

# ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на [www.t-nauka.ru](http://www.t-nauka.ru)

ISSN 2500-1132    Издательский дом "Плутон"    [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

## Выпуск №97

КЕМЕРОВО 2021

01 февраля 2021 г.  
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431  
ISSN 2500-1132  
УДК 378.001  
Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Зими́на Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инженерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении

Шушлебін Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ

Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ

Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru) e-mail: [admin@idpluton.ru](mailto:admin@idpluton.ru)

Подписано в печать 01.02.2021 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

## Содержание

1. ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В ЗДАНИИ ХЛЕБОЗАВОДА. ....	2
<b>Евстигнеев Д.В.</b>	
2. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АВТОМАГИСТРАЛЕЙ.....	4
<b>Макушов А.С.</b>	
3. АКТУАЛИЗАЦИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО – НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИИ.....	7
<b>Козина Н.А.</b>	
4. ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛКАУЧКОВ.....	10
<b>Ерычев М.А.</b>	
5. ДЕСТРУКЦИЯ БУТИЛКАУЧУКА И РЕШЕНИЕ ЭТОЙ ПРОБЛЕМЫ.....	13
<b>Ерычев М.А.</b>	
6. ОБЗОР ОТРАСЛИ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЛОБУТИЛКАУЧУКА.....	16
<b>Ерычев М.А.</b>	
7. АНТИОКСИДАНТЫ, ИХ РОЛЬ В СОСТАВЕ БУТИЛКАУЧКОВ.....	19
<b>Ерычев М.А.</b>	
8. ОБЗОР ОТРАСЛИ ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛКАУЧУКА.....	22
<b>Ерычев М.А.</b>	



**Евстигнеев Дмитрий Владимирович**  
**Evstigneev Dmitry Vladimirovich**

Магистрант Института промышленной и экологической безопасности Тольяттинского государственного университета

УДК 614.84

## **ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА В ЗДАНИИ ХЛЕБОЗАВОДА**

### **FORECAST OF THE FIRE IN THE BAKERY BUILDING**

**Аннотация:** в статье рассмотрен прогноз развития пожара в здании хлебозавода. Рассмотрены пути распространения пожара, скорость роста площади пожара, возможные места обрушения и задымления, зоны теплового воздействия. Изучен порядок связи диспетчера хлебозавода с пожарной частью.

**Abstract:** the article considers the forecast of the fire development in the bakery building. The ways of fire propagation, the rate of fire area growth, possible places of collapse and smoke, zones of thermal impact are considered. The order of communication of the bakery dispatcher with the fire department is studied.

**Ключевые слова:** пожарная безопасность, промышленные предприятия, хлебозавод, места обрушения, скорость роста площади пожара, пути распространения огня, службы жизнеобеспечения, пожарная часть.

**Key words:** fire safety, industrial enterprises, bakery, collapse sites, fire area growth rate, fire propagation paths, life support services, fire station.

На хлебозаводе, в производственном процессе используется мука, для хранения которой служит склад бестарного хранения муки, категория производства «Б», взрывопожароопасности. Опасная концентрация пыли в смеси с воздухом 10-18 г/м<sup>3</sup>. Всего в технологическом процессе производства обращается 0,8 т в сутки. Доставка муки в цеха производится аэрозольным транспортом, что представляет опасность скрытого распространения огня по коммуникациям.

Кроме того, распространение пожара с этажа на этаж и в соседние помещения возможно даже при наличии негорючих перекрытий, огонь может проникать через различные отверстия в перекрытиях, а также вследствие передачи теплоты по металлическим трубам и воспламенении горючих материалов, находящихся в непосредственной близости от них.

Наиболее вероятные пути распространения по сгораемым материалам, коридорам, через лестничные клетки с этажа на этаж. Быстрому распространению пожара так же способствует развитая система вентиляции.

Скорость роста площади пожара зависит от числа направлений развития пожара, линейной скорости распространения.

Возможные места обрушения:

- перекрытие этажей, в местах длительного воздействия высокой температуры пламени;
- лестничные проемы в местах длительного воздействия высокой температуры пламени;
- кровля в местах длительного воздействия высокой температуры пламени.

Возможные зоны задымления - этажи зданий.

Возможные зоны теплового воздействия – в местах наиболее интенсивного излучения пламени и воздействия конвективных потоков.

В случае возникновения пожара из основного производственного здания производится эвакуация. При невозможности эвакуации людей данным путем возможно использование выдвижных трехколенных лестниц, автолестницы, куб жизни и спасательные веревки.

Для оповещения возможно использование громкой связи. Узел связи находится в приемной директора.

При взаимодействии диспетчера хлебозавода с ПЧ необходимо предпринять следующие действия:

1. Поставить в известность о загорании ПЧ.

2. Проверить достоверность информации, а затем через диспетчера завода оповестить руководство согласно утвержденного списка.

3. Лично или через дежурный персонал (старшего мастера, энергетика, электромонтера, сантехника) уточнить место загорания, что горит. Организовать встречу прибывающих пожарных подразделений ПЧ работником, знающим расположение помещений и путей эвакуации.

4. Организовать тушение очага возгорания всеми имеющимися средствами пожаротушения.

