
Нитрат аммония	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1	4		1			1		
Нитрат аммония, 2-молярный раствор	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1	4		1			1		
Персульфат аммония	E0540-80	4	4	1		1	1	1	4	4	4	1		4			
Персульфат аммония, водный	E0540-80	4	4	1	3	1	1	1	4	4	4	1		4	1	1	1
Раствор персульфата аммония	E0540-80	4	4	1		1	1		4	4	4	1		1			
Фосфат аммония	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1		1	1		1
Фосфат аммония, первичный	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1		1	1		1
Соли аммония	N0674-70	1	1	1	3	1	1	1	1	3		1		1	1	3	1
Сульфат аммония	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4		1	1	1	1		
Сульфид аммония	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	2	4		1	1	1	1		
Амилхлорнафтален	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		
Амилацетат	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		3	4	4	4
Амиловый спирт	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	3
Борноамиловый эфир	N0674-70	1	1	4		1	1	1	4			4	4	4			
Амилхлорид	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Амилнафтален	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Гидравлическая жидкость AN-O-366	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Гидравлическая жидкость AN-W-O-366b	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Anderol, L774 (диэфир)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Anderol, L826	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Anderol, L829	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2
Ang-25 (диэфирное основание) (TG 749)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	2
Ang-25 (эфир глицерина)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Анилиновый краситель	E0540-80	4	4	2	2	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3
Анилиновый гидрохлорид	E0540-80	2	2	2	2	1	1	4	3	4	4	2	4	2	4	2	3
Анилиновое масло (анилин)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	3	4	4	1		3	4	1	1
Эфир Ansul 161 или 181	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4
Яблочная кислота	V8892-70	1	1		1	1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2
Аргон	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aroclor, 1248	V0747-75	3	3	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	2
Aroclor, 1254	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	2	3
Aroclor, 1260	V0747-75	1	1		1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	1
Ароматическое топливо 50 % (топливо C)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Мышьяковая кислота (хлорид мышьяка), водный	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Аскорбиновая кислота	V3819-75					1	1										
Аскариды (например, clophen, PCB, aroclor, nepolin)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Битум	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4
Масло № 1 по ASTM	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	3	4		4	1	1	1
Масло № 2 по ASTM	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3
Масло № 3 по ASTM	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4
Масло № 4 по ASTM	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Эталонное топливо A ASTM	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Эталонное топливо В ASTM	N0674-70	2	1	4	1	1	1	4	4	4	3	4		4	4	1	4
Эталонное топливо С ASTM	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Масло ATF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3		4
Масло ATF	AE607-60	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4			
Масло ATF	AE608-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4			
Масло ATF	A8845-70	1	2	4	1	1	1		4	1		4	4	4			
ATL-857	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Жидкость Atlantic dominion F	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Aurex 903R (текучий)	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4
В																	
Bardol В	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Сульфид бария	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	1	1	1	1
Хлорид бария, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Гидроксид бария, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Соли бария	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Хлопковое масло	N0674-70	1	1	3	1	1	1	4	4	1	2	1		4	4		4
Bayol 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Bayol D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	4
Травильный раствор	V3738-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Бензальдегид (масло горького миндаля)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1
Бензин	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Бензойная кислота, водная	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Бензоат (бензилбензоат)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	1	
Метилбензоат	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Бензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Бензолсульфоновая кислота, 10 %	V0747-75				1	1	1	1							1	3	
Бензофенон	V0747-75			3	1	1	1		4	4	4	3		4		1	
Бензоилхлорид	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1	
Бензиолбензоат (бензоат)	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	4	4	1	
Бензиловый спирт	V0747-75	4	4	1	1	1	1	3	2	4	4	1		2	3	1	1
Бензилхлорид	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Янтарная кислота	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Пиво	E8743-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Пивное сусло	N8551-75	1	1	3	1	1	1			4	4			4		2	1
Бисульфатная щелочь	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	2	2
Жидкость Black point 77	N0674-70	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
Доменный газ	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4		1		3	1	3	
Белильная известь (смесь гипохлорита, хлорида и гидроксида кальция)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4
Белильный раствор	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4			1		4	1	2	2
Нитрат свинца	N0674-70	1	1	1		1	1	1	1			1	1	1	4	1	2
Сульфат свинца	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1	2
BlowBy конденсат / уксусная кислота (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8892-70	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
BlowBy конденсат / уксусная кислота (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8722-75	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
BlowBy конденсат / уксусная кислота (Ph1, Ph2, Ph3, Ph9)	V8855-60	2	2	4	1	1	1					4	4	4			
Буровое масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Бура	E0540-80	2	2	1	1	1	1	4	2	2	1	1	2	2	4	2	2

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Бура, водная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Бордосская жидкость	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2
Борсодержащая жидкость (HEF)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Борная кислота, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	3
Бренди, соковая вода	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Bray GG-130	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Brayco 719-R (W-H-910)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2		4	4	2	2	2	2	2	2
Brayco 885 (MIL-L-6085A)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	4
Brayco 910	E0540-80	2	2	1	4			2	2	3	3	1	1	1	1	4	4
Тормозная жидкость	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	3
Тормозная жидкость (гликоль)	E0540-80	2	3	1	4	1	1	3	1	4	4	1		1	3	4	3
Bret 710	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	3	3	1	1	1	1	4	4
Бромин, жидкий	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Бромбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Бромхлорметан	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4
Бромхлортрифторэтан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Бромная вода, насыщенная	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Бромоводородная кислота, 40 %	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4	4	4	1	4	1	1	3	4
Бромоводородная кислота, водная	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	4	4	1		3	1	4	4
Бункерное топливо (для бункерного топлива C: FKM)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3
Бутадиен (мономер)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4		4	1	4
Бутан, бутановый газ	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1	4
Бутан, 2,2-диметил-	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4
Бутанол (N-бутиловый спирт)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2		1	1	2	4
Бутанол (метилэтилкетон, МЕК)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Масло	N8551-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	1
Масляная кислота	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4		4		
Бутират	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1	
Бутилацетат	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4
Бутилацетилрицинолеат	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	4			1				3	
Бутилакрилат	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4	
Бутиловый спирт (бутанол)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	4	4	2	1	1	1	1	2
Бутиламин	S0604-70	3	3	4	4		1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
n-бутилбензоат	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1	
Бутилкатехин	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4		2	2	4	2	1	
Бутилкарбитол	E0540-80	4	4	1	3	1	1	3	4	4		1	4	4	4	4	4
Бутилгликолевые адипаты	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
n-бутилэфир	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4
Бутилен (бутен)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	2	4
Бутилгликоль	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4	
Бутилгликоль адипат	E0540-80	4	4	2	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
Бутилмеркаптан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4
Бутилпарабен	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	2	
Бутилстеарат	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2	
Бутиальдегид	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4
C																	

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение											только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Калгон (метафосфат натрия)	N0674-70	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1	
Соли кальция	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Ацетат кальция, водный	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	4	4	1		1	1	4	1
Ацетат кальция	E0540-80	2	2	1	4	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4
Бисульфит кальция	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	4	4	4	1	1	1
Карбонат кальция	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	1	1
Хлорид кальция, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Цианид кальция	N0674-70	1	1	1		1	1	1			1	1	1	1		1
Гидроксид кальция, водный	N0674-70	1	1	1	3	1	2	1	4	4	1		1	1	1	1
Гипохлорид кальция	E0540-80	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	1	
Гипохлорит кальция	E0540-80	2	2	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2
Гипохлорид кальция, 15 %	E0540-80	4	4	1	1	1	3		4	4	1		1	1	4	4
Нитрат кальция (кальциевая селитра)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Фосфат кальция, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Силикат кальция	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
Сульфид кальция	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1
Сульфит кальция	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1
Тиосульфат кальция	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1
Калихильевый раствор (чилийская селитра)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Камфорное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Каприлальдегид (гексанал)	E0540-80			2	4	1			4	4	2	2	2		4	2
Карбаматы	V3819-75			2	2	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1	
Карбитол (моноэтиловый эфир диэтиленгликоля)	E0540-80	2	2	2	2	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Карболовая кислота (фенол)	V0747-75	4	4	3	1	1	4	4			3		4	4	1	4
Касторовое масло	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
Cellosolve® (этиловый эфир этиленгликоля)	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Cellosolve, бутил	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Целлозольвацетат	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Celluguard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	1	1	1	1	1	1
Cellulube 90, 100, 150, 220, 300, 500	E0540-80	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1
Cellulube A60 (сейчас: Fyrquel)	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	
Cellutherm 2505A	V0747-75	2	2	4	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Цетан (гексадекан)	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4
Хлорацетон	E0540-80	4	4	1	4	1	3				3		3	3	4	
Chlorax	V0747-75	2	2	2	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1	
Хлорбензол (моноклорбензол)	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Хлорбромметан	V0747-75	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	4
Хлорбутадиен (хлоропрен)	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4			4		4		3	
Хлордан	V0747-75	2	2	4	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4
Хлордекан	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Диоксид хлора	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Диоксид хлора, 8 % Cl как NaClO2 в растворе	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Хлорододекан	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Хлоруксусная кислота	E0540-80	4	4	2	4	2	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Хлорэтилацетат	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Хлорэкстол	V0747-75	2	2	4	1	1	2	4	2	4	4	4	4	4	2	4

