

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	
E0540-80¹⁾	EPDM	80 ^{±5}	черный	-50 +150	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • для использования в системах промышленного охлаждения воды • улучшенная стойкость к старению
E8743-70	EPDM	70 ^{±5}	черный	-50 +150	<ul style="list-style-type: none"> • улучшенная стойкость к старению • (EC) № 1935/2004 • для пищевой промышленности • без продуктов животного происхождения
E8780-80	EPDM	80 ^{±5}	черный	-50 +150	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	
N0552-90¹⁾	NBR	90 ^{±5}	черный	-30 +100	
N0674-70¹⁾	NBR	70 ^{±5}	черный	-35 +100	<ul style="list-style-type: none"> • 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 гидрофтороуглероды 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	Жесткость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]		Свойства / области применения
Фторсиликоновый каучук (FVMQ)						
L0677-70	FVMQ	70 ^{±5}	синий	-60	+170	<ul style="list-style-type: none"> • для высоких температур • хорошая стойкость к низким температурам • устанавливается преимущественно в местах, где важна стойкость к топливу и маслу • преобладает в авиационной промышленности
L0806-80	FVMQ	80 ^{±5}	синий	-60	+170	<ul style="list-style-type: none"> • подтверждено для военного и аэрокосмического применения
L3355-70	FVMQ	70 ^{±5}	желтый	-60	+170	<ul style="list-style-type: none"> • используется в соединениях автомобильного топлива
L8559-70	FVMQ	70 ^{±5}	синий	-60	+170	
L8585-80	FVMQ	80 ^{±5}	синий	-60	+170	<ul style="list-style-type: none"> • подтверждено для аэрокосмического применения
Фторуглеродный каучук (FKM)						
V0709-90	FKM	90 ^{±5}	черный	-25	+200	
V0747-75¹⁾	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • стандартный компаунд • для высоких температур • горячее масло • ароматические растворители • обширная устойчивость к химическому воздействию • огнестойкие жидкости с эфиром фосфорной кислоты и хлоридокарбонатным основанием • сополимер
V0763-60	FKM	60 ^{±5}	коричневый	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • сополимер
V0884-75	FKM	75 ^{±5}	коричневый	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • сополимер
V0894-90	FKM	90 ^{±5}	коричневый	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • сополимер
V3642-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • тройной сополимер
V3670-70	FKM	70 ^{±5}	зеленый	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • сополимер
V3681-80	FKM	80 ^{±5}	зеленый	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • сополимер
V3736-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-28	+200	<ul style="list-style-type: none"> • тройной сополимер • улучшенная совместимость со средами
V3738-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-20	+200	<ul style="list-style-type: none"> • улучшенная совместимость со средами
V8592-75	FKM	75 ^{±5}	синий	-40	+200	<ul style="list-style-type: none"> • для низких температур
V8703-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-30	+200	<ul style="list-style-type: none"> • улучшенная стойкость к низким температурам • подходит для применения с биодизелем (RME)
V8722-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • без продуктов животного происхождения • улучшенная стойкость к водным гликолям и кислотам
V8750-70	FKM	70 ^{±5}	черный	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> • соответствует FDA • (EC) № 1935/2004 • пищевая промышленность
V8802-80	FKM	80 ^{±5}	синий	-40	+200	<ul style="list-style-type: none"> • для низких температур
V8877-75	FKM	75 ^{±5}	синий	-50	+200	<ul style="list-style-type: none"> • особенно улучшенная стойкость к низким температурам
V8989-80	FKM	83 ^{±5}	черный	-40	+200	<ul style="list-style-type: none"> • для низких температур • улучшенная совместимость со средами и улучшенные механические свойства
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor®)						
V3819-75	FKM	75 ^{±5}	черный	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> • улучшенная стойкость к водным гликолям и кислотам • отличная доступность в стандартных размерах Parker
V8534-90	FKM	90 ^{±5}	черный	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> • улучшенная стойкость к взрывной декомпрессии и выдавливанию из зазора • применение в морской и нефтедобывающей промышленности
V8730-70	FKM	70 ^{±5}	белый	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Жесткость [Шор A]	Цвет	Температурный диапазон статика [°C]		Свойства / области применения
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor®)						
V3852-65	FKM	65 ^{±5}	черный	-25	+250	<ul style="list-style-type: none"> используется преимущественно для литых функциональных компонентов и мембран/диафрагм
V8558-75	FKM	75 ^{±5}	зеленый	-25	+260	<ul style="list-style-type: none"> цветная версия
Высокоэффективный фторэластомер (HiFluor® FB)						
V8879-75	FEPDM	75 ^{±5}	черный	-15	+230	<ul style="list-style-type: none"> очень хорошая химическая стойкость очень хорошая лаковая стабильность соответствует FDA (EC) № 1935/2004
V8991-75	FB	75 ^{±5}	черный	-25	+200	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> для низких температур для аэрокосмической отрасли
V8545-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+300	<ul style="list-style-type: none"> лучший компаунд для применения с горячей водой и паром AMS 7257
V8562-75	FFKM	75 ^{±5}	белый	-15	+300	<ul style="list-style-type: none"> для высокотемпературных плазменных применений сухие условия применения в полупроводниковой промышленности
V8588-90	FFKM	90 ^{±5}	черный	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> стойкость к взрывной декомпрессии Norsok M-710
V8920-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> хорошая стойкость в горячей воде для влажных процессов в полупроводниковой промышленности
V8921-75	FFKM	75 ^{±5}	белый	-15	+260	<ul style="list-style-type: none"> чистый компаунд для стерильной и фармацевтической технологии для окислительной среды
V8930-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+325	<ul style="list-style-type: none"> для высоких температур не рекомендуется для алифатического амина и водяного пара
V8950-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-15	+240	<ul style="list-style-type: none"> соответствует FDA (EC) № 1935/2004 без продуктов животного происхождения для пищевой промышленности, фармацевтики и биотехнологии
V8951-70	FFKM	70 ^{±5}	белый	-15	+240	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> для низких температур нефть и газ химические промышленности стойкость к взрывной декомпрессии
Перфторированный эластомер (Parofluor Quantum®)						
V8787-75	FFKM	75 ^{±5}	черный	-20	+230	<ul style="list-style-type: none"> оптимизированная стабильность к краскам, лакам и растворителям
V8844-75	FFKM	75 ^{±5}	естественный	-20	+230	<ul style="list-style-type: none"> оптимизированная стабильность к краскам, лакам и растворителям
V8910-75	FFKM	80 ^{±8}	черный	-20	+220	<ul style="list-style-type: none"> улучшенная химическая стойкость без продуктов животного происхождения
V8911-75	FFKM	75 ^{±8}	белый	-20	+220	<ul style="list-style-type: none"> 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	• КТW, 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