5. Принять все меры по созданию безопасных условий для эвакуации персонала и ликвидации загорания.

6. Дать команду назначенному приказом лицу на отключение электроэнергии, газа и других коммуникаций на участке загорания в соответствии с оперативным планом отключений и цеховыми инструкциями по тушению загораний. Обязательно получить подтверждение о произведенных отключениях энергоносителей и о возможности безопасного тушения пожара.

7. Принять меры к освобождению подъездных путей в случае их загромождения.

8. Сообщить начальнику прибывшего пожарного подразделения обстановку на месте пожара (сведения об очаге пожара, о мерах, принятых по его тушению, о наличии людей в здании, о произведенных отключениях и др. информацию), передать ему дальнейшее руководство тушением пожара, оказывать необходимое содействие сотрудникам пожарной охраны в организации тушения пожара.

9. При необходимости прибывший на место главный инженер организует штаб для координации действия производственных служб с пожарной охраной по тушению загорания и ликвидации его последствий.

При получении извещения о загорании старшее должностное лицо обязано:

1. Поставить в известность о загорании ПЧ, а затем через диспетчера завода оповестить руководство по списку.

2. Лично или с помощью дежурного персонала уточнить место загорания, что горит. Организовать встречу прибывающих пожарных подразделений ПЧ работником, знающим расположение помещений и путей эвакуации.

3. Организовать применение всех противопожарных средств, имеющихся на месте загорания для тушения очага возгорания.

4. Принять все меры по созданию безопасных условий для эвакуации персонала и ликвидации загорания.

5. Дать команду назначенному приказом лицу на отключение электроэнергии, газа и других коммуникаций на участке загорания в соответствии с оперативным планом отключений и инструкциями по тушению загораний. Обязательно получить подтверждение о произведенных отключениях энергоносителей и о возможности безопасного тушения пожара.

6. Принять меры к освобождению подъездных путей в случае их загромождения.

7. Сообщить начальнику прибывшего пожарного подразделения об обстановке на месте пожара и передать ему дальнейшее руководство тушением загорания

8. С получением устного доклада руководителя тушения загорания старший начальник пожарного подразделения принимает на себя руководство тушением загорания.

При пожаре связь и обмен информацией ПЧ со службами жизнеобеспечения осуществляется по прямым и внутренним линиям телефонной связи.

Обеспечение необходимыми дополнительными средствами индивидуальной защиты сотрудников пожарной охраны (кроме имеющихся на вооружении подразделений пожарной охраны) осуществляется на месте тушения пожара сотрудниками отдела ГО.

#### **Библиографический список:**

1. Болодьян И.А. Актуальные проблемы противопожарной защиты промышленных объектов // Строительная безопасность. №7. 2016. С.17-21.

2. Гельманова З.С. Организация пожарной безопасности на промышленном предприятии // Экономика и социум. №2. 2016. С.26-29.

3. Еремина Т.Ю. Проблемы эвакуации людей из промышленных зданий // Технологии техносферной безопасности. №3. 2016. С.35-38.

4. Жаксыбаева Г.Ш. Организация пожарной безопасности на промышленном предприятии // Материалы II Международной научно-технической конференции. №10. 2017. С.14-20.

**Макушов Алексей Сергеевич**  
**Makushev Alexey Sergeevich**

Магистрант Института промышленной и экологической безопасности Тольяттинского государственного университета

УК 613.6

## **ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

### **CHARACTERISTICS OF WORKING CONDITIONS IN THE CONSTRUCTION OF HIGHWAYS AND MOTORWAYS**

**Аннотация:** в статье дана комплексная оценка условий труда по вредным (опасным) факторам на исследуемых рабочих местах при строительстве автомобильных дорог и автомагистралей, по каким профессиям, как: машинист укладчика асфальтобетона, дорожный рабочий, асфальтобетонщик, электрогазосварщик.

**Abstract:** the article provides a comprehensive assessment of working conditions for harmful (dangerous) factors in the studied workplaces in the construction of highways and motorways, for which professions, such as: asphalt concrete stacker driver, road worker, asphalt concrete worker, electric and gas welder.

**Ключевые слова:** специальная оценка условий труда, вредные и опасные производственные факторы, трудовой процесс, машинист укладчика асфальтобетона, дорожный рабочий, асфальтобетонщик, электрогазосварщик.

**Key words:** special assessment of working conditions, harmful and dangerous production factors, labor process, asphalt concrete stacker driver, road worker, asphalt concrete worker, electric and gas welder.

При анализе условий труда опираются на Федеральный закон от 28.12.2013 № 426 «О специальной оценке условий труда». Предметом регулирования данного нормативного акта являются «отношения, возникающие в связи с проведением специальной оценки условий труда, а также с реализацией обязанности работодателя по обеспечению безопасности работников в процессе их трудовой деятельности и прав работников на рабочие места, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда» [3].

Оценка условий труда проходит согласно Методике проведения специальной оценки условий труда. Методика устанавливает обязательные требования к последовательно реализуемым в рамках проведения специальной оценки условий труда процедурам:

- «идентификации потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов;
- исследованиям (испытаниям) и измерениям вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отнесению условий труда на рабочем месте по степени вредности и (или) или опасности к классу (подклассу) условий труда по результатам проведения исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов;
- оформлению результатов проведения специальной оценки условий труда» [4].