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение														только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ			
Хлорный газ, мокрый	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	4		
Хлорный газ, сухой	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	2	4		
Хлорированные растворители, мокрые	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Хлорированные растворители, сухие	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4		
Хлорированная (соленая) морская вода	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	2	2	2	1	4		
Хлорид калия, калийный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Этилхлорформат	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
Хлорнафтален	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4		3	4		
Хлороформ (трихлорметан)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4		
Хлорокс	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	4	4	4	2	4	4	2	1			
Хлорфенол (о-хлорфенол)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4		
Хлористая сера	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	1	3		
Хлорсульфоновая кислота, 10 %	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4		
Хлортолуол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4		
Соляная кислота, 3 моль	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2		1	3	3	2	2	4		
Соляная кислота, концентрированная	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4		
Хромовая ванна (гальваническое покрытие)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4		4	4		4	3	3	3		
Хромалюм	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1		1		
Оксид хрома 88 % вл., водный раствор	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	1	2	2		
Хромовая кислота, 50 %	V3738-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	2	3	3		
Масло для легкой промышленности Circo	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4		
City Service cool motor aplar, масло 140-E.P. смазочн.	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4		
City Service № 65, 120, 250	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4		
City Service Pacemaker № 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4		
CNG (сжатый природный газ)	N3987-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4		
CNG (сжатый природный газ)	N8888-70	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4		
CNG (сжатый природный газ)	V8877-75	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4		
CNG (сжатый природный газ)	V8802-80	1	2	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	3	4		
Отдушка колы (Coca Cola)	E8743-70	3	3	1	4	1	1									2	1		
Каламиин (этаноламин)	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2		
Convelex 10	V3819-75	4	4			1	1	4	4		2	4	4	4	4		4		
Coolanol 45 (Monsanto)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4		
Coolanol (Monsanto), силиконовое масло	V0747-75	1	1	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	2	2	4		
Кумен (изопропилбензол)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4		
Синильная кислота	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	1	2	3		
Циклогексан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4		4	4	1	4		
Циклогексанол	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4			4	4	4	2	1	4		
Циклогексанон	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4		
р-кумен	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4		
D																			
Декалин (уайт-спирит)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4		
Декан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4	4	4	3	1	2		
Тормозная жидкость Delco	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	3		
Денатурированный спирт	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1		
Dexron (масло ATF)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4		
Dextron	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4		

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Диацетон (диацетоновый спирт)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Диазинон (пестицид)	V0747-75	3	3	4	2	1	1	3	4			4	4	4	3	2	4
Себацинад дибензила	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4	2	2	4	4	4	3	3
Дибромдифторметан	E0540-80	4	4	2		1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		4
Дибромэтилбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Себацинад дибутила	V0747-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
Дибутиламин	V8920-75	4	4	4	4	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Дибутилэфир	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	3	4	4	4	3	4
Дибутилфталат (Palatinol C)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3	
Дихлорбензол (ортодихлорбензол)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Дихлорбензол (парадихлорбензол)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Дихлорбутан (хлорид тетраметила)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Дихлоризопропильный эфир	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4
Дихлорметан (хлорид дихлорметилена)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Дициклогексиламин	V8920-75	3	3	4	4			4	4	4	4	4		4	4	4	4
Дизельное топливо	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4
Диэфирный синтетич. смазочный материал (MIL-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Диэтиламин	E0540-80	4	4	3	4	1	1	4	3	4	4	3		3	4	4	3
Диэтилгликольсоль	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	2
Себацинад диэтила	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	1	1		4	4	4	4
Дифтордибромметан	E0540-80	4	4	2				4	4	4	4	2	4	4	4		4
Диизобутилен	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Диизобутилкетон	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	3	4	4	1		3	4	4	4
Диизоктилсебацинад	V0747-75	3	3	3	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
Диизопропилкетон	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	4
2,2-диметилбутан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4
2,3-диметилбутан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	3	1	4	4	4	4	2	1	4
Диметилэфир (метилэфир)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1	1
Диметилформамил (DMF)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	1
Диметилгидразин асимм. (UDMH)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3				1			1	4	4
Диметилфталат	V0747-75	4	4	2	2	1	1	4	4	4		2	4	4	4	2	
2,4-диметилпентан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4
Динитротолуол	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Диоктилфталат (DOP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	1	1
Диоктилсебацинад (DOS)	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	3	1		4	4	4	4
Диоксан	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
Диоксолан	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Дипентен (красочный растворитель)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
Дифенил (бифенил)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Эфир дифенила	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Закись азота (веселящий газ)	E0540-80	1	1	2	1	1	1										1
DNOx, водный раствор карбамида	N8907-75	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
DNOx, водный раствор карбамида	E8867-60	1	3	1	4	4	1	4	4	4							
Додециловый спирт	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Dow Chemical 50-4	E0540-80			1	4	1	1	2	1			2			2	4	
Dow Chemical ET588	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение														только статическое		
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ		
Dow Corning-3	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-4	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-5	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-11	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-33	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-44	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-55	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-200	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-220	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-510	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-550	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-704	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1						
Dow Corning-705	E0540-80	2	2	1	1	1	1					1						
Dow Corning-710	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-1208	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-4050	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-6620	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-F60	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-F61	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Corning-XF60	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
Dow Guard	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	1		1	1	1		
Dowtherm, 209, 50 % раствор	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2				2				3		
Dowtherm A, высокотемпературный теплоноситель	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Dowtherm E, высокотемпературный теплоноситель	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Подача сжатого воздуха	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	4	4	1	4		
Ducor (разбавитель красок)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
E																		
Сульфат железа (II), водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1		
Хлорид железа (III), водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1		
Хлорид железа	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2		
Нитрат железа	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
Смазочный материал Elco 28-EP	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4	4	4	4	2		
Электролит	E3750-70	3		1	4													
Электролит	E8556-70	3		1	4													
Проявитель (фото)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	1	2			2	2	1	1	1		
Эпихлоргидрин	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4			4		4	4	4		
Эпоксидные смолы	E0540-80			1	4	1	1	1				1						
Природный газ	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	3	4		4	3	4		
Природный газ, кислотный	V3819-75					1	1											
Ореховое масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1		
Бензин	V0747-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1		
Жидкость Esam-6	N0674-70		1	1	4	1	1	2	1			2			2	4		
Уксус	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		1	3	4		
Уксусная кислота, ледяная уксусная кислота (конц.)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	4	3	4	4	3		3	4	1		
Уксусная кислота, горячая (высокое давление)	V8920-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	3	4		
Уксусный ангидрид	C0557-70	4	4	1	4	1	1	1	3	4	4	1		1	1	4		

