

УДК 699.822

**КОМПЛЕКС СОСТАВОВ ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СТЫКА ТРУБ  
СО СТЕНКОЙ ФУНДАМЕНТА**

*канд. техн. наук, доц. А.П. ШВЕДОВ*  
(Полоцкий государственный университет);  
**В.И. БЕЛОШАПКА**  
(Нефтезаводмонтаж, Новополоцк)

*В представляемой работе проанализированы герметизирующие материалы, применяемые для набивки сальника. Выбрана методика определения прочности и герметичности составов. Рассмотрена технология набивки сальника, а также приведены результаты испытаний набивного сальника на герметичность с использованием полномасштабной модели с диаметром основной трубы 57 мм. Полученные результаты свидетельствуют о том, что использованные нами в качестве набивки материалы являются наилучшим решением обозначенной проблемы.*

**Ключевые слова:** герметизирующие материалы, дефект, сальник, гильза, набивка, мастика, лента.

Дефекты сальника в сооружениях возникают в результате деформации их отдельных элементов. Основными дефектами являются протечки в местах соприкосновения деталей и составов, различных по свойствам и характеристикам используемых материалов, в примыканиях гильзы и стенки ограждающей конструкции. Причинами нарушения герметичности могут быть также производственно-технические и климатические факторы.

Для предотвращения попадания влаги внутрь сооружения используют специальные герметизирующие составы в сальниковой набивке. Материалы, используемые для герметизации стыков, должны обладать высокой эластичностью, необходимой прочностью на разрыв, хорошей адгезией, высокими прочностными и деформативными показателями, атмосферостойкостью, водо- и воздухопроницаемостью, технологичностью и ремонтпригодностью. Для герметизации стыков используются мастичные, прокладочные и набивные ленточные составы. Герметичность проходки зависит от устройства из комплекса материалов водонепроницаемого слоя между гильзой и основной трубой.

Дефекты сальника в сооружениях возникают в результате деформации их отдельных элементов. Основными дефектами, как было сказано выше, являются протечки в местах соприкосновения деталей и составов, в примыканиях гильзы и стенки ограждающей конструкции. В результате протечек снижаются влагозащитные свойства ограждения, что влечет за собой либо снижение герметичности соединения, либо полное локальное разрушение данного узла с возможностью повреждений основной трубы. Переменные притоки грунтовых вод снижают прочностные качества ограждающих конструкций и узлов проходок, что приводит к уменьшению нормативного срока службы сооружения.

Для предотвращения этих нежелательных явлений используют специальные герметизирующие составы сальниковой набивки. Причинами нарушения герметичности являются производственно-технические и климатические условия [1]. Материалы, используемые для герметизации стыков, должны обладать высокой эластичностью, необходимой прочностью на разрыв, хорошей адгезией, высокими прочностными показателями, водо- и воздухопроницаемостью, технологичностью и ремонтпригодностью. Для герметизации стыков используются мастичные, прокладочные и набивные ленточные составы.

Мастичные составы подразделяются на *самотвердеющие* и *нетвердеющие*. К *самотвердеющим* относятся мастики на основе тиоколов, кремнийорганических соединений и бутилкаучуков; к *нетвердеющим* – полимерные композиции [2].

*Тиоколовые* – вязкотекучие пастообразные мастики, состоящие из герметизирующих и вулканизирующих составов. После смешивания компонентов происходит необратимый процесс вулканизации и превращения пастообразной массы в резиноподобный материал, который будет повторять изменения размеров стыков, возникающие под воздействием колебаний и внешних сил. Тиоколовые мастики отличаются высокой деформативностью и прочностными свойствами: хорошей адгезией к бетону, атмосферостойкостью, воздухо- и водонепроницаемостью, технологичностью [3]. Недостаток тиоколовых герметиков – невозможность производства работ при отрицательной температуре наружного воздуха.

*Эластосил* представляет собой однокомпонентный пастообразный материал, способный переходить в резиноподобное состояние в результате взаимодействия с влагой. Хранят его в емкостях из влагонепроницаемых материалов (патронах, тубах и т.д.). Эластосил-11-06 может эксплуатироваться в интервале рабочей температуры –55...+200 °С [4].

