

УДК 666.968.1./2

И. В. Имамутдинов, Р. Ю. Галимзянова, Ю. Н. Хакимуллин

ГЕРМЕТИКИ НА ОСНОВЕ ЭЛАСТОМЕРОВ

Ключевые слова: герметики, отверждаемые и неотверждаемые герметики, реакционноспособные олигомеры, MS-полимер.

В статье представлен обзор герметизирующих материалов на основе высокомолекулярных каучуков. Описаны свойства неотверждаемых и отверждаемых герметиков на основе эластомеров, их достоинства и недостатки по сравнению с герметиками на основе реакционноспособных олигомеров. Намечены пути улучшения свойств герметизирующих материалов на основе эластомеров.

Key words: sealants, curing and non-curing sealants, reactive oligomers, MS-polymer.

The article provides an overview of high molecular weight rubber based sealing materials. The properties of non-curing and curing sealants based elastomers, their advantages and disadvantages compared with reactive oligomers based sealants. Ways of improving the properties of elastomer based sealing materials are considered.

Герметики на основе полимеров или олигомеров - пастообразные или вязкотекучие композиции, которые наносят на герметизируемую поверхность, в том числе на болтовые, заклепочные соединения и стыки с целью защиты конструкций от воздействия различных сред, в том числе и кислорода воздуха, и предотвращения утечки рабочей среды через зазоры конструкции. Герметизирующий слой образуется непосредственно на соединительном шве в результате отверждения (вулканизации) полимерной основы или испарения растворителя; существуют также герметики, которые после нанесения на герметизируемую поверхность никаких изменений не претерпевают. Следует отметить, что герметики нашли широкое применение в машиностроении, электротехнике, авиации, строительстве и медицине, где наряду с высокой адгезией к ним предъявляются специфические требования – маслобензо-, водостойкость и т.д. [1-9].

Основные требования к герметикам: высокая эластичность, прочность, адгезия к материалам конструкции, тепло- и морозостойкость, устойчивость к действию рабочих сред, влаги, света, озона, коррозионная инертность по отношению к поверхностям, контактирующим с герметиками, а в некоторых случаях, кроме того, хорошие электроизоляционные свойства, стойкость к действию ионизирующих излучений и др. Желательно также, чтобы герметики были способны вулканизоваться при комнатной температуре, не требовали длительной сушки и не содержали токсичных компонентов.

Современный мир нельзя представить без строительства, а, следовательно, существует необходимость герметизации, уплотнения стыков. Для решения таких задач применяются герметики, мастики или пасты, плёнки, пористые эластичные прокладки и профилированные изделия [9-11].

Сборное строительство жилых и промышленных зданий остро нуждается в материалах для герметизации стыков между сборными конструкциями, панелями. Стыки являются наиболее уязвимым местом сооружения, ибо влага, попадая в стык, приводит к ускоренной коррозии сварных конструкций стыков, снижая тем самым срок службы здания.

Независимо от положения стыка герметизирующие материалы должны отвечать следующим основным требованиям:

- полностью предохранять стык от попадания в него воды
- не допускать фильтрации воздуха сверх количества, предусмотренного нормативами;
- обладать способностью сохранять свои герметизирующие свойства независимо от атмосферных воздействий;
- длительное время не подвергаться старению;
- иметь невысокую стоимость и изготавливаться из доступного сырья.

Требования, предъявляемые к герметикам, как видно уже из этого перечня, являются достаточно сложными. Если же учесть влияние различных атмосферных воздействий в разных климатических зонах, то становится ясным, что материалы для герметизации стыков панелей должны обладать свойствами, которые никогда не предъявлялись другим строительным материалам [12,13].

Производство герметиков в России получило промышленное развитие с 60-х годов прошлого столетия и характеризуется достаточно быстрыми темпами развития. Свою продукцию строительному комплексу в области герметиков предлагают как отечественные производители, насчитывающие до десятка компаний, так и зарубежные производители, среди которых всемирно известные компании: Henkel, 3M, Bostik, Tremko и др. Тенденция к импортозамещению на рынке герметиков, наметившаяся в конце 90-х годов, создает более жесткую конкурентную среду, что в конечном счете ведет к повышению качества материалов, обновлению и расширению ассортимента. При этом следует отметить, что герметизирующие материалы собственного производства обладают высокой конкурентоспособностью по своим техническим характеристикам и имеют солидное преимущество в соотношении цена-качество на товар в сравнении с импортными материалами в своем классе, что позволило значительно потеснить иностранные компании на отечественном рынке [12,14].