Итоговый класс (подкласс) условий труда на рабочем месте устанавливают по наиболее высокому классу (подклассу) вредности и (или) опасности одного из имеющихся на рабочем месте вредных и (или) опасных факторов.

При этом в случае:

- сочетанного действия 3 и более вредных и (или) опасных факторов, отнесенных к подклассу 3.1 вредных условий труда, итоговый класс (подкласс) условий труда относится к подклассу 3.2 вредных условий труда;
- сочетанного действия 2 и более вредных и (или) опасных факторов, отнесенных к подклассам 3.2, 3.3, 3.4 вредных условий труда, итоговый класс (подкласс) повышается на одну степень.

В таблице 1 представлены комплексная оценка условий труда по вредным (опасным) факторам на исследуемых рабочих местах.

Таблица 1 – Комплексная оценка условий труда по вредным (опасным) факторам

Наименование профессии	Наименование факторов производственной среды и трудового процесса	Класс (подкласс) условий труда
Машинист укладчика асфальтобетона	Химический	3.1
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия.	2
	Шум	3.1
	Вибрация общая	2
	Напряженность трудового процесса	3.1
	Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2
Дорожный рабочий	Химический	3.1
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2
	Шум	2
	Вибрация локальная	2
	Напряженность трудового процесса	2
	Тяжесть трудового процесса	3.1
Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.1	
Асфальтобетонщик	Химический	3.1
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2
	Шум	3.1
	Вибрация локальная	2
	Тяжесть трудового процесса	3.1
	Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2
Электрогазосварщик	Химический	3.1
	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2
	Шум.	3.1
	Тяжесть трудового процесса	3.1
	Итоговый класс (подкласс) условий труда	3.2

Исходя из комплексной оценки условий труда по вредным (опасным) факторам, можно сделать вывод: у электрогазосварщика, асфальтобетонщика по химическому фактору, шуму, тяжести трудового процесса не соответствие гигиеническим нормативам; у дорожного рабочего по химическому фактору, тяжести трудового процесса не соответствие гигиеническим нормативам; у машиниста укладчика асфальтобетона по химическому фактору, шуму, напряженности трудового процесса не соответствие гигиеническим нормативам.

#### **Библиографический список:**

1. Герасимова Т.А. Проблемы охраны труда в строительстве // Охрана труд и социальное страхование. 2018. №8. С. 14-23.
2. Карнаух Н.Н. Охрана труда : учебник для бакалавров. М. : Юрайт, 2018. 380 с.
3. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_156555/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/) (дата обращения: 14.01.2021).
4. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов [Электронный ресурс] :

Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 27.04.2020). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_158398/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_158398/) (дата обращения: 09.01.2021).

5. Сухачев А.А. Охрана труда в строительстве. М. : КноРус, 2017. 272 с.



**Козина Наталья Александровна**  
**Kozina Natal'ya Aleksandrovna**

Студент Тольяттинского государственного университета, институт инженерной и экологической безопасности, направление подготовки «Техносферная безопасность»

УДК 614.84

## **АКТУАЛИЗАЦИЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНО – НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

### **UPDATING THE IMPLEMENTATION OF CONTROL AND SUPERVISION ACTIVITIES IN THE SPHERE OF DESIGNING BUILDINGS AND STRUCTURES**

**Аннотация:** в работе, опираясь на статистические данные о пожарах в Российской Федерации в 2019 году, рассматривается актуальность осуществления контрольно-надзорной деятельности именно на стадии проектирования зданий и сооружений.

**Abstract:** in the work, based on statistical data on fires in the Russian Federation in 2019, the relevance of the implementation of control and supervision activities is considered at the stage of designing buildings and structures.

**Ключевые слова:** пожар, пожарная безопасность, здания и сооружения, надзор, нормирование, противопожарная защита.

**Keywords:** fire, fire safety, buildings and structures, supervision, regulation, fire protection.

В настоящее время, в условиях экономического роста в стране, Президентом Российской Федерации выбрано направление, среди прочего, на реформирование жилого фонда, обеспечение потребности каждой семьи в доступном жилье. Учитывая фактическую «клиническую смерть», перенесенную строительной отраслью в 90-е годы прошлого века, особенно остро на сегодняшний день стоит вопрос о строительстве жилого фонда. Решение этой проблемы достигается строительством нового жилья, реконструкцией и перепланировкой старых зданий под жилье.

Любые нарушения правил пожарной безопасности всегда являются обязательными в цепи событий, приводящих к пожару. А допущенные нарушения пожарной безопасности на этапе проектирования, как правило, приводят к большому материальному ущербу. Поэтому своевременность обнаружения отступлений от действующих норм и правил имеет большое значение для обеспечения противопожарной защиты объектов.