*Бутилкаучуковые составы* – самовулканизирующиеся двухкомпонентные высоковязкие композиции. Выпускают герметики марок ЦПЛ-2, БГМ-1, БГМ-2, гермабутил-УМ и гермабутил-2М. Поставляют их в виде отдельно упакованных компонентов № 1 и № 2. Мастики гермабутил-УМ и гермабутил-2М – в парафиновых бочках вместимостью 20 кг. Расфасовывают в двух вариантах: оба компонента мастичные или один компонент мастичный, другой – в виде порошка. Герметики и праймер приготавливают смешиванием соответствующих компонентов в соотношении, указанном в паспорте [9].

*Мастика тиоколосодержащая ЛТ-1* предназначена для герметизации стыков кирпичных, бетонных и других конструкций. Обладает высокими техническими характеристиками. Материал практически не поддается старению, стиранию, разрыву. Обладает высокой адгезией к металлу, бетону, кирпичу, дереву. Устойчив к ультрафиолетовому, а также кислотному (щелочи, растворители) воздействию. Получил широкое распространение в строительной сфере, на объектах повышенной опасности. Является двухкомпонентным материалом. Благодаря наличию тиокола в качестве основного компонента мастика имеет низкую проницаемость для газов. Рабочий интервал: от  $-60$  до  $+70$  °С [5].

*Прокладочные материалы* выпускают в виде полос и жгутов различных профилей и поперечного сечения, в основном используют в сальниках нажимного типа.

*Пороизол* – пористый, эластичный и долговечный материал. Производят его с незакрытыми порами на поверхности и с защитным поверхностным слоем (применяют без дополнительной обработки). При установке в шов герметик обжимают на 30...50% первоначального объема [6].

*Гернит* – пористый высокоэластичный прокладочный материал серо-коричневого цвета с воздухо- и водонепроницаемой пленкой на поверхности. Изготавливают его в виде жгутов диаметром 20, 40, 60 мм и длиной 3 м. Выпускают пористый гернит П и плотный гернит С, обладающий большей прочностью при растяжении и лучшими деформативными свойствами. Гернит более долговечен, чем пороизол, и обладает большим относительным удлинением [7].

*Бентонитовый шнур* – широко используемый сегодня для герметизации швов и не только благодаря своим отличным техническим характеристикам, но и надежной его защите различных строительных конструкций от воздействия грунтовых вод. Без этого прокладочного материала практически не обходятся работы по выполнению гидроизоляции коллекторов, насосных станций, резервуаров и др. Нередко именно бентонитовый шнур используется при уплотнении бетонных отверстий, предназначенных под укладку канализационных и водопроводных труб. Для его изготовления используется глина бентонитовая, а также невулканизированный полимер в виде бутилкаучука. Основная особенность бентонитового шнура в том, что при контакте с жидкостью он увеличивается в своих размерах, способствуя тем самым надежной гидроизоляции различных конструкций [8].