Широкий ассортимент герметиков затрудняют их систематизацию и классификацию. Тем не

менее, общепринято классифицировать герметики по:

- отношению к процессу вулканизации: вулканизирующиеся (или отверждаемые) и неотверждаемые;
- типу исходного полимера: на основе эластомеров, реакционноспособных олигомеров, термоэластопластов или их смесей;
- состоянию в момент поставки или по выпускной форме: формовые (шнур, лента) и неформовые (в виде текучей или пастообразной массы);
- состоянию в момент эксплуатации или по упругим свойствам: эластичные (или упругие), пластичные, эластопластичные и пластиэластичные;
- числу компонентов в условиях поставки: однокомпонентные или многокомпонентные (чаще всего двухкомпонентные);
- температурным условиям вулканизации (или отверждения);
- теплостойкости и стойкости к различным средам;
- методам нанесения: механизированное (герметизирующий пистолет-аппликатор) или шпательные, кистевые, поливочные, заливочные или литевые [2,5,8,12].

На рисунке 1 представлены наиболее широко распространенные типы герметиков.



Рис. 1 - Виды герметиков

По числу компонентов в момент поставки герметики подразделяют на однокомпонентные и многокомпонентные (чаще всего двухкомпонентные).

Однокомпонентные герметики, как правило, поставляются в тубах или картриджах и могут быть использованы потребителем сразу после получения с завода-изготовителя и сохраняют свои свойства в течение 6-12 месяцев.

Многокомпонентные герметики состоят из 2-3 и более компонентов, которые смешивают друг с другом в определенной пропорции непосредственно перед применением. Жизнеспособность таких герметиков в приготовленном для нанесения состоянии ограничена и колеблется, как правило, от 1 до 24 ч. Главным компонентом является герметизирующая, или основная, паста — компонент А, состоящая из полимера, наполнителя и некоторых других добавок. Вторым обязательным компонентом является вулканизирующий агент (отвердитель или катализатор) — компонент Б. В качестве третьего компонента, если это требуется, применяется ускоритель вулканизации.

Для смешения многокомпонентных герметиков перед нанесением требуется специальное сме-

сительное, а иногда и дозирующее оборудование [1,8,10,15].

Отверждаемые герметики представляют собой термореактивные материалы, которые под воздействием тепла, влаги или специальных химических веществ — вулканизирующих или отверждающих агентов, вводимых чаще всего непосредственно перед применением, подвергаются необратимым физико-химическим изменениям, т.е. вулканизируются, переходя из вязкого пластического состояния в эластичное резиноподобное практически без усадки [2].

Исходя из возрастающих требований к технологичности, всесезонности использования и долговечности, все большее распространение в строительстве находят отверждающиеся герметики эластомерного типа на основе реакционноспособных олигомеров: силиконовых, уретановых и полисульфидных (жидких тиоколов) [10-12,14,16-20]. Достоинством композиционных материалов на основе реакционноспособных олигомеров является возможность осуществления надежной герметизации поверхностей любой формы, практически без усадки и выделения растворителей в течение всего года и способность долговременно (15-30 лет) эксплуатироваться в любых климатических зонах, обеспечивая герметичность швов с предельно-допустимой деформацией не менее 25% [10,11,14,20].

Свойства отверждаемых герметиков приведены в таблице 1 [20]. Как следует из таблицы герметики на основе полисульфидных олигомеров (ПСО) отличаются высокой газонепроницаемостью, поэтому они широко используются для герметизации второго контура стеклопакетов. Уретановые

Таблица 1 - Свойства отверждаемых герметиков

Показатели	Поли- суль- фидные	Уре- та- новые	Сили- ко- новые
Жизнеспособность, ч.	0 ³⁰ -24	1-24	0 ³⁰ -24
Условная прочность при разрыве, МПа	0,1-6	0,1-30	0,1-7
Относительное удлинение, %	100-600	200-600	80-500
Температура эксплуатации, °С	-60 – +130	-60 – +80	-60 – +200
Степень эластического восстановления, %	50-95	85-95	90-100
Предельно допустимая деформация, %	15-50	15-50	15-60
Проницаемость водяного пара, г/м ² за 24 ч. (DIN 53122) аргона, мл/м ² см бар	1 40-70	5 100-300	10 200-400
Износостойкость	плохая	высокая	плохая
Стойкость к УФ и озону	хорошая	хорошая	отличная
Водостойкость	высокая	высокая	высокая
Температура нанесения, °С	-5 (-20*) – +40	-5 – +40	-30 – +40
Долговечность, лет	10-30	10-30	20-40