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Ацетат калия	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4
Ацетат натрия	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4
Esso топливо 208	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	3	1	4
Esso трансмиссионное масло (тип A)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4
Esso Golden Gasoline	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Esso моторное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	4	4	4	4	4	1	4
Esso Univas № 40 (гидравлическое масло)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Esso WS2812 (Mil-L-7808A)	V0747-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	1	4
Esso XP90-EP смазочный материал	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Esstic 42, 43	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Этан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	3	4
Этанол (этиловый спирт)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Этаноламин (коламин)	E0540-80	2	2	2	4	3	1	2	2	4	3	2	2	2	3	4	2
Топливо с содержанием этанола (E85)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием этанола (E85)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием этанола (E85)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием этанола (E85)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием этанола (E85)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Эфир (различный)	V3819-75	4	4	3	3	1	1	4	4	3	2	4	4	4	4	3	4
Этилацетат	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2
Этиловая акриловая кислота	E0540-80	4	4	2				2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Этиловый спирт (этанол)	E0540-80	1	1	1	3	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Этиловый эфир	V3819-75	3	3	3	4	1	1	4	4	4	2	3	4	4	4	3	4
Этилбензоат	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Этилбензол	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Этилбромид	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4				4	4	4	4	1	4
Этилцеллюлоза	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2
Этилхлорид	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	4	1	4
Этилциклопентан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	2	1	4	4	4	4	1	4
Этилен (этен)	V0747-75	2	4	4	1	1	1	4	4	2	2	4		4	4	1	4
Этиленхлоргидрин	V0747-75	4	4	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	3
Этиленхлорид	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Этилендиамин	E0540-80	1	1	1	4		1	1	2	4	4	1	2	1	2	4	1
Этилендибромид	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
Этилендихлорид	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4
Этиленгликоль (гликоль), Prestone®	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1
Этиленоксид	V3819-75	4	4	3	4	2	1	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
Этиленоксид (12 %) и фреон 12 (80 %)	E0540-80	3	3	2	4			4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Этилентрихлорид (Tri)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
2-этил-1-гексанол (изооктанол)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	2
Этилмеркаптан	V0747-75	4	4		2	1	1	3	4			4	4	4	3		3
Этилоксалат	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	2	4
Этилпентахлорбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Этилсиликат	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2	2	1	
F																	
Жидкость F-60 (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение													только статическое		
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Жидкость F-61 (Dow Corning)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
FAMB, FAMA	V8727-70	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V8989-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V8908-80	3	3	4	1	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V8703-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V8590-60	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V0747-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1 3	
FAMB, FAMA	V3736-75	3	3	4	2	1	1					4	4	4		1 3	
Ducor разбавитель красок	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2 4	
FC43 гептакософтортрибутиламин	N0674-70	1	1	1	1			1	4			1			1 1	1	
FC75	E0540-80	1	1	1	2			1	4			1			1 2	1	
Жирные кислоты	V0747-75	2	2	3	1	1	1	2	4			3	4		4		
Закрепитель	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1 1	1	
Фторсиликат	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			1		1	1 4	4	
Фторуглеродная смазка	E0540-80	1	1	1	2	1	1	1	4			1			1 2	1	
Фтороводород (плавиковая кислота), безводный	E0540-80	4	4	1	4	2	1		4	4		1	4	4		4	
Сжиженный нефтяной газ (LPG)	N3813-70	1	2	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4 3	3	
LPG (пропан, бутан,пропилен)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	3	1	4	4	4	4 3	3	
Плавиковая кислота, 65 % или более, горячая	V8920-75	4	4	4	3	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4 4	4	
Плавиковая кислота, 65 % или менее, холодная	V8920-75	4	4	3	2	1	1	4	4	4		3	4	4		4 4	
Плавиковая кислота, 65 % или менее, горячая	V8920-75	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4	4	4	4	3 4	4	
Плавиковая кислота, 65 % или менее, холодная	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	2	4		1	4	2		4	
Формальдегид	E0540-80	3	3	2	4	3	1	3	3	4	4	2	2	2	3 4	2	
Фреон 11	N0674-70	2	2	4	2	4	4	4	4			4		4	1	4	
Фреон 12	C0557-70	1	1	2	1	4	4	1	1		1	2	4	2	1 4	4	
Фреон 12 и масло № 2 по ASTM (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2 2	4	
Фреон 12 и Suniso 4G (50/50)	N0674-70	1	1	4	1	3	3	2	4			4	4	4	2 2	4	
Фреон 13	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1 4	4	
Фреон 13B1	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1	1 2	4	
Фреон 14	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1		1	1		1	1	4	
Фреон 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4	4	
Фреон 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1 2	4	
Фреон 22 и масло № 2 по ASTM (50/50)	C0557-70	4	4	4	2	2	2	2	4	2		4		4		2 4	
Фреон 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2			1		2	2		
Фреон 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1			1		1	1		
Фреон 112	C0557-70	2	2	4	1	2	2	2	4			4		4	2	4	
Фреон 113	C0557-70	1	1	4	2	4	4	1	2		1	4		4	1	4	
Фреон 114	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1		4	
Фреон 114B2	C0557-70	2	2	4	2	4	4	1	4			4		4	1	4	
Фреон 115	C0557-70	1	1	1	1	4	4	1	1			1		1			
Фреон 134a	C0557-70	1	2	1	4			1									
Фреон 502	C0557-70	2	2	1	2	1	1	1	1			1		1			
Фреон BF	V0747-75	2	2	4	1			2	4			4		4	2	4	
Фреон C318	C0557-70	1	1	1	2			1	1			1		1	1		
Фреон K-142B	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1		2	1		
Фреон K-152A	C0557-70	1	1	1	4			1	1			1		1	4		

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение										только статическое				
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Фреон MF	N0674-70	2	2	4	2		4	4			4		4	1		4
Фреон PCA	N0674-70	1	1	4	2		1	2		1	4		4	1		4
Фреон TF	N0674-70	1	1	4	2		1	2		1	4		4	1		4
Фруктовая кислота	N0674-70	1	1	1												
Фумаровая кислота	N0674-70	1	1		1	1	2	2	4		4	2	1	2	1	2
Фурфурол (Фуранальдегид)	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4		2	4	4	4		4
Фуриловый спирт	E0540-80	4	4	2		1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Фурилкарбинол	E0540-80	4	4	2		1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Fyrquel 90, 100, 150, 220, 300, 500	E0540-80	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	1
Fyrquel A60	E0540-80	4	4	2	4	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	3
G																
Дубильная кислота, 10 %	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	4		1	1	1	1		2
Дубильная кислота, таннин	N0674-70	1	1	1	1	1	2	2	4		1	2	1	2		2
Галлиевая кислота	V0747-75	2	2	2	1	1	2	2	4	4	2		1	2	1	
Гальванические ванны для хрома	V0747-75			1	1	1		4			1		4	4		4
Гальванические ванны, другие металлы	E0540-80	1	1	1	1	1					1			1		4
Желатин, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Генераторный газ	N0674-70	1	1	4	1	1	3	4	3	1	4		4	3	3	3
Дигалловая кислота	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Трансмиссионное масло типа A	N3813-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	2
Глауберова соль (сульфат натрия)	V0747-75	4	4	2	1	1	2	4	4		2	4	2	2	1	
Глюкоза	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1		4	1	1	1	1	1	1
Глицерол триацетат	E0540-80	2	2	1	4	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4	
Гликоль (этиленгликоль)	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Глицерол	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Болотный газ	N0674-70	1	1	4	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4
Зеленый сульфатный раствор	E0540-80	2	2	1	1	1	2	2	4		1	2	2	2	2	
Масла Gulf Harmony	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Высокотемпературная густая смазка Gulf	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Масла Gulf Legion	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Масла Gulf Security	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Густая смазка Gulfcrown	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
H																
Halon 1301	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1			1		1	1	2	4
Галотан (анестетик)	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Масло Halowax	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Hannifin, Parker-O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1	2
Карбамид, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
HEF-2 (высококалорийное топливо)	V0747-75	2	2	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Закваска, водная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Печное топливо, легкое	N0674-70	1	1	4	1	1	3	4	1	3	4		4	4	1	3
Печное топливо, кислотное	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	1
Печное топливо, тяжелое (твердый уголь)	V0747-75	3	3	4	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	3
Гелий	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Гептан (n-гептан)	N0674-70	1	1	4	1	1	3	4	1	1	4		4	4	1	4
Гексальдегид (n-гексальдегид)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	3		4	4	4	3