На территории Российской Федерации в 2019 году произошло 471537 пожаров, прямой ущерб от которых составил 18170365 тыс. рублей. На пожарах погибло 8567 человек, 9477 человека получили травмы. В сравнении с аналогичным периодом 2018 года произошло увеличение количества пожаров на 257,6 %. Вместе с тем, в результате произошедших пожаров увеличилось число погибших на 8,2 % и снизилось травмированных на 1,9 %. Материальный ущерб увеличился на 17,1 % [1, 4].

По-прежнему на территории Российской Федерации на очень высоком уровне остаётся количество пожаров, произошедших по следующим причинам:

- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования - 49638 пожаров (погибло 2034 человек),
  - неосторожное обращение с огнём - 339433 пожаров (погибло 4881 человек),
  - нарушение правил устройства и эксплуатации печей - 27122 пожаров (погибло 789 человек)
- [1, 9].

В 2019 году из 471537 пожаров, зарегистрированных на территории Российской Федерации, 65085 пожаров приходится на здания жилого назначения [1, 15].

Современные здания и сооружения характеризуются концентрацией производственных и энергетических мощностей, автоматизацией производственных комплексов, увеличением пожарной нагрузки, широким применением полимерных материалов и облегченных стальных конструкций, обладающих низкой огнестойкостью. Все это требует внимательного подхода к проблеме пожарной безопасности и защиты людей и зданий от пожара еще на стадии проектирования и строительства.

Достижения современной науки позволяют значительно расширить возможности для

проектирования и возведения экономичных зданий и сооружений при одновременном обеспечении их противопожарной защиты. Однако, в большом количестве создаваемых в настоящее время проектов зданий и сооружений имеются отклонения от требований строительных норм и правил, направленных на предупреждение возникновения пожаров, обеспечение условий для успешной эвакуации людей, локализацию и ликвидацию пожаров. Пожары, возникающие в таких зданиях, приводят, как правило, к тяжелым последствиям. Примером небрежности на стадии проектирования и строительства могут служить здания гостиницы «Россия» (пожар в 1978 г. – погибло более 40 человек), в УВД Самарской области (пожар 1999 г. – погибло более 50 человек), общежития РУДН в Москве (пожар 2003 г. - погибло более 40 человек), в ночном клубе «Хромая лошадь» Перми (пожар 2009 г. - погибло более 150 человек), в ТРК «Зимняя вишня» в Кемерово (пожар 2018 г. - погибло более 60 человек) [2].

Надзор за строительством начинается, когда здание еще проектируется, путем экспертизы проектов в проектных организациях. Допущенное нарушение требований пожарной безопасности на этапе проектирования, как правило, обнаруживается на последующих стадиях надзора, однако, устранение его значительно усложняется. Устранение нарушений в стадии технического проекта не вызывает каких-либо трудностей и гораздо сложнее это сделать в стадии разработки рабочих чертежей или на стадии выпуска их в серийное производство. Особые трудности возникают в том случае, если здание уже возведено. Устранение нарушений на этой стадии связано с большими капитальными затратами. Поэтому своевременность обнаружения отступлений от действующих норм и правил имеет важное значение.

В основу надзора за противопожарной защитой объекта в стадии проектирования положена проверка проектной документации с целью выявления качества и полноты работы проектных организаций по проектированию технических решений, обеспечивающих безопасность объектов. Работа, связанная с проверкой проектных организаций, а также с осуществлением других надзорных функций, обеспечивающих полноту и качество выполнения нормативно-технических требований при проектировании и строительстве объектов, именуется нормативно - технической работой.

Каждый проектируемый объект может быть разделен на четыре основные части: технологическое оборудование, строительное оборудование, инженерное оборудование и специальное оборудование зданий. Все составные части проектируемого объекта подвергается надзору. Противопожарная защита строительной части объекта разделяется на конструктивные и планировочные решения. В области конструктивных решений выделяются проблемы огнестойкости, противодымной защиты, противопожарных преград, специальных конструкций, обеспечивающих безопасную эвакуацию людей. В области планировочных решений - проблемы членения зданий на противопожарные отсеки и секции, размещение зданий на генеральном плане, размещение эвакуационных путей и выходов и т. д.

Основным методом выявления нарушений требований пожарной безопасности при проектировании является метод сопоставления. Сущность этого метода заключается в том, что проверяющий сопоставляет решения, предусмотренные проектом, с решениями, требуемыми соответствующими строительными нормами и правилами. На основе этих сопоставлений делается вывод о их соответствии или о несоответствии требованиям пожарной безопасности.

Конструктивно -планировочные и технические решения, обеспечивающие противопожарную защиту здания, нормируются строительными нормами и правилами (СНиП), а также различными стандартами и нормами технического проектирования. Противопожарное нормирование в широком понимании необходимо рассматривать как комплекс предупредительных, защитных и организационно-технических мероприятий, призванных с наименьшими затратами обеспечить высокий уровень противопожарной защиты сооружений, безопасности людей при пожаре и их эвакуации, условий для успешного тушения возможных пожаров, предупреждения распространения пожара на смежные и прилегающие здания.