герметики обладают высокими прочностными свойствами, высокой эластичностью, и поэтому наряду с герметизацией стеклопакетов они используются в качестве кровельных покрытий и для герметизации различных стыков в строительстве. Силиконовые герметики превосходят все остальные по устойчивости к ультрафиолету и обладают высокой адгезией к строительным материалам и во всем мире применяются для структурного остекления [14]. Выпуск герметиков для структурного остекления сосредоточен в таких ведущих компаниях мира как Dow Corning, GEBayer Silicons, Tremco, Wacker [14,21].

Одним из последних достижений в области герметиков на основе реакционноспособных олигомеров являются так называемые «гибридные» герметики на основе MS-полимеров – силан-производные полиэфира (modified-silanepolyester) и STP-полимеры – силан-производные полиуретана (silan-terminatedpolyurethane). По своей сути такие полимеры являются полиэфирным (полиуретановым) соединением, в структуру которого внедряется силанольная (кремнийорганическая) группа, которая, реагируя с влагой воздуха, создает встроенную кремнийорганическую структуру [22].

Это позволяет избавиться от изоцианатов и растворителей, увеличить устойчивость к УФ-излучению, адгезию и добавить материалу другие положительные качества. В результате получился полимер с уникальным набором свойств, который взял себе все лучшее от полиуретанов и силиконов. Например, при отсутствии влаги MS-полимер может храниться до 2-х лет, обладает устойчивой вязкостью в широком диапазоне температур и отличной выталкиваемостью (экструдированностью) даже при холодной погоде, не имеет такого неприятного запаха как меркаптан и ацетат. Не содержит растворителей и безопасен в применении, быстро отверждается даже при низких температурах, может быть окрашен любыми красками «мокрым по мокрому» и это никак не влияет на скорость вулканизации. MS-полимер имеет отличную адгезию ко всем поверхностям без применения грунтовок и праймеров, устойчив к воздействию температур до 120°C и кратковременно до 180°C, инертен, не пачкает и не окисляет поверхности, более устойчив к УФ - излучению чем полиуретан, не оставляет жирных пятен, не изменяет цвет герметизируемых поверхностей, устойчив к влажным условиям эксплуатации и т.д. [23,24].

Долговечность эксплуатации герметиков и гидроизолирующих материалов на основе MS – полимера выше, чем у силиконовых и полиуретановых. По цене они конкурируют с полиуретановыми герметиками, а по соотношению цена/качество – существенно их превосходят [25]. В строительстве такие герметики применяются при герметизации сварных швов и соединений, для приклейки гранита, мрамора, натурального камня, фасадных панелей, при герметизации деформационных швов полов, термокомпенсационных швов [21].

Для получения герметизирующих материалов на основе полимеров кроме реакционноспособ-

ных олигомеров широкое применение нашли эластомеры и термоэластопласты [8,26,27]. Эластомеры используются для получения неотверждаемых герметиков. Неотверждаемые или невысыхающие герметики – это термопластичные материалы, которые размягчаются при нагревании и при определенной температуре переходят в вязкотекучее состояние. При охлаждении они возвращаются в первоначальное состояние. Такие герметики в процессе эксплуатации остаются в пластическом или пластоэластическом состоянии [28-30].

Различают неотверждаемые герметики высыхающего и невысыхающего типа.

Высыхающие герметики представляют собой растворы резиновых смесей определенного состава в органических растворителях и относятся к термоэластопластичным материалам, однако в отличие от невысыхающих они в процессе эксплуатации находятся в эластическом состоянии [5,8]. До эксплуатации герметики этой группы находятся в вязкотекучем состоянии, но после нанесения на поверхность и улетучивания растворителя делаются эластичными, резиноподобными. При добавлении растворителя высыхающие герметики могут быть переведены снова в вязкотекучее состояние. Для получения таких герметиков, как правило, применяют термоэластопласты (ТЭП).