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение													только статическое		
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Гексан (n-гексан)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	4	1	4
N-гексен-1	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4
Гексиловый спирт	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	1	4	4	3		1	3	1	3
HFO124uf, хладагент (масло PAG)	E8901-70	1	2	1	4	1	1	1									
HFO124uf, хладагент (масло POE и PAO)	N3554-75	1	2	4	4	1	1	1									
HFO124uf, хладагент (масло POE и PAO)	N8822-75	1	2	4	4	1	1	1									
Экстракт малины (вкусовая добавка)	E8743-70	3	3	1	1	1	1									2	1
Доменный газ	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	3
Древесный спирт (метанол)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Пироуксусная кислота	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	
Пропитка древесины (соль Вольмана)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Древесное масло (тунговое масло)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	3	4
Houghto-Safe 1055 (эфира фосфорной кислоты)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 5040 (водномасляная эмульсия)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 1010 (эфира фосфорной кислоты)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 1120 (эфира фосфорной кислоты)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3
Houghto-Safe 271 (основание вода/гликоль), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2				2	2
Houghto-Safe 620 (основание вода/гликоль), HFC	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	2				2	2
Гидравлические масла (минеральное масло)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	4	1	3
Гидразин	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		4	3	4	4
Hydro-Drive MIH 50 (на основе минерального масла)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	2
Гидрохинон	V0747-75	3	3	4	2	1	1		3					3		3	
Гидросмазка (вода/этиленгликоль)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	2				2	2
HuJet	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		
HuJet III	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4		
HuJet IV (замена для III, S, W)	E0540-80	4	4	1	4			4	4	4	4	2	4	4	4		
I																	
Industron FF44	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF48	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF53	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Industron FF80	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Изобутил-n-бутират	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	1	
Изобутиловый спирт	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	3	1
Изоцианат	V3819-75	4	4	2	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Изодекекан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4		4	4	4	2	1	4
Изооктан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	4
Изофорон (кетон)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Изопропанол (изоприловый спирт)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1
Изоприловый ацетат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Изоприловый спирт (изопропанол)	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	1
Изоприловый бензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Изоприловый хлорид	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Изоприловый эфир	N0674-70	2	2	4	4	1	1	3	4	4	3	4		4	4	4	4
J																	
Йод	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2			2			2	1	
JP 3 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	4