Составление норм – процесс сложный и длительный. Нередко практика опережает нормы и выдвигает решения, не предусмотренные нормами. В подобных случаях проверяющему не с чем сопоставить предусмотренные проектом решения и дать заключение о соответствии этих решений требованиям пожарной безопасности. В данной ситуации на сегодняшний день тоже имеется решение: разработка специальных технических условий, в которых будут предусмотрены дополнительные и компенсирующие мероприятия по пожарной безопасности объекта, позволяющие снизить величину индивидуального пожарного риска и обеспечить безопасность людей.

**Библиографический список:**

1. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2020, - 80 с.: ил. 30. [http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2019\\_pogary.pdf](http://www.vniipo.ru/ufiles/ufiles/Reestry/Sbornik-2019_pogary.pdf), дата обращения 24.12.2020
2. factymira.ru. Режим доступа: <https://factymira.ru/samye-krupnye-pozhary-20-go-i-21-go-veka>, дата обращения 25.12.2020

**Ерычев Михаил Андреевич**  
**Erychev Mikhail Andreevich**

студент 2 курса, напр. «Химическая технология». Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». E-mail: [erychev97@mail.ru](mailto:erychev97@mail.ru)

УДК 691.17

## ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛКАУЧКОВ

### PATENT REVIEW OF RECEIVING BUTYL RUBBERS

**Аннотация:** в этой работе мы рассмотрели ряд предложений по улучшению протекания реакции полимеризации между изобутиленом и изопреном, сам процесс полимеризации, особенности каучука, его преимущества и недостатки, изобретения на улучшение процесса полимеризации каучука и его получение.

**Abstract:** In this work, we considered a number of proposals for improving the course of the polymerization reaction between isobutylene and isoprene, the polymerization process itself, features of rubber, its advantages and disadvantages, inventions for improving the process of rubber polymerization and its production.

**Ключевые слова:** бутилкаучук, изобутилен, изопрен, полимеризация, патенты, изобретение.

**Key words:** butyl rubber, isobutylene, isoprene, polymerization, patents, invention.

Бутилкаучук (БК, Butylrubber) – синтетический каучук, получаемый на основе изобутилена. Чаще всего под этим наименованием подразумевают сополимеры изобутилена с 2-5 % изопрена. Такой материал имеет международную маркировку IIR (isobutyleneisoprene rubber). Кроме этого на основе изобутилена получают полиизобутилен (ПИБ, PIB, polyisobutylene), который не содержит изопрена.[1, с. 110]

Наряду с бутилкаучуком выпускают ряд его модификаций: продукты прямого галогенирования – хлорбутилкаучук (CIBR, chlorobutyl rubber) и бромбутилкаучук (BIBR, bromobutyl rubber); жидкие бутил- и хлорбутилкаучук; структурированный бутилкаучук; искусственный латекс бутилкаучук.[1, 110]

Бутилкаучук отличается высокой тепло-, холодо-, свето- и озоностойкостью. По стойкости к комбинированному действию света и озона бутилкаучук существенно превосходит такие высоконенасыщенные каучуки, как натуральный каучук и синтетические изопреновые и бутадиеновые. Бутилкаучук отличается высокими электрическими свойствами.[1, 120]

Отличительная особенность бутилкаучука - исключительно низкая воздухо- и паропроницаемость. Бутилкаучук имеет в 20 раз меньшую воздухопроницаемость, чем натуральный каучук, в 15 раз меньшую, чем бутадиен-стирольный каучук, и в 3 раза меньшую, чем неопрен.[1, 121]

Прочность на разрыв бутилкаучука немного меньше по сравнению с натуральным каучуком, но при высоких температурах этот показатель одинаковый для обоих каучуков. Стойкость к истиранию хорошая, когда каучук тщательно наполнен (также как и остаточная деформация сжатия), но упругость все же остается очень низкой.[2, 98]

Бутилкаучук отличается высокой термопластичностью и медленной вулканизацией сырых смесей, поэтому листы сырой резины можно соединять не только клеевой, но и сваркой.[2, 99]

К недостаткам бутилкаучука относятся его низкая скорость вулканизации, неудовлетворительная адгезия к металлам, плохая совместимость с некоторыми ингредиентами, малая эластичность при обычных температурах, высокое теплообразование при многократных деформациях.[2, 100]

Ионизирующие излучения вызывают деструкцию бутилкаучука. При необходимости его стабилизации используют небольшие количества обычных антиоксидантов.[2, 101]

Некоторые из этих существенных недостатков бутилкаучука (такие, как низкая скорость вулканизации, низкая адгезия ко многим материалам, особенно металлам) устраняются частичным изменением химической природы полимера. Например, введением в макромолекулы каучука

небольшого количества атомов галогенов. Бромбутилкаучук перерабатывается и смешивается с ингредиентами так же, как и бутилкаучук. Но при этом бромбутилкаучук вулканизуется значительно быстрее, чем бутилкаучук. Скорость вулканизации бромбутилкаучука сравнима со скоростью вулканизации натурального, бутадиен-стирольного и других каучуков, что делает возможным его применение в смесях с этими эластомерами.[2, 155]