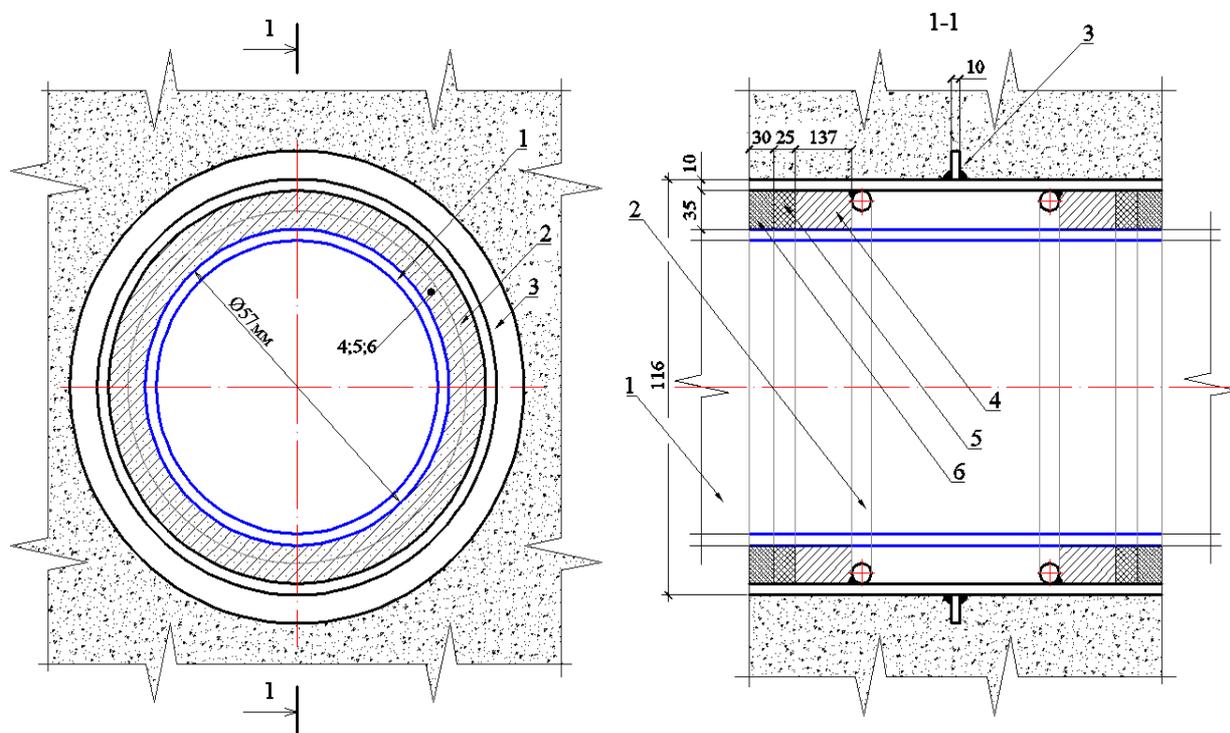
*Лента «Герлен»* представляет собой однородный эластичный материал, выполненный на основе синтетического каучука, смол, пластификаторов и наполнителей. Клеящая поверхность ленты изолирована защитной силиконовой бумагой. Ленту «Герлен» производят двух видов: дублированную нетканым материалом (Герлен Д) и недублированную (Герлен) [9]; выпускают полосами шириной 80...200 мм, длиной 12 м и толщиной 3 мм. Допускаемые отклонения, мм: по длине 10, по ширине 0,5, по толщине 0,3...0,5. В обозначении ленты после названия указывают ширину (герлен-100 – ширина ленты 100 мм). К недостаткам ленты следует отнести невозможность ее наклеивания при температуре наружного воздуха ниже 10 °С. Ленточные герметики не нашли широкого применения в устройстве сальниковой набивки, так как этот тип герметизирующего состава требует дополнительных работ для качественного герметичного стыка [10]. К преимуществам ленты следует отнести возможность герметизации стыков сложной конструктивной формы.

При устройстве стыка сальника используется несколько видов герметизирующих материалов – именно их работа в комплексе препятствует попаданию влаги за пределы ограждающей конструкции. Для моделирования стыка (рисунок 1) рассматривается набивка из просмоленной пеньковой пряжи, мастика ЛТ-1, а также «Пенетрат Аква Стоп».

В настоящее время «Пенетрат» является последней разработкой в области герметизирующих составов. Применяется он как на открытом воздухе, так и во влажной среде, даже в тех случаях, когда обычные составы вымываются, а полимерные составы не дают прочного сцепления. Пенетрат – сверхбыстротвердеющий гидроизоляционный состав, способный остановить поток воды из трещин, свищей, швов и других отверстий в бетоне и камне. Водоостанавливающий гидроизоляционный состав «ГС Пенетрат Аква Стоп» разработан по ТУ ВУ 100926738.017-2011.

В отличие от аналогичных смесей белорусского и импортного производства, в состав которых входит обычный портландцемент и различные добавки, «Пенетрат Аква Стоп» создан на специальном цементе. Механизм работы материала основан на свойствах специальных цементов – быстро набирает прочность и увеличивается в объеме после контакта с водой.