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение											только статическое				
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
JP 4 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4
JP 5 (Mil-J-5624)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4
JP 6 (Mil-J-25656)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4
JP X (Mil-F-25604)	N0602-70	1	1	4	4	1	1	2	4			4	4	4	4	4	4
К																	
Кофе	N3824-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		3	1	1	1
Раствор гидроксида калия, 10 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	3	4	4	1		3	1	4	4
Ацетат калия (ацетат поташа)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	4
Ацетат калия, водный	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	4	4	4
Хлорид калия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Цианид калия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Дихромат калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
Дихромат калия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1
Гидроксид калия, 10 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1		2	1	3	3
Раствор гидроксида калия, 50 %	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	3	3
Растворы гидроксида калия (разбавленные)	E0540-80	2	2	1	2	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	2	2
Цианид калийной меди	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Нитрат калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Перхлорат калия, водный	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4	4	1		4	1	4	4
Соли калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Сульфат калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1
Сульфит калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	2	1	1
Цианид калия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Белильная известь	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2
Известковый раствор	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4		1	2	1	2	1	2
Хладагент R 11	N0674-70	2	2	4	4	4	4	3	4			4		4	1		4
Хладагент R 12	C0557-70	1	1	2	4	4	4	1	1		1	2	4	2	1	4	4
Хладагент R 12 и масло № 2 по ASTM, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4
Хладагент R 12, Suniso 4G, 1:1	C0557-70	2	2	4	4	3	3	2	4			4	4	4	2	2	4
Хладагент R 13	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	4	4
Хладагент R 13 B1	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1	1	2	4
Хладагент R 14	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1		1	1		1	1		4
Хладагент R 21	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4			4	4	4	4		4
Хладагент R 22	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	1	2	4	1		1	1	2	4
Хладагент R 22 и масло № 2 по ASTM, 1:1	C0557-70	4	4	4	4	2	2	2	4	2		4		4		2	4
Хладагент R 31	C0557-70	4	4	1	4	2	2	1	2			1		2	2		
Хладагент R 32	C0557-70	1	1	1	4	2	2	1	1			1		1	1		
Хладагент R 112	C0557-70	2	2	4	4	2	2	2	4			4		4	2		4
Хладагент R 113	C0557-70	1	1	4	4	4	4	1	2		1	4		4	1		4
Хладагент R 114	C0557-70	1	1	1	4	4	4	1	1			1		1			4
Хладагент R 114 B2	C0557-70	2	2	4	4	4	4	1	4			4		4	1		4
Хладагент R 115	C0557-70		1	1	4	4	4	1	1			1		1			
Хладагент R 134a	C0557-70	1	2	1	4			1									
Хладагент R 502	C0557-70	2	2	1	4	4	4	1	1			1		1			
Жидкость Kel F	E0540-80	1	1	1	2	1	1		1			1			1	2	1
Керосин (аналогично RP-1 и JP-1)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение										только статическое				
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Сосновое масло	N0674-70	1	1	4	1	1	4	4			4		4	4	1	
Кремнефтористоводородная кислота	E0540-80	2	2	1	1	1	2	2			1		1	1	4	4
Костное масло	N0674-70	1	1	2	1	1	4	4	1	1	2	4	4	4	1	2
Хлорид кобальта, 2п	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Хлорид кобальта, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Столовая соль, водная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Двуокись углерода, мокрая	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Углекислый хладагент (масло PAG)	E8901-70	1	2	1	1	1										
Углекислый хладагент (масло POE и PAO)	N3554-75	1	2	4	1	1										
Углекислый хладагент (масло POE и PAO)	N8822-75	1	2	4	1	1										
Двуокись углерода, сухая	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Угарный газ, сухой	N0552-90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Угольная кислота, двуокись углерода	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Углеводороды (насыщенные)	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Коксовый газ	V0747-75				1	1		4					4		3	3
Кокосовое масло	N8551-75	1	1	4	1	1										1
Царская водка	V3819-75	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Смесь топливного газа	V8892-70	3	3	4	1	1					4	4	4		1	3
Креозол (гваякол)	V0747-75	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Креозот (экстракт древесной смолы)	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4
Ацетат меди, водный	E0540-80	3	3	1	4	1	3	4	4	4	1		3	3	4	4
Хлорид меди, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Цианид меди	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Бордосская жидкость	E0540-80	2	2	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	1	2	2
Соли меди	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Сульфат меди, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
L																
Веселящий газ (закись азота)	E0540-80	1	1	2	1	1										1
Лак	V0747-75	2	2	4	1	1	4	4	4	3	4	4	4	4	2	4
Красочный растворитель	V3819-75	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Красочный растворитель (форон)	E0540-80	4	4	1	4	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Лактаминные кислоты	E0540-80	4	4	2	4	1	2	4			2	4	4	2	4	
Лактамы	E0540-80	4	4	2	4	1	2	4			2	4	4	2	4	
Лавандовое масло	V0747-75	3	3	4	1	1	4	4	3	4	4		4	4	3	4
Рыбий жир	N8551-75	1	1	4	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1	1
Lehigh X1169	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Lehigh X1170	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Смазка низкой вязкости	N0674-70	1	1	4	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Легкая нефть (сырой бензол)	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Льняное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	4	4	1	3	4		4	4	1	4
Светильный газ (без ароматических компаундов)	N0674-70	1	1	4	1	1	3	4	1	1	4		4	3	2	3
Лигрон (растворители для лаков, уайт-спирит)	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Lindol, эфир фосфорной кислоты типа HFD-R	E0540-80	4	4	1	2	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3
Линолевая кислота	S0604-70	2	2	4	2	1	2	4			4	4	4	4		2
Liquimoly	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Растворитель Стоддарта	N0674-70	1	1	4	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Воздух (долгосрочное атмосферное воздействие)	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	3	1	3	1		3	1	1	1
Воздух, 260 °C	S0604-70	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Воздух, безмасляный, 100 °C	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1
Воздух, безмасляный, 150 °C	S0604-70	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	2	4	4	2	1	1
Воздух, безмасляный, 200 °C	S0604-70	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	1
М																	
Магниевоы соли	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Хлорид магния, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Гидроксид магния, водный	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Сульфат магния, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Кукурузное масло	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4		4	3	1	1
Малатион (пестицид)	V0747-75	2	2	4	1	1	1		4			4	4	4		2	4
Малеиновая кислота, водная	V0747-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Малеиновый ангидрид	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4		
MCS 312	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4		1	1
MCS 352	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
MCS 463	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3
Морская (соленая) вода	E0540-80	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Оксид мезитила (кетон)	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метакриловая кислота	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4
Метанол (метилловый спирт)	N0674-70	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Топливо с содержанием метанола (от M15 до M100)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием метанола (от M15 до M100)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием метанола (от M15 до M100)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием метанола (от M15 до M100)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Топливо с содержанием метанола (от M15 до M100)	V8590-60	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
Метилцеллозольв	E0540-80	3	3	2	4	1	1	3	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метил-D-бромид	V0747-75	4	4		1	1	1	4	4	4	4		4	4	4	2	4
Метилформиат	C0557-70	4	4	2		1	1	2	4			2	4	4	2		
Метилацетат	E0540-80	4	4	2	4	3	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метилацетоацетат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4		4	4	2			4	4	2
Метилакрилат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метилакриловая кислота	E0540-80	4	4	2	3	1	1	2	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Метилловый спирт (метанол)	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Метиланилин	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4	4		
Метилбензоат	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	4
Метилбромид	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4		3		4	4	4	4	1	
Метилбутилкетон	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Угльнометилловый эфир	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Метилцеллюлоза	N0674-70	2	2	2	4	1	1	2	2	4	2	2	2	2	2	4	2
Метилхлорид	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3	4	4	4	2	4
Метилхлороформ	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Метилциклопентан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Метиленхлорид (дихлорметан)	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Метилендихлорид	V0747-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Метилвый эфир (диметилэфир)	E0540-80	1	1	1	1	1	3	1	4		1	1	1	4	1	1	
Метилэтилкетон, бутанон, MEK	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	1		4	4	4	
Метилэтилкетон пероксид	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	
Метиленгликоль	E0540-80	3	3	2	4		3	4	4	4	4	2	4	4	4	4	
Метилизобутилкетон, MIBK	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	
Метилэзопропилкетон	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	
Метилметакрилат	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	
Метилолеат	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4			2	4		4	2	
2-метилпентан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	
3-метилпентан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	
Метилсалицилат	E0540-80	4	4	2		1	1	4				2			4		
Mil-L-2104	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	3	1	
Mil-S-3136, топливо типа I	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Mil-S-3136, топливо типа II	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	
Mil-S-3136, топливо типа III	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	
Mil-S-3136, топливо типа IV	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	4	1	1	
Mil-L-3150	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	
Mil-G-3278	L0677-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	2	
Mil-O-3503	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	
Mil-G-3545	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Mil-C-4339	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	1	
Mil-L-4343	N0304-75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Mil-J-5161	N0602-70	2	2	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	
Mil-F-5566	E0515-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	1	1	1	
Mil-G-5572	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	1	
Mil-H-5606	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	
Mil-J-5624 JP-3, JP-4, JP-5	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	
Mil-L-6081	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Mil-L-6082	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Mil-H-6083	N0304-75	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4	4	2	2	1	
Mil-L-6085	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	
Mil-A-6091	E0515-80	2	2	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	
Mil-L-6387	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	2	
Mil-C-7024	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	
Mil-H-7083	E0515-80	1	1	1	2	1	1	2	2	4	4	1	3	2	2	1	
Mil-G-7118	N0304-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Mil-G-7187	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	
Mil-G-7421	L0677-70	2	2	4	1	1	1	2	4	4	2	4	4	4	2	2	
Mil-G-7711	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	4	1	
Mil-L-7808	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	
Mil-L-7870	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	4	1	
Mil-C-8188	V0747-75	2	2	4	2	1	1	4	4	3	4	4	4	4	4	2	
Mil-H-8446 (MLO-8515)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4		1	
Mil-L-9000	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	
Mil-L-9236	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	
Mil-E-9500	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Mil-G-10924	N0304-75	1	1	4	1	1	1	4	4	2	1	4	4	4	2	1	4
Mil-H-13910	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Mil-L-15016	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4
Mil-L-15017	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4
Mil-G-15793	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	2	4
Mil-F-16884	N0304-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4	4	4	3	1	4
Mil-F-17111	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	2	4
Mil-L-17331	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mil-H-19457	E0515-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	3
Mil-L-21260	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mil-G-21568	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Mil-H-22251	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4
Mil-L-23699	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	3		4	4	4		2	4
Mil-G-25013	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mil-G-25537	N0304-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4
Mil-F-25558 (RJ-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mil-R-25576 (RP-1)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mil-F-25656	N0602-70	1	1	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4
Mil-L-25681	V0747-75	2	2	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	2	4
Mil-G-25760	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2	4
Mil-P-27402	E0515-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4
Mil-H-27601	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	1		4	4	4		2	3
Mil-S-81087	E0515-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Mil-H-83282	V0747-75	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4
Молоко, 3,5 % жирности	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Молочная кислота, горячая	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	3	2	
Молочная кислота, холодная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1		
Минеральное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	1	3
MLO-7277 гидр.	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4
MLO-7557	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4
MLO-8200 гидр.	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1	4
MLO-8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4	3	1	4	4	4	3	1	4
Mobil 24 DTE	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Mobil Delvac 1100, 1110, 1120, 1130	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Mobil HF	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Mobil Nynvac 20 и 30	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
Mobil Velocite C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Mobiloil SAE 20	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Mobiltherm 600	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Mobilux	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Монобромбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Монохлорбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Моноэтаноламин	E0540-80	4	4	2	4	3	1	4	2	4	4	2	2	2	4	4	2
Монометиланилин	V0747-75	4	4		2	1	1	4	4	4	4		4	4	4		
Монометилгидразин	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1			2		4
Мононитротолуол	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Моновирилацетилен	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2		2
N																	
Нафтойная кислота	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Нафталин	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4		4	4	1	4
Нафта	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	2	4	4	4	4	2	4
Ацетат натрия, водный	E0540-80	3	3	1	4	1	1	3	4	4	4	1		1	3	4	4
Бикарбонат натрия (питьевая сода)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
Бисульфат натрия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
Бисульфат натрия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1
Борнокислый натр, на водной основе (бура)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Карбонат натрия, водный (сода)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Хлорид натрия, столовая соль	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Цианид натрия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Гидроксид натрия, 10 % (гидроксид натрия)	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	1	4	4
Гидроксид натрия, 25 %	E0540-80	3	3	1	4	1	1	1	1	4	4	1		1	1	4	4
Гипохлорид натрия, 20 %	V0747-75	2	2	2	1	1	1	4	2	4	4	2	2	2	4	2	2
Гипохлорид натрия, водный	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3		4	3	3	3
Метафосфат натрия (калгон)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1			1	1	1	2	1	
Метасиликат натрия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
Нитрат натрия (натриевая селитра)	E0540-80	2	2	1		1	1	2	2			1	1	2	1		4
Натрий, водный	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	3	1	3
Пероксид натрия	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	4
Фосфат натрия, первичный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		4
Фосфат натрия, вторичный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		4
Фосфат натрия, третичный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		1
Соли натрия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Силикат натрия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
Сульфат натрия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Сульфид натрия, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	1		3	1	1	1
Сульфит натрия	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	1	2	2	1	1	1
Тиосульфат натрия, водный (закрепитель)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
O																	
Октанхлортолуол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Октадекан	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	2	1	4
N-октан	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Октиловый спирт	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое		
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Олеум (дымящая серная кислота)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4		4
Нефтяная фракция	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4		4	4	4	4	2	4
Оливковое мало	N8551-75	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1
Олеиновая кислота	V3738-75	3	3	4	2	1	1	4	4	4		4	4	4	4	4
Oronite 8200	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1
Oronite 8515	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4	4	1
Орто-хлорэтилбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Орто-дихлорбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2
OS 45 тип III (OS45)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2
OS 45 тип IV (OS45-1)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2
OS 70	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		4	4	4	4	2	2
Щавелевая кислота	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2		1	2	2	2	1	2
Озон	E0540-80	4	4	1	1	1	1	3	4	2	1	2	4	4	1	1
Р																
Пальмитиновая кислота	N0674-70	1	1	3	1	1	1	3	3	4	4	3		3	3	1
Парафиновое масло, бесцветное	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	1	1
Парафиновая смазка, жидкая	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	4		4	3	1
Parker O-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	4	1	1
Parker Super-O-Lube	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Пентан (N-пентан)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1
Перхлорэтилен	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Перхлорная кислота	V0747-75	4	4	3	1	1	1	3	4	4	4	3		4	3	3
Бензин	N0674-70	2	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	2
Петролатум (вазелин)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1
Нефть, сырая	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1
Нефть, ниже 120 °C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	2
Растительные масла	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1
Фенол	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	3
Фенилбензол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2
Фенилэтиловый эфир	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Фенилгидразин	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	3	4	4	4		3	4	2
Форон (красочный растворитель)	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4
Фосфорная кислота, 20 %	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	3
Фосфорная кислота, концентрированная	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4
Фосфорный трихлорид	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	2
Пикриновая кислота, 10 %	C0557-70	3	3	1	1	1	1	1	3	4	4	3		3	1	3
Пикриновая кислота, жидкая	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2		2	2	2	2	2	4
Пикриновая кислота, водная	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	2		1	2	1	1	1	2
Пинен	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4	2	4	4	4	4	1
Сосновое масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1
Пиперидин	V3819-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4
Раствор для нанесения покрытия	E0540-80			1	1	1	1	4				1		4	4	4
Полиэфирный пластификатор (Thiokol TP-90B)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2
Поливиниловая ацетатная эмульсия	E0540-80			1		1	1	3				1			3	
Антифриз Prestone®	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1
Pri High Temo. Гидр. масло	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Пропан, газ	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	3	4		4	3	3	4
Пропионитрил	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	4	4	4	4	2	3	4
Пропилацетат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
N-пропилацетон	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Пропиленовый спирт (пропанол)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Пропилен (пропен)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Оксид пропилена	V3819-75	4	4	3	4	1	1	4	4	4	4	3		4	4	4	4
Пропилнитрат	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4		2	4	4	4	4	4
Pydraul 115E	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4
Pydraul 230E, 312C, 540C	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Pydraul, 10E, 29ELT	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Pydraul, 30E, 50E, 65E, 9	V0747-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	1	1
Pyranol, трансформаторное масло(PCB)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	2	1	4
Пиридиновое масло	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
Pyrogard 42, 43, 53, 55 (эфир фосфорной кислоты, HFDR)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Pyrogard C, D	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2
Pyrolube	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	2	2
Pyrrrol	S0604-70	4	4	4	4	1	1	4	3	4	4	4		3	4	4	2
Q																	
Ртуть	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
Хлорид ртути, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	2	2
Пары ртути	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
R																	
Красное масло (Mil-H-5606)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Касторовое масло	N0674-70	1	1	2	1	1	1	4	1	4	4	2		3	3	1	1
RJ-I (Mil-F-25558)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
RME (рапсовый метиловый эфир)		2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME (рапсовый метиловый эфир)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME (рапсовый метиловый эфир)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME, разбавленный водой (0,2–0,5 % воды)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME, разбавленный водой (0,2–0,5 % воды)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RME, разбавленный водой (0,2–0,5 % воды)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4
RP-I (Mil-R-25576)	N0602-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Рапсовое масло	E0540-80	2	2	1	1	1	1	3	4	1	1	3		4	3	1	1
S																	
Салициловая кислота	E0540-80	2	2	1	1	1	1		2			1	2	1		1	
Азотная кислота, 10 %	V3738-75	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	1	4	4
Азотная кислота, 65 %	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Азотная кислота, концентрированная	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4
Азотная кислота, дымящая	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Азотная кислота, красная, дымящая	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Азотная кислота, красная, дымящая	V3738-75	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Соляная кислота, 3-молярная	E0540-80	3	3	1	1	1	1	3	3	2		1	3	3	2	2	4
Соляная кислота, концентрированная	V3738-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		1	4	4	4	3	4
Santo Safe 300	V0747-75	4	4	3	1	1	1	4	4	4		3	4	4		1	1
Кислород, газообразный, около 100–200 °C (5)	S0604-70	4	4	4	2	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Кислород, газообразный, холодный (4)	C0557-70	2	2	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2	2	1	1	1
Плавленный сыр, 60 % жирности, сухой	N8551-75	1	1	1	1	1	1										1
Смазочные масла, дизфирное основание	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	2		4	4	4		2	4
Смазочные масла, нефтяное основание	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Смазочные масла, SAE 10, 20, 30, 40, 50	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Жировая обрезь	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Черный щелочь	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2
Сера	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4		1	4	4		1	
Сера, жидкая	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4
Хлорид серы	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	1	3
Двуокись серы, мокрая	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	2	2
Двуокись серы, сухая	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	2	4		2	2	2	4	2	2
Гексафторид серы (SF6)	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1		2	1	1	1
Известковая сера	E0540-80	4	4	1	1	1	1	1	4	4		1	4	4	1	1	1
Дисульфид углерода	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4
Серная щелочь	V3738-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4		2	2	2	2	2	4
Серная кислота, 96 %	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4		4
Серная кислота, 3-молярная	V0747-75	4	4	2	1	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3	4
Серная кислота, концентрированная	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Серная кислота, дымящая (20/25 % олеум)	V3738-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4		4
Триокись серы, сухая	V0747-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4	4	2	2	4	4	3	3
Сульфид водорода	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4	4	1		4	4	4	4
Сульфид водорода, мокрый, горячий	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	3	3
Сульфид водорода, мокрый, холодный	E0540-80	4	4	1	4	1	1	1	4	4		1	4	4	2	3	3
Сульфид водорода, сухой, горячий	E0540-80	4	4	1	4	1	1	2	4	4		1	4	4	3	3	3
Сульфид водорода, сухой, холодный	E0540-80	1	1	1	4	1	1	1	1	4		1	1	1	1	3	3
Сернистая кислота	V0747-75	3	3	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	4	4
Морская (соленая) вода	N0674-70	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	1
Мыльный раствор, водный	E0540-80	1	1	1	1	1	1	3	3	4	4	1		3	1	1	1
Shell 3XF Mine Fluid	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1	
Shell Alvania Fat № 2	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	4	1	3
Shell Carnea 19 и 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	2	4	4	4	4	1	
Shell Diala	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Shell Iris 905	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Shell Lo Hydrax 27 и 29	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Shell Macoma 72	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Shell Tellus № 27 (на нефтяной основе)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Shell UMF (5 % ароматизаторы)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Нитрат серебра	E0540-80	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Нитрат серебра, водный	E0540-80	3	3	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Силикатные эфиры	V0747-75	2	2	4	1	1	1	1	4		1	4	4	4		1	4
Силиконовая смазка	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Силиконовые масла	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Sinclair Opaline CX-EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Skelly, растворитель B, C, E,	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	
Skydrol 500	E0540-80	4	4	1	4	2	1	4	4	4	4	2	4	4	4	3	3