Способ получения бутилкаучука путем приготовления шихты из изобутилена, изопрена, метилхлорида, полимеризации шихты в присутствии катализатора Фриделя-Крафтса с последующей дезактивацией катализатора дегазацией, выделением каучука, регенерацией метилхлорида и незаполимеризовавшихся мономеров и сушкой каучука – очень сложный процесс. Реакция экзотермическая, то есть проходит с большим тепловыделением. Много зависит от «жирности» шихты, то есть от количества изобутилена в шихте (22-34%), от чистоты компонентов, из которых состоит сама шихта, от катализатора и т.д.[3, 1]

Изобретение относится к получению синтетических каучуков, в частности бутилкаучука, применяемого в производстве шин, РТИ, в медицинской промышленности, и может быть использовано в нефтехимической промышленности. Целью изобретения является снижение удельных затрат сырья, увеличение длительности циклов и повышение качества бутилкаучука.[3, 1]

В отличие от известного способа получения бутилкаучука обработка потока изопрена триизобутилалюминием в количестве (10-25)% от массы катализатора Фриделя-Крафтса, вводимого на сополимеризацию, позволяет не только связать влагу, карбонильные и ацетиленовые соединения, содержащиеся в изопрене-ректификате, но и за счет создания комплекса хлорид алюминия - изобутилалюминияхлорид повысить эффективность процесса сополимеризации, так же за счет связывания микропримесей, содержащихся в изопрене-ректификате, и образования комплекса хлорид алюминия изобутилалюминийхлорид позволяет увеличить конверсию мономеров и снизить потери сырья, увеличить пробег реакторов между чистками. Регулирование содержания ароматического углеводорода, например, толуола в реакционной массе позволяет выдерживать пристенный полимерный слой на минимальном уровне.[3, 1]

При подаче триизобутилалюминия в потоке на изопрен при шихтовании (по отношению к хлориду алюминия, в % масс.), мы наблюдали следующее:

- при дозировке в 25% ТИБА от массы хлорида алюминия все показатели полимеризации, в сравнении с другими дозировками стали выше.[3, 1]

Известен способ получения бутилкаучука сополимеризацией изобутилена с изопреном в среде углеводородного растворителя в присутствии катализатора с последующими дезактивацией катализатора, отгонкой разбавителя и незаполимеризовавшихся мономеров в нескольких ступенях дегазации, конденсацией отогнанных паров дегазации, их компримированием, осушкой и ректификацией, включающий также приготовление шихты для сополимеризации из изобутилена, изопрена и возвратной метилхлорид-изобутиленовой фракции.[4, 1]

Одним из основных недостатков этого способа является то, что отгоняемый возвратный изобутилен при ректификации продуктов совсем не используется в процессе, а направляется полностью на переработку. Кроме того, этот способ не обладает широкими возможностями по регулированию молекулярной массы бутилкаучука, что часто приводит к получению продукта с высокой вязкостью по Муни бутилкаучука.[4, 1]

Указанная цель достигается тем, что при переработке незаполимеризовавшихся мономеров образующийся возвратный изобутилен, отделенный от незаполимеризовавшегося изопрена, димеров изобутилена и тяжелого остатка, разделяют на два потока, первый в количестве 30-70% от общей массы направляют на приготовление шихты, второй в количестве 70-30% от общей массы подают на очистку от содержащихся в нем бутадиенов и бутадиена совместно с изобутиленсодержащей фракцией углеводородов, направляемой на получение изобутилена, причем изменением соотношения этих двух потоков стабилизируют вязкость по Муни бутилкаучука, переработку незаполимеризовавшихся мономеров и разбавителя метилхлорида ректификацией, при которой осуществляют выделение изобутилена, проводят в две стадии.[4, 1]

В отличие от известного способа получения бутилкаучука использование части потока возвратного изобутилена позволяет повысить эффективность использования сырья, снизить энергозатраты на производство за счет некоторого увеличения конверсии, а варьирование соотношения первого и второго потоков, то есть потока изобутилена, используемого непосредственно для приготовления шихты, и потока, направляемого на дополнительную очистку от бутадиена и бутана совместно с изобутиленсодержащей фракцией или с продуктами дегидратации триметилкарбинола, позволяет изменять в небольших пределах вязкость по Муни бутилкаучука и оптимизировать энергозатраты на все производство изобутилена и собственно каучука.[4, 1]

Такое управление облегчается также тем, что осуществление процесса выделения возвратного изобутилена из углеводородных продуктов, отгоняемых при дегазации каучука, в две стадии позволяет за счет более мягкого режима ректификации снизить содержание димеров изобутилена в возвратном изобутилене.[4, 1]

Внедрение предлагаемого способа получения бутилкаучука позволит снизить расход водяного пара на дегазацию каучука и очистку изобутилена от примесей на 0,45 - 0,7 Гкал/т каучука, увеличить конверсию изобутилена на 0,5 - 3,0%, снизить удельный расход изобутилена на 2-8 кг/т каучука, а также уменьшить величину разброса вязкости по Муни бутилкаучука внутри партии на 1-2 ед.[4,1]

Сам процесс сополимеризации изобутилена и изопрена в среде хлористого метила в присутствии катализатора Фриделя-Крафтса полностью не изучен. Мы рассмотрели лишь несколько предложений по улучшению протекания реакции полимеризации между этими важными углеводородами.