Для изготовления неотверждаемых герметиков используются главным образом высокомолекулярные и реже низкомолекулярные каучуки с низкой непредельностью (ненасыщенностью) или полностью насыщенные (не содержащие двойных связей) – полиизобутиленовые, бутилкаучук, этилен-пропиленовый, фторкаучуки.

Невысыхающие герметики отличает высокая атмосферо-, термо-, морозо- и химическая стойкость, стойкость к старению, деформациям, хорошие адгезионные и тиксотропные свойства, экологическая безопасность, совместимость с различными красками и штукатурками, технологичность и экономность.

Герметики невысыхающего типа можно рассматривать как многокомпонентную единую дисперсную систему, состоящую в основном из двух фаз – полимерной жидкоэластичной и твердой, которые находятся в различном агрегатном состоянии и имеют поверхность раздела [28].

Основные области применения: промышленное и гражданское строительство зданий (герметизация межпанельных стыков и их внутренней поверхности, для монтажа оконных проемов, вентилируемых фасадов, герметизации первого и второго контуров стеклопакетов), в качестве липкого слоя изоляционных покрытий для нефтегазопроводов гидротехническое и мелиоративное строительство, авиа-, автомобиль-, судостроение и электротехника [28,29,31].

В 80-х годах прошлого столетия появились на рынке термоплавкие, так называемые «hot-melt» герметики. Их появление было связано с необходимостью механизированного нанесения герметизирующих материалов [21,32].

Термоплавкие герметики – это термопластичные композиции на основе комбинации эластомера и термопласта или термоэластопластов, способные перерабатываться в жидком состоянии при повышенных температурах (160-200°C).

Очевидные преимущества герметиков перерабатываемые по технологии «hot-melt» – однокомпонентность, машинное оформление процесса, возможность повторно использовать в производстве технологические отходы материалов, малый срок застывания нанесенного герметика (при нормальных условиях герметик схватывается в течение 2 мин), широкий диапазон температуры эксплуатации изделий (от -40 °C до +80 °C), повышенная устойчивость к ультрафиолетовому излучению и окислительному старению высокая газо-, паронепроницаемость, адгезия к дюралю и стеклу и вполне удовлетворительные деформационно-прочностные свойства [21]. Верхний температурный интервал эксплуатации таких герметиков ограничивается температурой плавления используемого в составе термопласта и, как правило, не превышает +80-100 °C.

Герметики типа «hotmelt» в настоящее время производятся двух типов: 1) химически неотверждаемые термоплавкие герметики- основной тип «hotmelt» герметиков, выпускается уже более 40 лет; 2) реакционноспособный герметик типа HotMelt – это герметик, обладающий термопластичными свойствами, и может быть нанесен при повышенных температурах, поскольку имеет жидкую консистенцию, при комнатной температуре охлаждается и затем впоследствии отверждается с образованием трехмерных структур, чтобы стать термостабильным полимером с расширенными физическими свойствами.

Однокомпонентные герметики второго типа способны к механизированному нанесению и отверждению после нанесения или в присутствии влаги воздуха или после термообработки. Такие герметики получили название реактивных (ReactiveSealant). Как правило, реактивные герметики представляют собой композицию из высокомолекулярных эластомеров и реакционноспособных олигомеров в различном соотношении. Благодаря введению реакционноспособных олигомеров снижается температура переработки и не превышает 120-150°C [33,34].

В составе реактивных герметиков успешно используют полиуретановые и силиконовые олигомеры, а также другие реакционноспособные олигомеры, отверждающиеся в среде каучука в результате контакта с водой, диффундирующей в композицию из воздуха. Еще один из вариантов получения реактивных термоплавких герметиков получается на основе акрилатов, которые способны при наличии в составе фотоинициаторов отверждаться при воздействии ультрафиолетовых лучей [33].