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение														только статическое		
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ		
Skydrol 7000	E0540-80	4	4	1	2	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	3	3	
SME (соевый метиловый эфир)		2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
SME (соевый метиловый эфир)	V8703-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
SME (соевый метиловый эфир)	V3736-75	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
SME (соевый метиловый эфир)	V8989-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
SME (соевый метиловый эфир)	V8727-70	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
SME (соевый метиловый эфир)	V8908-80	2	3	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	3	1	4	
Socony Vacuum PD959B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Кальцинированная сода (карбонат натрия)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	
Ацетат натрия	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	3	3	1	4	1	4	4	4	
Соевое масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	2	4		4	3	1	1	
Sovasol № 1, 2 и 3	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Sovasol № 73 и 74	V0747-75	2	2	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	2	1	4	
Бекон, животный жир (см. животное масло)	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	1	2	4	4	4	1	2	
Stanno этилморфолин	E0540-80	4	4	2	4	1	1		4			2						
Stauffer 7700	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2		4	4	4	4	2	4	
Стеариновая кислота	N0674-70	2	2	2	1	1	1	3	4	4	4			4	3		2	
Азот	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	
Азот, жидкий	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Азот, газообразный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Тетраоксид диазота (N2O4)	V3860-75	4	4	4	4	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Растворитель Стоддарта	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Стирол	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Sunoco, все доступные жиры	N0674-70	4	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Sunoco № 3661	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Sunoco SAE 10	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4	
Sunsafe (огнестойкая гидравлическая жидкость)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	2	1		
Высокооктановый бензин	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Высокооктановый бензин Shell	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	2	4	4	4	4	2	4	
Swan Finch EP смазка	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Swan Hypoid-90	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4	
Т																		
Чай	E0540-80	1	1	1		1	1											
Гудрон (битумный)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	3	4	4		4	4	3	4	1	2	
Гудронное масло, карболинеум	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	3	4	4	4	4	1	4	
Скипидар	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	3	4	4		4	4	2	4	
Терпинеол	V0747-75	2	2	3	1	1	1	4	4			3	4	4	4	1		
Третичный бутиловый спирт	V0747-75	2	2	2	1	1	1	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	
Третичный бутиловый меркаптан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4		4	
Тетрабромметан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Тетрабутилтитанат	E0540-80	2	2	1	1	1	1	2	2			2	2	2	1	1		
Тетрахлорэтан	V3819-75	4	4	4	3	1	1	4	4	4	4	4		4	4	4	4	
Тетрахлорэтилен	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	
Тетрахлорид углерода	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	4	
Тетраэтиловый свинец	V0747-75	3	3	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4	
Тетраэтилированный свинец	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	2		

