

УДК 614.849

***ТЕРМОСТОЙКИЕ ЖИДКИЕ КАУЧУКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ:  
СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ***

***Аксенов С.Г.,***

*доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пожарная безопасность»*

*ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,*

*РФ, г. Уфа*

***Куклина С.А.***

*студент,*

*ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,*

*РФ, г. Уфа*

***Аннотация.***

В статье рассматриваются особенности и термостойкость строительных материалов на основе жидких каучуков, которые широко применяются в современном строительстве для гидроизоляции, герметизации и защиты конструкций. Описаны основные типы жидких каучуков — силиконовые, полиуретановые и полисульфидные, их физико-механические свойства и поведение при высоких температурах. Приведены методы оценки термостойкости, включая термогравиметрический и дифференциальный термический анализ, а также климатические испытания. Рассмотрены области применения таких материалов в строительстве, а также современные направления их улучшения — наномодификация, добавление антипиренов и создание экологичных составов.

**Ключевые слова:** жидкий каучук, термостойкость, строительные материалы, герметики, гидроизоляция, термоанализ.

***HEAT-RESISTANT LIQUID RUBBERS IN CONSTRUCTION: PROPERTIES,  
APPLICATION AND PROSPECTS***

***Aksyonov S.G.,***

*Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Fire Safety*

*Ufa University of Science and Technology,*

*Russian Federation, Ufa*

***Kuklina S.A.***

*Student,  
Ufa University of Science and Technology,  
Russian Federation, Ufa*

### **Abstract.**

The article discusses the features and heat resistance of building materials based on liquid rubbers, which are widely used in modern construction for waterproofing, sealing and protection of structures. The main types of liquid rubbers are described - silicone, polyurethane and polysulfide, their physical and mechanical properties and behavior at high temperatures. Methods for assessing heat resistance are presented, including thermogravimetric and differential thermal analysis, as well as climatic tests. The areas of application of such materials in construction are considered, as well as modern directions for their improvement - nanomodification, addition of fire retardants and creation of environmentally friendly compositions.

**Key words:** liquid rubber, heat resistance, building materials, sealants, waterproofing, thermal analysis.

В современном строительстве всё большее значение приобретают материалы, обладающие высокими эксплуатационными характеристиками — прочностью, эластичностью, устойчивостью к атмосферным воздействиям и, особенно, термостойкостью. Среди таких материалов особое место занимают изделия на основе жидких каучуков, которые находят применение в гидроизоляции, герметизации швов, защите конструкций от коррозии, а также в производстве уплотнителей, демпфирующих элементов и других ответственных компонентов зданий и сооружений.

Жидкие каучуки представляют собой полимерные композиции, способные переходить из жидкого состояния в эластомерное после отверждения. Наиболее распространёнными типами являются силиконовые, полиуретановые и полисульфидные составы. Благодаря своей структуре и химическим свойствам такие материалы могут сохранять работоспособность в широком диапазоне температур, что делает их перспективными для применения в условиях переменного теплового воздействия, включая экстремальные климатические условия.

Одной из ключевых характеристик жидких каучуков в строительстве является термостойкость — способность материала сохранять свои физико-механические свойства под действием повышенных температур в течение длительного времени. Термостойкость определяет долговечность и надёжность изделий, особенно в условиях пожара, нагрева солнечным излучением, перепадов температур или работы вблизи источников тепла.

Жидкие каучуки классифицируются по химической природе исходного полимера:

- силиконовые каучуки — отличаются высокой термостойкостью (рабочие температуры от -60 до +250 °С), инертностью к УФ-излучению и озону, хорошей адгезией к различным поверхностям;

- полиуретановые каучуки — характеризуются высокой прочностью, износостойкостью и эластичностью, однако имеют более узкий температурный диапазон эксплуатации (обычно от -30 до +120 °С);

- полисульфидные каучуки — применяются в качестве герметиков, устойчивы к нефтепродуктам и воде, но менее термостойки по сравнению с силиконами;

- акрилатные и бутилкаучуки — используются реже, но имеют хорошие адгезионные свойства и подходят для внутренних работ.

Каждый тип каучука имеет свои преимущества и ограничения, поэтому выбор материала зависит от конкретных условий эксплуатации: температурного режима, уровня влажности, механических нагрузок и химической агрессивности окружающей среды.

Под действием высоких температур жидкие каучуки могут претерпевать как обратимые, так и необратимые изменения. Обратимыми являются процессы, связанные с изменением вязкоупругих свойств: снижение модуля упругости, увеличение деформируемости, изменение цвета. Необратимые изменения происходят вследствие окисления, деструкции полимерной цепи, испарения летучих компонентов и образования трещин.

Механизмы термического разрушения зависят от химической структуры полимера. Например, силиконовые каучуки благодаря наличию Si–O связей (с энергией связи около 444 кДж/моль) обладают высокой устойчивостью к окислению и разложению. Полиуретаны же склонны к термоокислительному разрушению, особенно при наличии сложноэфирных групп в структуре.