Сравнительный анализ свойств герметиков на основе низкомолекулярных каучуков - РСО и резин на основе высокомолекулярных каучуков одной и той же природы свидетельствует о том, что герметики существенно уступают по прочностным свойствам резинам [35]. Это, по видимому, связано

с формированием более дефектной сетки в процессе отверждения в случае низкомолекулярных каучуков по сравнению с высокомолекулярными. Поэтому одним из основных способов улучшения прочностных свойств герметизирующих материалов эластомерного типа, отверждающихся на холоду, представляется применение высокомолекулярных каучуков. Учитывая высокую вязкость высокомолекулярных каучуков, композиционные материалы на их основе можно использовать или в виде раствора или перерабатывать механизированно при повышенных (100-150 °C) температурах. Так как процесс вулканизации должен осуществляться при низких температурах (от 0 до 80°C) необходимо использование только активных вулканизующих агентов. Наибольшее распространение в качестве таких вулканизующих агентов получили нитрозосоединения [36-38]. Практическое применение нашли с использованием таких вулканизующих агентов двухкомпонентные герметизирующие композиции на основе этиленпропиленового каучука и бутилкаучука. Сравнительный анализ свойств резин на основе БК и СКЭПТ при использовании различных наполнителей – ГУ, каолин, БС, показал, что по прочности резины отвержденные нитрозосоединениями (при температуре 80°C) не уступают резинам отвержденным серой (при 150°C).

Известен герметик «Ультрасил» на основе бутилкаучука [39], представляющий двухкомпонентный состав в виде 30% раствора в нефрасе: первый компонент представляет растворенную резиновую смесь, содержащую в определенном соотношении каучук, технический углерод в комбинации с инертным наполнителем, пластификатор, активатор вулканизации и другие целевые добавки. Второй компонент – раствор смеси вулканизующего агента, наполнителя, пластификатора и других добавок. После смешения композиция способна механизированно наноситься на герметизируемую поверхность. Такой герметик рекомендуется для гидроизоляции фундаментов и конструкций здания, а также применяется как антикоррозионное покрытие.

Покрытие "Ультрасил" обладает высокой устойчивостью к действию воды, разбавленных кислот, концентрированных каустических растворов, солей. Оно обладает самым низким уровнем проницаемости влаги и газов из всех существующих гидроизоляционных материалов. Устойчиво к воздействию химических растворов и погодных условий. Обладает высокой водонепроницаемостью, полностью исключает протечки и не несет дополнительной нагрузки на перекрытия. Ремонт старой кровли можно проводить без снятия или замены существующего кровельного ковра. Обладает хорошей адгезией ко всем материалам. Имеет высокую прочность и эластичность. При использовании оборудования безвоздушного напыления можно обработать более 1000 м² кровельных покрытий за смену. Долговечность покрытия около 45 лет. Такие герметики характеризует высокая ремонтпригодность, снижение в несколько раз затрат на последующий ремонт кровли. Рабочий интервал температур от -20°C до +40 и°C.

Таблица 2 - Физико-механические показатели битумно-бутилкаучуковой мастики Вента-У и жидкой резины «Ультрасил»

Показатели	Ультрасил	Вента-У
Относительное удлинение при разрыве, %	700	не менее 400
Условная прочность, МПа	2,7	не менее 0,4
Водопоглощение за 24 часа, % по массе	0	0
Теплостойкость, °С	180	не менее 120
Гибкость на брусе, °С	-65	-65

Покрытие может быть использовано для ремонта, а также в качестве гидроизоляционного и защитного эластичного материала поверх пенополиуретановой пены нанесенной на кровлю зданий [39].

Широкое применение получила битумно-бутилкаучуковая (холодная) мастика Вента-У (ТУ 21-27-39—77) — многокомпонентная однородная жидкая масса из нефтяного битума, бутилкаучука, антисептика, наполнителя, растворителей и вулканизующего компонента. Мастика предназначена для устройства безрулонного кровельного ковра, как в заводских, так и построечных условиях по сборным железобетонным панелям, ремонта безрулонных кровель и кровель из рулонных материалов, гидроизоляции строительных конструкций, стыков, швов и примыканий. Ее выпускают под маркой МББ-Х-120 и укладывают в виде битумно-бутилкаучуковой мастики в керосине в соотношении 2:1 [40].

Представленные данные на примере нитрозосоединений как низкотемпературного вулканизующего агента свидетельствуют о потенциальных возможностях получения резин на основе высокомолекулярных каучуков при низких температурах, не уступающих по свойствам резинам на основе этих каучуков, отверждающихся при высоких температурах. Следует отметить, что низкомолекулярные каучуки (РСО) выпускаются по сравнению с высокомолекулярными в значительно меньших количествах и по стоимости существенно их превосходят. Учитывая это, а также продемонстрированные на примере нитрозосоединений возможности и все увеличивающуюся потребность в новых герметизирующих материалах с более высоким уровнем свойств, представляются целесообразными исследования по поиску новых способов модификации высокомолекулярных каучуков позволяющих обеспечить их вулканизацию в условиях низких температур.