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Тетрагидрофуран (THF)	E0540-80	4	4	2	4	2	1	4	4	4		2	4	4	4		
Тетралин	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4			4	4	4	4	1	4
Техасо 3450 (трансмиссионное масло)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Техасо Capella A и AA	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	1	4
Техасо Regal B	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Техасо Uni-Temp. смазочное вещество	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2
Техамatic A трансмиссионное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4
Жидкость Техамatic 1581	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4
Жидкость Техамatic 3401	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4
Жидкость Техамatic 3525	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4
Жидкость Техамatic 3528	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	2	4	4	4	4	2	4
Texas 1500 масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2
Thiokol TP-90B (полиэфирный пластификатор)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2	
Thiokol TP-95	E0540-80	4	4	1	1	1	1	2	4			1			2	2	
Tidewater Multigear 140, EP-Lube	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	4
Tidewater Oil-Beedol	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	2
Животное масло	N0674-70	1	1	2	1	1	1	2	4	1	2	2	4	4	2	1	2
Тетрахлорид титана	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Толуол	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Диизоцианат толуола	E0540-80	4	4	2	4	1	1	4	4	4	4	2		4	4	4	4
Трансформаторные масла (на нефтяной основе)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	3	1	4		4	4	1	3
Трансформаторное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	2	1	4	4	4	4	1	2
Триацетин	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	3	4	4	1	2	2	2	4	
Триарилфосфат	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	4	4	4	2	3
Трибутоксизтилфосфат	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	2	4	4	1	2	2	4	2	
Трибутилмеркаптан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4		4	4	4	4	3	4
Трибутилфосфат	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		3	4	4	4
Трихлоруксусная кислота	E0540-80	2	2	2	3	1	1	3	3	4	4	2		4	3	4	4
Трихлорэтан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Трихлорэтилен (Tri)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	4
Трихлорметан (хлороформ)	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Трикрезилфосфат (эфир) (TCP)	E0540-80	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	1
Триэтаноламин	E0540-80	3	3	2	4	2	1	2	2	4	4	2	2	2	2	4	
Трифторэтан	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
Трифтортолуол	V0747-75	4	4	4	2	1	1	3	4			4		4	3	3	
Триоктилфосфат (эфир)	E0540-80	4	4	1	3	1	1	4	4	4	4	1		4	4	3	4
Триполифосфат	E0540-80	4	4	1	2	1	1	3	4	4	4	1	4	4	4	1	3
Тунговое масло (масло китайского дерева)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4		3	3	4	4	3	2	4
Турбинное масло	N0674-70	1	1	4	1	1	1	4	4	1	1	4	4	4	4	1	4
Турбинное масло № 15 (Mil-L-7808)	V0747-75	2	2	4	1	1	1	4	4	2	4	4	4	4	4	2	4
Турбинное масло № 35	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	4
U																	
Ucon Fat 50-HB-55	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
Ucon Fat 50-HB-100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
Ucon Fat 50-HB-260	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1
Ucon Fat 50-HB-5100	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1

11 Приложение

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение												только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HiFluor [®])	FFKM (Parofluor [®])	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ	
Ucon Fat 50-HB-660	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-1145	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-135	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-285	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-300X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-625	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon Fat LB-65	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	2			1	2	2	2	1	
Ucon Hydrolube J-4	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	2			2	
Ucon масло 50-HB-280X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon масло LB-385	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Ucon масло LB-400X	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	
Univis 40 (гидравлическая жидкость)	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	2	1	
Несимм. диметилгидразин (UDMH)	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	2			1	1	1	1	4	
Гипохлористая кислота	V3819-75	4	4	2	1	1	1	4	4	4		2	4	2	4		
V																	
Вазелин	N0674-70	1	1	4	1	1	1	3	4	1	1	4		4	3	1	
Versilube F-50	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	
Винилацетилен	E0540-80	1	1	1	1	1	1	2	2			1	2	2	2	2	
VV-H-910	E0540-80	3	3	1	1	1	1	2		4	4	2	2	2	2	2	
W																	
Тормозная жидкость Wagner 21B	E0540-80	3	3	1	4	1	1	2	1			2			2	4	
Растворенное в воде моющее средство	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	2	2	2	1	
Вода (техническая) до 100 °C	E0540-80	1	2	1	2	1	1	3	2	4	4	1	2	3	3	2	
Вода (техническая) до 70	N0674-70	1	1	1	2	1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	
Вода, тяжелая (оксид дейтерия)	N0674-70	1	1	1		1	1	2	1	4	4	1	1	1	1	1	
Пар с температурой до 150 °C	E0540-80	4	4	1	4	1	1	4	4	4	4	1		4	4	4	
Пар с температурой выше 150 °C	V8545-75	4	4	2	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Смесь воды с гликолем (30 % / 70 %)	E0540-80	2	2	1	2	1	1									2	
Смесь воды/масла	VG292-70	2	3	4	1	1	1					4	4	4		2	
Водород	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		1	1	4	
Водород, газообразный, горячий	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	3	
Водород, газообразный, холодный	E0540-80	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	3	
Пероксид водорода, 30 %	V0747-75	3	3	1	1	1	1	1	1	4	1	1		1	1	1	
Пероксид водорода, 90 %	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	3	
Вино, белое вино, красное вино	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Винная кислота, водная	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Wemco C	N0674-70	1	1	4	1	1	1	2	4	1	1	4	4	4	4	1	
Виски	N8551-75	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	
Wodman salt® (пропитка древесины)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	
X																	
Ксенон	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	
Ксилидин (смесь ароматических аминов)	V8920-75	3	3	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Ксилен	V0747-75	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4		4	4	1	
Z																	
Зеолит	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		
Ацетат цинка	E0540-80	2	2	1	4	1	1	2	4	4	4	1	4	1	4	4	

Степень совместимости ¹⁾	Компаунд Parker	статическое и динамическое применение											только статическое			
		NBR	EPDM	FKM	FKM (HIFluor®)	FFKM (Parofluor®)	CR	SBR	ACM	TPU	IIR	BR	NR	CSM (Hypalon)	FVMQ	VMQ
Хлорид цинка	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4		1	1	1	1	1	
Соли цинка	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1
Сульфат цинка	N0674-70	1	1	1	1	1	1	2	4		1	2	2	1	1	1
Хлорид олова (II)	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	2
Хлорид олова (IV)	N0674-70	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2
Хлорид олова (IV), 50 %	N0674-70	1	1	1	1	1	4	1			1	1	1	4	1	2
Хлорид олова, водный	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Лимонная кислота, водная	C0557-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1
Раствор тростникового сахара	N0674-70	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	1	1	2	1	1
Свекольный сок	N0674-70	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1		1	1	1	1

¹⁾ Степень совместимости:

1 = удовлетворительная,

2 = слабая (частичная),

3 = условная,

4 = неудовлетворительная, пустое место = недостаточно данных.

Таб. 11.4 Таблица совместимости сред

11 Приложение

11.4 Предметный указатель

А

Автомобилестроение, 89
Антиэкструзионные кольца Parbak®, 55
Аэрокосмическая отрасль, 96

Б

Базовые эластомеры, 74
Биомедицина, 90
Бутадиенакрилонитрильный каучук, 74
Бутадиеновый каучук (BR), 74
Бутилкаучук (IIR), 74

В

Вакуумные уплотнения, 97
Взрывная декомпрессия, 123
Вращение, 20
Выбор компаунда, 79
Выдавливание в зазор, 121
Высокие температуры, 91
Выход из строя из-за , 122

Г

Гидрированный бутадиенакрилонитрильный каучук (HNBR), 77

Д

Двигатель, 89
Динамические уплотнения, 12
Динамическое уплотнение поршня для гидравлических применений, 35
Динамическое уплотнение поршня для пневматических применений, 40
Динамическое уплотнение с «плавающей» сборкой для пневматических применений, 44
Динамическое уплотнение штока , 37, 42

И

Изменение объема, 117
Износ, 112
Индекс совместимости эластомера (ECI), 102
Инструкции по проектированию и установке, 19
Использование уплотнительных колец с нанесенным покрытием ParCoat, 68
Испытания на старение, 99
Истирание, 99

К

Компаунды для приводных ремней, 16
Комплекты уплотнительных колец, 64
Коробка передач, 90
Коррозия, 103
Коэффициент теплового расширения, 99
КТW, 87

М

Монтажные смазки, 63

Н

Нефтегазовая промышленность, 97
Низкие температуры, 92
Немецкое объединение специалистов газового и водопроводного хозяйства - (Deutscher Verband für Gas und Wasser e.V.), 87

О

Обработка поверхности, 56
Обработка поверхности лицевых сторон уплотнения, 107
Определение конструкции, 9
Осевые статические уплотнения, 11
Остаточная деформация при сжатии, 100, 100
Остаточное удлинение, 118
Острые края, 20
Ошибки при установке, 124
Остаточной деформации при сжатии, 122
Оформления заказа, 69