Полученные ранее результаты в ходе научно-исследовательской работы по проверке максимальной прочности материалов на разрыв показали, что смесь «Пенетрат Аква Стоп» имеет преимущества перед асбестоцементом. В связи с этим возникло решение – изучить комплексную работу сальника с применением современного состава «Пенетрат Аква Стоп».



1 – основная труба диаметром 57 мм; 2 – упор; 3 – ребро; 4 – каболка водопроводная;  
5 – гидроизоляционная смесь «Пенетрат Аква Стоп»; 6 – замазка из мастики ЛТ-1

Рисунок 1. – Устройство набивного сальника

Так как испытание сальника на герметичность проводится с несколькими герметизирующими материалами, соответственно, технология набивки будет иной. Набивка, зачеканка, замазка с использованием асбестоцементной смеси, мастики БН70/30 и просмоленной пеньковой пряди подробно описана в серии «5.900-2 Сальники набивные Ду 50...1400 мм для пропуска труб через стены».

Технология набивных сальников, предназначенных для пропуска металлических труб через стены сооружений в мокрых и сухих грунтах с применением смеси «Пенетрат Аква Стоп», мастикой ЛТ-1 и каболки водопроводной, следующая:

Зазор между пропускаемой трубой и корпусом сальника плотно набивается каболкой водопроводной (жгутовой) по ТУ-17 РСФСР 40-4266-91 с пропиткой по ГОСТ6617-76. Диаметр жгута должен быть больше величины зазора. Материал для заполнения должен быть сухой и не должен содержать костры и посторонних примесей. Вводимую в зазор каболку необходимо послойно уплотнять (конопатить) сильными ударами молотка, возможно применение пневматической трамбовки. Зачеканка производится сразу после заделки зазора каболкой. Гидроизоляционную смесь ГС «Пенетрат Аква Стоп» смешивают с водой. Смешивание производится только вручную, быстро и тщательно, до получения консистенции жесткого раствора из расчета 0,16...0,17 л воды на 1 кг сухой смеси. Не следует перемешивать слишком долго и приготавливать раствора больше, чем можно нанести за 1 минуту при 20 °С, так как одноминутный раствор сразу становится непригодным для использования. Повторно затворять водой не допускается.

Для замазки применяется мастика ЛТ-1 по ТУ РБ 100162417.016-2001 – двухкомпонентная тиолсодержащая. Перед применением отверждающая паста вводится в основную. Композиция перемешивается электродрелью с закрепленным на ней миксером в течение 5...6 минут до полного совмещения основной и отверждающей паст. Цвет мастики должен быть однородным, без разводов.

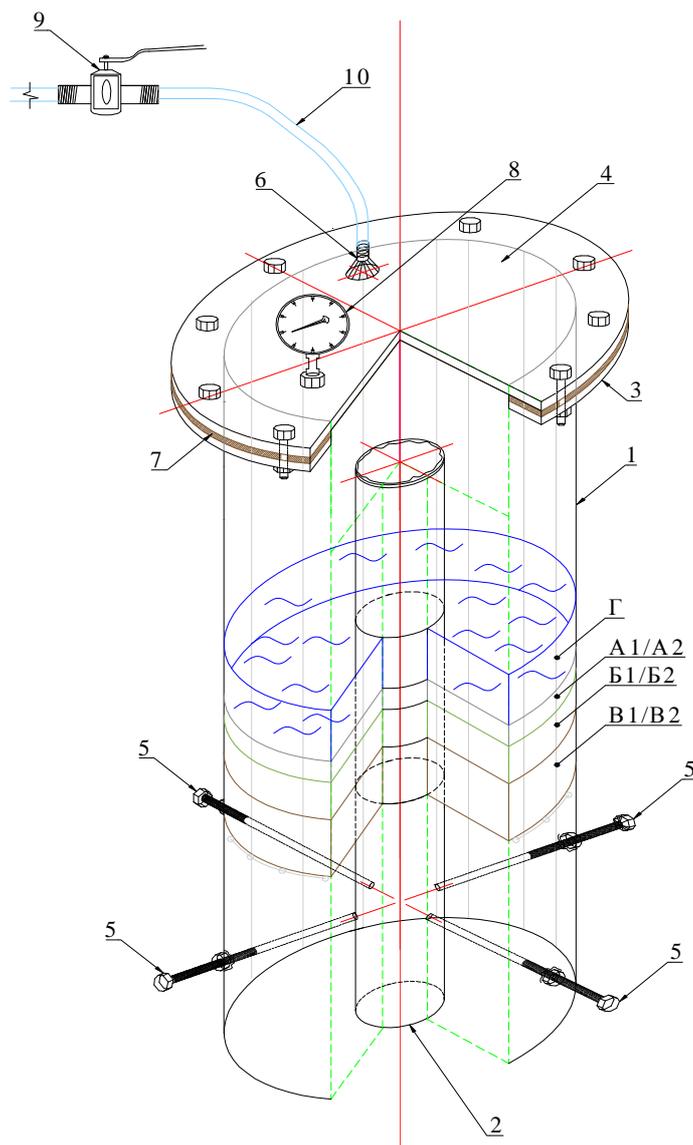
Приготовленная мастика жизнеспособна в течение продолжительного времени (2...24 ч при температуре 23 °С). В зазор мастику наносят вручную шпателем. Запрещается наносить мастику во влажных условиях, в частности при выпадении осадков.