Литература

1. Лабутинов А.Л. Антикоррозионные и герметизирующие материалы на основе синтетических каучуков, Л.: Химия, 1982. – 213 с.
2. Смылова Р.А. Справочное пособие по герметизирующим материалам на основе каучуков. – М.: Химия, 1976. – 87 с.
3. Petrie, E.M. Handbook of Adhesives and Sealants / E.M. Petrie. McGraw-Hill. Professional, 2000. – 896с.
4. Мудров О.А. Справочник по эластомерным покрытиям и герметикам в судостроении / О.А. Мудров, И.М. Савченко, В.С. Шитов. – Л.: Судостроение. – 1982. – 184 с.
5. Хрулев В.М. Синтетические клеи и мастики. – М.: Высшая школа, 1970. – 299 с.
6. Протвинев И.В. и другие "Гидроизоляционные, кровельные и герметизирующие материалы". М., 1963 г. – 229 с.
7. Баглай А.П., Карапузов Е.К., Омельченко А.А. Герметизация стыков сборных зданий и сооружений / Справочник. - Киев, Будивельник, 1989. - 143с.
8. Кардашов Д.А. Клеи и герметики. – М.: Химия, 1978. – 102 с.
9. Буренин В.В. Герметики для стыков наружных стен зданий и сооружений / Строительные материалы. – 2000. – №11 – С. 11–13
10. Смылова Р.А., Швеи В.М., Саришвили И.Г. Применение отверждающихся герметиков в строительной технике, Обзорная инф. ВНИИТИ и эконом.промышл. строит. Материалов.-1991, Серия 6, № 2. – 30 с.
11. Рахимов, Шигапов, Современные кровельные материалы, Казань, Инновационный центр, 2000. – 432 с.
12. Хозин В.Г. Строительные герметики: условия эксплуатации, требования к свойствам. - Материалы научно-практической конференции "Производство и потребление герметиков и других строительных композиций, состояние и перспективы". - Казань, 1997.- С. 9-20.
13. Строительная орбита [Электронный доступ]: общероссийский отраслевой журнал. / Электрон.журн.- Москва, 2006.- Режим доступа: <http://www.stroyorbita.ru/arhiv/april2006/zgm.htm>
14. Хакимуллин Ю.Н., Палютин Ф.М., Хозин В.Г. Отверждающиеся герметики на основе олигомеров в строительстве // Строительные материалы. – 2005. – № 10. – С.69–72.
15. www.stroy-server.ru/notes/sposoby-upakovki-inaneseniya-germetika
16. Хакимуллин Ю.Н. Герметики на основе полисульфидных олигомеров: синтез, свойства, применение / Хакимуллин, Ю.Н. [и др.] – М.: Наука. – 2007. – 301 с.
17. Lucke H. Aliphatic polysulfides: Monograph of elastomer, Basel; Heidelberg; N.Y.: Huthig and Wepf, 1994, 191p.
18. Беренбаум М.В. Полисульфиды. В кн.: Химические реакции полимеров. Под ред. Феттеса Е. -М.: Мир. - 1967. -Т.2. -С.318-328.
19. Хакимуллин Ю.Н., Мурафа А.В., Сунгатова З.О., Хозин В.Г., Свойства и применение герметиков на основе полисульфидных олигомеров в строительстве. Клеи, герметики и технологии, 2007, №7. - С.13-18.
20. Хакимуллин Ю.Н. Материалы научно-практической конференции "Производство и потребление герметиков и других строительных композиций, состояние и перспективы". - Казань, 1997. – С. 27-39.
21. Герметизирующие материалы на основе эластомеров в строительстве, научный Интернет – журнал «Полимеры в строительстве», Хакимуллин Ю.Н., Галимзянова Р.Ю., Куркин А.И., 2014, №1. - С.126-147.
22. Полиуретаны. Покрытия, клеи и герметики: [пер. с англ.] / У. М. Вестгус. – М.: Пэйн-Медиа, 2009. – 399с.