**Библиографический список:**

[1] Синтетический каучук, под редакцией И.В. Гармонова, Л.: Химия, 1983, 300с.

[2] В.М. Соболев, И.В. Бородина. Промышленные синтетические каучуки. Л.: Химия, 1977, 178с.

[3] Способ получения бутилкаучука : пат. 2101297. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12.

[4] Способ получения бутилкаучука : пат. 2158272. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12.



**Ерычев Михаил Андреевич**  
**Erychev Mikhail Andreevich**

студент 2 курса, напр. «Химическая технология». Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». E-mail: [erychev97@mail.ru](mailto:erychev97@mail.ru)

УДК 691.17

## ДЕСТРУКЦИЯ БУТИЛКАУЧУКА И РЕШЕНИЕ ЭТОЙ ПРОБЛЕМЫ

## DESTRUCTION OF BUTYL RUBBER AND SOLVING THIS PROBLEM

**Аннотация:** в этой работе мы рассмотрели проблему деструкции бутилкаучука и решение этой проблемы, преимущества галогенирования бутилкаучука и какие характеристики получает данный эластомер после модификации, технологические решения проблемы галогенирования, хлорирование и бромирование бутилкаучука.

**Abstract:** In this work, we considered the problem of butyl rubber destruction and the solution to this problem, the advantages of butyl rubber halogenation and what characteristics this elastomer obtains after modification, technological solutions to the halogenation problem, chlorination and bromination of butyl rubber.

**Ключевые слова:** бутилкаучук, галобутилкаучук, деструкция каучука, резино-техническое изделие.

**Key words:** butyl rubber, halobutyl rubber, destruction of rubber, rubber-technical product.

Галоидированный бутилкаучук – инновационная модификация бутилкаучука.[1, 200]

Получают такие каучуки введением в цепь полимера галогенов хлора или брома. При этом галогенируется только изопреновое звено макромолекулы бутилкаучука, все полиизобутиленовые звенья сохраняются без изменения.[1, 220]

Галогенирование существенно повышает скорость вулканизации бутилового каучука по сравнению с немодифицированным каучуком. Каучуки не имеют запаха и не выделяют вредных веществ при хранении и переработке.

Галогенированные бутилкаучуки отличаются высокой степенью совулканизации с высоконасыщенными каучуками. Содержание хлора в них составляет 1,15-1,35 масс. %, брома — 1,8-2,2, масс. %, условное напряжение при 300 % удлинении — не менее 4 МПа, условная прочность при растяжении — не менее 12-15 МПа, относительное удлинение при разрыве — не менее 400 %.[1, 222]

Резины и изделия на основе галобутилкаучуков обладают низкой газонепроницаемостью и высокой динамической устойчивостью. Герметизирующий слой из галобутилкаучуков в бескамерных шинах позволяет увеличить ходимость шин на 50-200 %. Отличная озоностойкость, сопротивление растрескиванию при многократных деформациях позволяют получать из галогенированного бутилкаучука резины высокого качества.[2, 120]

Резины на основе хлорбутилкаучука и особенно бромбутилкаучука обладают лучшей адгезией в сравнении с резинами бутилкаучука и прочность связи не зависит от содержания высоконасыщенного каучука в резиновой смеси.[2, 123]

Резины для боковин радиальных шин по физико-механическим показателям, сопротивлению истиранию находятся на уровне стандартных. Галоидированные бутилкаучуки с успехом используются для высококачественных резино-технических изделий, получаемых литьевым методом; теплостойких транспортных лент (высокая прочность связи с синтетическими кордами, высокое сопротивление истиранию); химически стойких обкладок емкостей (химическая стойкость, возможность вулканизации при низких температурах); пробок для укупорки фармацевтических препаратов (простые нетоксичные вулканизационные системы). [2, 220]

Впервые бутилкаучук был синтезирован Томасом и Спарксом в США в 1937 г., промышленное его производство за рубежом было освоено в 1941 г. В нашей стране промышленность выпускает бутилкаучук, начиная с 1956 г.

В последние годы наметился интерес к модифицированным бутилкаучукам. Так, начиная с

1980 г., в Великобритании выпускается бромбутилкаучук, его производство освоено в Канаде, Бельгии, США. Во многих странах мира производится хлорбутилкаучук, ведутся работы по освоению других видов модифицированных бутилкаучуков.[2, 223]

Однако, при модифицировании, инженеры столкнулись с такими проблемами:

1) при галоидировании возникает наличие газовой фазы в реакционном устройстве, из этого следует образование взрывоопасных концентраций смеси хлор (бром) - растворитель. Азот выполняет функцию флегматизатора, не позволяющего в условиях ведения процесса достичь нижнего предела взрываемости (НПВ) смеси галоген (окислитель) - растворитель (горючее вещество). Например, НПВ гексана в хлоре составляет 2% об. Введение азота в реакционную зону приводит к тому, что процесс проходит в диффузионной области и требуются специальные приемы эффективного поглощения из абгаза непрореагировавшего галогена.[3, 1]