Также важную роль играют наполнители и добавки, используемые в составах жидких каучуков. Наполнители на основе оксидов кремния, алюминия или слюды повышают термическую стабильность, снижают скорость выгорания и обеспечивают формирование защитного углеродистого слоя при высоких температурах.

Для объективной оценки термостойкости жидких каучуков применяются различные методы, включая:

- термогравиметрический анализ — позволяет определить потери массы материала при нагревании и установить температуры начала и завершения термического разложения;

- дифференциальный термический анализ — используется для изучения фазовых переходов, плавления и окислительных процессов;

- искусственное старение в термокамерах — заключается в выдерживании образцов при повышенной температуре (например, 100–150 °С) в течение нескольких сотен часов с последующей оценкой изменения физико-механических свойств;

- климатические испытания — моделирование реальных условий эксплуатации с циклическим воздействием температуры, влажности и ультрафиолетового излучения;

- испытания на горючесть — проводятся для оценки поведения материала при локальном нагреве или воздействии пламени.

Результаты данных исследований позволяют прогнозировать срок службы материалов, выбирать наиболее подходящие составы для конкретных условий и разрабатывать новые рецептуры с улучшенными характеристиками.

Благодаря высокой термостойкости жидкие каучуки находят широкое применение в различных областях строительства:

1. Герметизация швов и стыков — силиконовые и полиуретановые герметики используются для защиты межпанельных швов, оконных и дверных проёмов от проникновения воды и воздуха даже при значительных колебаниях температуры.

2. Гидроизоляция кровель и фундаментов — жидкие резины наносятся методом безвоздушного распыления и образуют бесшовное покрытие, устойчивое к нагреванию и перепадам температур.

3. Уплотнительные материалы — используются в системах вентиляции, кондиционирования, противопожарных преградах, где важна способность сохранять герметичность при высоких температурах.

4. Защитные покрытия для трубопроводов — жидкие каучуки применяются в качестве теплоизоляционных и антикоррозионных покрытий, особенно в условиях высокой температуры транспортируемой среды.

5. Элементы виброизоляции и демпфирования — термостойкие каучуки используются в подвижных соединениях, компенсаторах и опорах, работающих в условиях переменного теплового воздействия.

В условиях пожара термостойкие каучуки могут выполнять функцию огнезащитных материалов, особенно если они содержат антипирены и другие модификаторы. В этом случае происходит замедление процесса горения, снижение дымообразования и предотвращается распространение огня.

Научные исследования в области жидких каучуков направлены на дальнейшее повышение их термостойкости, улучшение эксплуатационных характеристик и расширение спектра применения. Основные направления включают:

- наномодификация — добавление наночастиц оксида кремния, графена или нитрида бора, которые повышают термическую стабильность и механическую прочность;

- создание самозатухающих составов — внедрение антипиренов, обеспечивающих снижение горючести и задержку воспламенения;

- разработка двухкомпонентных систем с регулируемым временем отверждения — это позволяет использовать материалы в разных климатических условиях без потери качества;

- увеличение устойчивости к УФ-излучению и атмосферным воздействиям — за счёт добавления светостабилизаторов и защитных пигментов;

- экологизация производства — разработка безрастворительных и водно-дисперсных каучуков, соответствующих требованиям безопасности и устойчивого развития.

Перспективным направлением является создание «умных» жидких каучуков, способных менять свои свойства в зависимости от внешних условий — например, повышать жёсткость при нагревании или усиливать адгезию во влажной среде.

Таким образом, жидкие каучуки уже сегодня являются важной частью современных строительных технологий благодаря своей универсальности, долговечности и способности сохранять рабочие характеристики в широком диапазоне температур. Термостойкость таких материалов обеспечивает их надёжность в условиях нагрева, пожара, перепадов температур и других внешних воздействий. Постоянное совершенствование составов и развитие новых технологий позволит ещё больше повысить эффективность использования жидких каучуков в строительстве и расширить их область применения.

### **Библиографический список**

1. Аксенов С.Г., Курочкина А.С., Губайдуллина И.Н. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами на промышленных предприятиях // Грузовик. – 2022, №9. - С. 41-43.
2. Аксенов С.Г., Киселева Е.А. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности газовой котельной // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2022, № 10. - С. 118-129.
3. Алифанов Е.В., Чайкун А.М., Наумов И.С., Елисеев О.А. Эластомерные материалы повышенной теплостойкости (обзор) // Труды ВИАМ. 2017, № 2(50). - С. 41-47.
4. Чернявский Г.Г., Емельянов Г.А., Пурцеладзе В.И., Уголков В.Л. Фторполимерные защитные дезактивируемые покрытия на основе низкомолекулярных функциональных сополимеров винилиденфторида // Каучук и резина. 2015. №5. С.12-14.
5. Чапуркин В.В., Медведев В.П., Чапуркин С.В. Особенности структурирования фторэластомеров фторпероксидами // Каучук и резина. 2015. №4. С. 36-37.

*Оригинальность 75%*