23. С.Е. Логинова, Е.Б. Аверченко, К.А. Тимакова, С.Ф. Егоров. Современные полиуретановые герметики производства ООО НПФ «Адгезив» // Клеи. Герметики. Технологии. – 2014. – №6. – С. 2–5.
24. И. К. Хайруллин, А. Г. Синайский, И. В. Дальгрэн, М. П. Поманская и др. Герметики на основе уретансилоксановых каучуков, отверждаемых под действием влаги // Клеи. Герметики. Технологии. – 2012. – №7. – С. 2–7.
25. Клей герметик [Электронный доступ]/ Режим доступа: <http://kleigermetik.ru/component/content/article/1-klei-i-germetiki-na-osnove-ms-polimerov>
26. Бытовые и промышленные герметики на основе эластомеров. Чернышев В.Н., Шамраев Г.М., Лебо Ю.Г., Протасов В.Г. М., НИИТЭХИМ, 1976. - 53 с.
27. Карапузов Е.К. Герметизирующие мастики для стыков строительных конструкций на основе бутилкаучука и отходов производства, дисс. к.т.н., 1990. - 142с.
28. Смыслова Р.А. Герметики невысыхающего типа // тематический обзор. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1976. – 49 с.
29. Чернов А.В. Адгезионные композиции для антикоррозионной изоляции трубопроводов липкими лентами с повышенной температурой эксплуатации. Дис. канд.тех.наук. Казань. КГТУ, 2006.–135 с.
30. Галимзянова, Р.Ю. Невысыхающие герметизирующие композиции на основе бутилкаучука / Р.Ю. Галимзянова, Т.В. Макаров, Ю.Н. Хакимуллин, С.И. Вольфсон // Вестник Казанского технологического университета. - 2009.-№6. – 153 с.
31. Ганичев И.А. Применение герметиков в капитальном строительстве в СССР /Ганичев И.А. [и др.] – М.: ЦИ-НИС Госстроя СССР. – 1967. – 206 с.
32. Термоплавкие герметики [Электронный доступ]/ Режим доступа: <http://www.newchemistry.ru/>
33. Petrie E.M. Reactive Hot Melt Adhesives SpecialChem Nov 21, 2002
34. Перова М.С., Антипов К.А., Галимзянова Р.Ю. Хакимуллин Ю.Н Герметизирующие композиции на основе бутилкаучука, модифицированные реакционноспособными олигомерами Клеи, герметики и технологии, 2011, №6. - С.9-12.
35. Справочник резинщика
36. А. с. 1778121 СССР, МКИ С 08 L 23/22, С 08 К 13/02. Композиция для кровельного и гидроизоляционного материала / А.Р. Нурапов, В.П. Бугров, Т.С. Кабина, Э. П. Бойкачева, В.В. Тихомирова и др. Заявл. 13.02.90; Опубл. 30.01.92; Бюлл. №44. - 121 с.
37. Макаров Т.В., Ключников О.Р., Вольфсон С.И., Хакимуллин Ю.Н., Дебердеев Р.Я.- Термическое старение резин на основе СКЭПТ и бутилкаучука.- Каучук и резина.-2004.-№1. - С.14-16.
38. Ключников О.Р., Муфлиханов И.И., Вольфсон С.И., Макаров Т.В., Ключников Я.О.-ОАО Казанская академия управления.-Казань.-ТАИ, 2010.-245с.
39. Мастики и герметики [Электронный доступ]/ Режим доступа: http://migas.su/katalog/germ/bitumnye/krovel_naya_mastika_ul_trasil/
40. Полимерные и битумно-полимерные холодные мастики [Электронный доступ]/ Режим доступа: http://www.isolation.ru/articl_14.htm

© **И. В. Имамутдинов** – асп. каф. «Химии и технологии переработки эластомеров» КНИТУ, ilnaz25@mail.ru; **Р. Ю. Галимзянова** – кандидат технических наук, доцент каф. «Технологического оборудования медицинской и легкой промышленности» КНИТУ, rezeda@list.ru; **Ю. Н. Хакимуллин** - доктор технических наук, проф. каф. "Химии и технологии переработки эластомеров" КНИТУ, hakim123@rambler.ru.

© **Ilnaz Imamutdinov** - Ph.D. student Department of Chemistry and Processing of Elastomers KNRTU, ilnaz25@mail.ru; **Reseda Galimzyanova** - Associate Professor, Ph.D. Department Process Equipment for Medical and Textile Industries KNRTU, rezeda@list.ru; **Yuri Khakimullin** - Professor, Doctor of Technical Sciences Department of Chemistry and Processing of Elastomers KNRTU, hakim123@rambler.ru.