П

Перекрестные ссылки для размеров, 127
Перекрытые уплотнительные кольца, 123
Пербунан Perbunan, 74
Перфторкаучук (FFKM), 77
Пищевая и фармацевтическая промышленности, 96
Плотность (герметичность), техническая плотность, 101
Пневматический поршень — «плавающая» сборка, 15
Покрытия ParCoat®, 69
Полиакрилатный каучук (ACM), 78
Предельное удлинение, 113
Преимущества уплотнительных колец, 7
Приводные ремни, 16
Применение в санитарно-гигиенических условиях, 97
Применение для работы с газом, 94
Пример, 69
Пример оформления заказа, 52, 53
Примеси, 19
Производство полупроводников, 94
Противогрибковые компаунды, 98
Прохождение поперечных просверленных отверстий, 19
Прочность при растяжении, 113
Прямоугольные размеры посадочной канавки — осевая деформация, 11
Перечислены, 71
Полиалкиленгликоль, HEPG, 91
Полиальфаолефины (PAO) и относящиеся углеводороды, HEPH, 91

Р

Радиальные статические уплотнения, 10
Радикация, 114
Размеры посадочной канавки — динамическое гидравлическое уплотнение, 14
Размеры посадочной канавки для «плавающего» уплотнительного кольца, 15
Размеры посадочной канавки для соединения типа «ласточкин хвост», 12
Размеры посадочной канавки — пневматическое уплотнение, 15

Размеры посадочной канавки — радиальная деформация, 10
Размеры при сжатии и расчетные размеры, 21
Размеры при сжатии и расчетные размеры для гидравлических применений, 34
Размеры при сжатии и расчетные размеры для пневматических применений, 39
Резьбовые соединения, 52
Резьбовые соединения ISO 6149-1 для метрической трубопроводной арматуры, 52
Резьбовые соединения по SAE, 53
Релаксация напряжения, 113

С

Сжатие, 115
Сила деформации поперечного сечения, 114
Системы, использующие солнечную энергию, 91
Системы кондиционирования воздуха, 90
Скорость утечки газа, 104
Смазка Parker O-Lube, 64
Соответствие стандартам, 87
Стандарты, 125
Старение, 99
Статические, 21
Статические уплотнения, 9
Статические уплотнения — трапецеидальный паз (для соединения типа «ласточкин хвост»), 12
Статическое, 30
Статическое уплотнение штока, 26
Стойкость к износу, 118
Синтетический эфир, HEES, 91

Т

Таблица совместимости сред, 130
Твердость, 106
Терминология шероховатости, 108
Термопластичный полиуретан (TPU), 78
Технология охлаждения и кондиционирования воздуха, 94
Топливная система, 89
Тормозная система, 89
Трение, 109
триглицерид (рапсовое масло, рапсовый метиловый эфир), HETG, 91

У

Уплотнения, 21
Ударная упругость, 114
Удлинение, 20
Уменьшение поперечного сечения,, 107
Уплотнение поршня, 21, 34, 39
Уплотнение фланца, 21
Уплотнение штока, 21
Уплотнительные кольца круглого сечения для резьбовых соединений, 52
Уплотнительные кольца круглого сечения серии 2-xxx, 47
Установочные приспособления, 20
Управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами США (FDA), 88

Ф

Фаски, 19
Фторкаучук (FKM), 76
Фторосиликоновый каучук (FVMQ), 77

Х

Химическая обработка, 90
Хлорбутиловый каучук (CIIR), 75
Хлорпереновый каучук (CR), 75
Хлорсульфонируемый полиэтиленовый каучук (CSM), 75
Хранение, 106

Ш

Шероховатость обработки поверхности — статическое уплотнение, 11, 12, 12

Э

Экстремальные температуры, 91
Эластомеры, 71
Электрические свойства эластомеров, 103
Эпихлоргидриновый каучук (CO, ECO), 76
Этиленакрилатный каучук (AEM), 76
Этиленпропиленовый каучук (EPM, EPDM), 76
Эффект Джоуля, 106

Я

Ядерная энергетика, 96

Parker-Prädifa в мире

Europe, Middle East, Africa

AE – United Arab Emirates, Dubai
Tel: +971 4 8127100
parker.me@parker.com

AT – Austria, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501-0
parker.austria@parker.com

AT – Eastern Europe, Wiener Neustadt
Tel: +43 (0)2622 23501 900
parker.easteurope@parker.com

AZ – Azerbaijan, Baku
Tel: +994 50 2233 458
parker.azerbaijan@parker.com

BE/LU – Belgium, Nivelles
Tel: +32 (0)67 280 900
parker.belgium@parker.com

BG – Bulgaria, Sofia
Tel: +359 2 980 1344
parker.bulgaria@parker.com

BY – Belarus, Minsk
Tel: +375 17 209 9399
parker.belarus@parker.com

CH – Switzerland, Etoy
Tel: +41 (0)21 821 87 00
parker.switzerland@parker.com

CZ – Czech Republic, Klecany
Tel: +420 284 083 111
parker.czechrepublic@parker.com

DE – Germany, Kaarst
Tel: +49 (0)2131 4016 0
parker.germany@parker.com

DK – Denmark, Ballerup
Tel: +45 43 56 04 00
parker.denmark@parker.com

ES – Spain, Madrid
Tel: +34 902 330 001
parker.spain@parker.com

FI – Finland, Vantaa
Tel: +358 (0)20 753 2500
parker.finland@parker.com

FR – France, Contamine s/Arve
Tel: +33 (0)4 50 25 80 25
parker.france@parker.com

GR – Greece, Athens
Tel: +30 210 933 6450
parker.greece@parker.com

HU – Hungary, Budaörs
Tel: +36 23 885 470
parker.hungary@parker.com

IE – Ireland, Dublin
Tel: +353 (0)1 466 6370
parker.ireland@parker.com

IT – Italy, Corsico (MI)
Tel: +39 02 45 19 21
parker.italy@parker.com

KZ – Kazakhstan, Almaty
Tel: +7 7273 561 000
parker.easteurope@parker.com

NL – The Netherlands, Oldenzaal
Tel: +31 (0)541 585 000
parker.nl@parker.com

NO – Norway, Asker
Tel: +47 66 75 34 00
parker.norway@parker.com

PL – Poland, Warsaw
Tel: +48 (0)22 573 24 00
parker.poland@parker.com

RO – Romania, Bucharest
Tel: +40 21 252 1382
parker.romania@parker.com

RU – Russia, Moscow
Tel: +7 495 645-2156
parker.russia@parker.com

SE – Sweden, Spånga
Tel: +46 (0)8 59 79 50 00
parker.sweden@parker.com

SK – Slovakia, Banská Bystrica
Tel: +421 484 162 252
parker.slovakia@parker.com

SL – Slovenia, Novo Mesto
Tel: +386 7 337 6650
parker.slovenia@parker.com

TR – Turkey, Istanbul
Tel: +90 216 4997081
parker.turkey@parker.com

UA – Ukraine, Kiev
Tel: +380 44 494 2731
parker.ukraine@parker.com

UK – United Kingdom, Warwick
Tel: +44 (0)1926 317 878
parker.uk@parker.com

ZA – South Africa, Kempton Park
Tel: +27 (0)11 961 0700
parker.southafrica@parker.com

North America

CA – Canada, Milton, Ontario
Tel: +1 905 693 3000

US – USA, Cleveland
Tel: +1 216 896 3000

Asia Pacific

AU – Australia, Castle Hill
Tel: +61 (0)2-9634 7777

CN – China, Shanghai
Tel: +86 21 2899 5000

HK – Hong Kong
Tel: +852 2428 8008

IN – India, Mumbai
Tel: +91 22 6513 7081-85

JP – Japan, Tokyo
Tel: +81 (0)3 6408 3901

KR – South Korea, Seoul
Tel: +82 2 559 0400

MY – Malaysia, Shah Alam
Tel: +60 3 7849 0800

NZ – New Zealand, Mt Wellington
Tel: +64 9 574 1744

SG – Singapore
Tel: +65 6887 6300

TH – Thailand, Bangkok
Tel: +662 186 7000

TW – Taiwan, Taipei
Tel: +886 2 2298 8987

South America

AR – Argentina, Buenos Aires
Tel: +54 3327 44 4129

BR – Brazil, Sao Jose dos Campos
Tel: +55 800 727 5374

CL – Chile, Santiago
Tel: +56 2 623 1216

MX – Mexico, Toluca
Tel: +52 72 2275 4200