Изучение комплексной работы набивки сальника невозможно произвести, имея лишь общие данные и характеристики каждого состава в отдельности. Так, для максимальной информативности опыта на герметичность сальника трубопровода с помощью программного комплекса AutoCAD разработана модель (рисунок 2) набивного сальника, соответствие которой реальному сальнику составляет 100%.

Очевидно, что точность решения в этом случае максимальна, а ущерб от применения модели минимален. Объект повторяется во всех своих деталях – фактически, создается точно такой же объект путем копирования его размерных характеристик, указанных в серии.

Для компоновки сальника использовались данные по серии «5.900-2» [1].

В качестве основной трубы выбран диаметр 50 мм, гильзы – 89 мм. Использование таких размеров деталей сальника удовлетворяет условиям проведения опыта с минимальными погрешностями.



1 – гильза; 2 – основная труба с герметичным оголовком; 3 – приварной фланец с элементами крепления; 4 – крышка; 5 – элементы крепления основной трубы относительно центра гильзы; 6 – штуцер; 7 – прокладка; 8 – манометр; 9 – запорная арматура подачи кислорода; 10 – шланг высокого давления; А1 – мастика БН70/30; А2 – мастика ЛТ-1; Б1 – асбестоцементная смесь; Б2 – смесь «Пенетрат Аква Стоп»; В1 – просмоленная пеньковая пряжа; В2 – каболка водопроводная; Г – столб воды

Рисунок 2. – Модель набивного сальника

Набивка выполняется послойно через верхнюю крышку (4), закрепленную к гильзе через прокладку болтами М8; толщина слоев набивки составляет: А1/А2 = 30 мм; Б1/Б2 = 25 мм; В = 137 мм.

После того как набивка завершена, заливается водопроводная вода, соответствующая требованиям СТБ 1114-98; столб воды минимальный – порядка 20 мм, основное усилие на набивку будет воссоздаваться давлением кислорода, пошагового добавляемого в камеру.

В установке поочередно подвергалось испытанию 10 образцов, в 5-ти из которых используется набивка по серии, в остальных – набивка современных смесей, в частности «ПенетратАкваСтоп». Подъем давления деаэрированной воды производился ступенями по 0,2 атмосферы в течение 1...5 мин с выдержкой в течение одного часа на каждой ступени до давления, при котором появляются признаки фильтрации в виде отдельных капель.

При отсутствии фильтрата в виде капель в течение 96 часов герметичность сальника дополнительно измеряется путем помещения сорбента в нижнюю камеру. Если сорбент не изменяет свою массу более чем на 2%, это говорит о том, что сальник полностью препятствует проникновению влаги в нижнюю камеру при воздействии на него столба воды под давлением. В ходе проведения лабораторных испытаний получены результаты, представленные в таблице.

#### Результаты испытаний сальников на герметичность

Наименование набивного сальника	Номер образца	Максимальное давление, воспринимаемое сальником		Среднее значение максимального давления воспринимаемого сальником (МПа)
		появление отдельных капель (МПа)	открытая течь, потеря давления в камере (МПа)	
Устройство сальника по серии «5.900-2»	1	0,745	0,78	0,775
	2	0,72	0,775	
	3	0,725	0,78	
	4	0,73	0,77	
	5	0,72	0,77	
Устройство сальника с применением герметизирующего состава «ПенетратАкваСтоп»	1	0,845	0,91	0,91
	2	0,83	0,9	
	3	0,835	0,905	
	4	0,84	0,915	
	5	0,85	0,92	

По результатам проделанной работы (см. таблицу) можно сделать вывод, что устройство сальниковой набивки с применением гидроизоляционной смеси «ПенетратАкваСтоп» не уступает набивному сальнику, выполненному по серии «5.900-2 Сальники набивные Ду 50...1400 мм для пропуска труб через стены» [1]. При небольшом отличии в максимальной нагрузке сальник с применением смеси «Пенетрат Аква Стоп» является также менее затратным и трудоемким в процессе его устройства.

Таким образом, в результате проведенных исследований с применением фактически полномасштабной модели, имеющей диаметр основной трубы 57 мм, определено, что устройство набивного сальника с применением гидроизоляционного состава «Пенетрат Аква Стоп» обеспечивает герметичность сальника при воздействии на него прямого столба воды.

Следует отметить, что выбранная методика определения прочности и герметичности составов не требует дополнительных многолетних и дорогостоящих исследований, что немаловажно для определения технически правильных решений такого рода узлов. Полученные результаты свидетельствуют о том о том, что использованные материалы в качестве набивки, зачеканки и замазки являются наиболее целесообразным решением по всем показателям по сравнению с серией «5.900-2». Следовательно, применение рассматриваемых материалов и технологии могут быть использованы промышленностью в целях улучшения качества, экономии энергии, а также уменьшения материальных ресурсов, затраченных на устройство проходки трубопровода через стенку фундаментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трубы металлические и соединительные части к ним. Ч. 4. Трубы из черных металлов и сплавов литейные и соединительные части к ним. Основные размеры. Методы технологических испытаний труб : сборник. – М., 2010. – 239 с.

2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mirznanii.com/a/320247/materialy-dlya-germetizatsii-stukov>. – Дата доступа: 29.08.2018
3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bestreferat.ru/referat-57776.html>. – Дата доступа: 29.08.2018.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://lavandamd.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=113:2011-03-10-14-04-04&id=30626:2010-03-15-19-22-33](http://lavandamd.ru/index.php?option=com_content&view=article&catid=113:2011-03-10-14-04-04&id=30626:2010-03-15-19-22-33). – Дата доступа: 29.08.2018.
5. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://slavbelstroy.by/category/germetiki-i-mastiki/tiokolovye/mastika-tiokolovaya-lt-1>. – Дата доступа 29.08.2018.
6. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agpipe.ru/articles/lineinoe\\_rasshirenie\\_trub](https://agpipe.ru/articles/lineinoe_rasshirenie_trub). – Дата доступа: 08.02.2019.
7. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ronl.ru/referaty/tehnologiya/206243/>. – Дата доступа: 29.08.2018.
8. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://samastroyka.ru/bentonitovyj-shnur-vidy-primenenie.html>. – Дата доступа: 29.08.2018.
9. Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.01-54-2007 (02250). – М., 2008.
10. Системы внутреннего водоснабжения зданий : ТКП 45-4.01-52-2007 (02250). Строительные нормы проектирования. – М., 2008.

Поступила 07.06.2019

#### COMPLEX OF COMPOSITIONS FOR SEALING THE JOINT OF PIPES WITH THE WALL OF THE FOUNDATION

A. SHVEDOV, V. BELOSHAPKA

*In the presented work, the sealing materials used for packing the oil seal are analyzed. The method of determining the strength and tightness of the compositions was chosen. The technology of the stuffing box as well as the results of tests printed seal for leaks using a full-scale model with a diameter of the main pipe 57 mm the Obtained results indicate that we used as the packing materials are the best solution to these problems.*

**Keywords:** *sealing materials, defect, oil seal, sleeve, packing, mastic, tape.*