2) известен процесс галоидирования сополимеров, в соответствии с которым хлорирование или бромирование бутилкаучука проводят в растворителе в присутствии воды в количестве 0,1-50 массовых частей в расчете на 100 массовых частей каучука. Основным преимуществом этого процесса является снижение деструкции бутилкаучука, сопровождающей процесс его галоидирования, однако в ходе процесса не предусматривается промежуточный вывод воды. В конечном итоге происходит излишняя «засоленность» галоидированного бутилкаучука.[3, 1]

Первую проблему галоидирования инженеры из США решили таким способом:

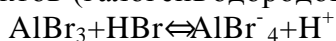
- хлорирование или бромирование бутилкаучука проводят в гомогенной среде под избыточным давлением, не допускающим выделения газовых пузырей галогеноводорода или галогена из реакционной массы. При этом нет необходимости вводить в систему азот. Однако такой прием имеет очень существенный недостаток, связанный с тем, что побочный продукт реакции - галогеноводород - не выводится из реакционной массы, как это происходит при гетерогенном галоидировании. Это, вероятно, и является причиной сильной деструкции каучука.[3, 1]

В стенах научно-технологического центра ПАО «Нижнекамскнефтехим» проблему деструкции каучука решили таким образом, что взаимодействие осуществляют в три стадии, на первой из которых проводят интенсивное смешение раствора бутилкаучука и раствора галогена с получением реакционной массы, на второй проводят интенсивное смешение реакционной массы с водой, разделение фаз и удаление водной фазы, на третьей завершают взаимодействие бутилкаучука с галогеном.[3, 1]

Из этого технологического решения плавно вытекает следующая проблема; этот способ позволяет получать каучук с меньшим содержанием солей, однако в процессе галоидирования каучук подвергается несколько большей деструкции (от 13 до 19% по падению среднечисленной молекулярной массы). Кроме того, этот каучук все-таки содержит заметное количество солей кальция, которые образуются в результате превращений стеарата кальция, содержащегося в исходном бутилкаучуке, на стадии галоидирования.[3, 1]

Новый способ получения ГБК отличается от предыдущего тем, что в качестве раствора бутилкаучука в инертном растворителе используют раствор исходного бутилкаучука, содержащий воду в количестве 0,1-10,0 мас.%, галоидирование проводят в две стадии, при этом после проведения первой стадии проводят разделение фаз и отделяют нижний слой, представляющий собой раствор в воде галогеноводорода, а на второй стадии в раствор частично галоидированного бутилкаучука вводят воду и раствор галогена, после чего также проводят разделение фаз и отделяют воду от раствора галоидированного бутилкаучука, при этом дозировку хлора на первой стадии выдерживают в пределах 0,1-0,3 мас.%, а брома - 0,2-0,5 мас.% на каучук.[3, 1]

Таким образом, из технологического процесса получения галоидированного бутилкаучука извлекли 2 очень важные проблемы – не допустили образования побочных продуктов (галогеноводородов), которые прототируют катализ кислот Льюиса:



Выделившийся протон деструктурирует как бутилкаучук, так и галобутилкаучук по катионному механизму.[3, 1]

Решение проводить процесс галоидирования в 3 стадии позволяет существенно снизить

содержание примесей кальция в каучуке и минимизировать падение молекулярной массы полимера в процессе его модификации хлором или бромом.

**Библиографический список:**

- [1] Новые каучуки. - М.: Издательство иностранной литературы, 1999. - 500 с.
- [2] Крючков, А. П. Общая технология синтетических каучуков / А.П. Крючков. - М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 2003. - 364 с.
- [3] Способ галоидирования бутилкаучука : пат. 2373224. Рос. Федерация : МПК C08C 19/14.

**Ерычев Михаил Андреевич****Erychev Mikhail Andreevich**

студент 2 курса, напр. «Химическая технология». Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». E-mail: [erychev97@mail.ru](mailto:erychev97@mail.ru)

УДК 691.17

**ОБЗОР ОТРАСЛИ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЛОБУТИЛКАУЧУКА****OVERVIEW OF THE PRODUCTION INDUSTRY OF HALOIDED BUTYL RUBBER**

**Аннотация:** в этой работе мы рассмотрели рынок производителей галобутилкаучука в мире, патенты в этой области, проблематику процесса получения галобутилкаучука, узнали из чего получены хлор- и бромбутилкаучуки, а так же их свойства и технические характеристики.

**Abstract:** In this work, we examined the market of halobutyl rubber manufacturers in the world, patents in this area, the problems of the process of obtaining halobutyl rubber, learned from what chloro- and bromobutyl rubbers were obtained, as well as their properties and technical characteristics.

**Ключевые слова:** изобутилен, изопрен, бутилкаучук, галобутилкаучук, резино-техническое изделие.

**Key words:** isobutylene, isoprene, butyl rubber, halobutyl rubber, rubber-technical product.

Бромбутилкаучук получен из галогенированного бутилкаучука с бромом в непрерывном процессе.

По сравнению с обычным бутилкаучуком, бромбутилкаучук обеспечивает более быстрое и стабильное отверждение за счет углерод-углеродных связей.[1, с. 100]

Преимущества:

- Низкая проницаемость для воздуха, газов и влаги
- Низкая температура стеклования, аналогичная обычному бутилу
- Широкая универсальность вулканизации
- Безопасность обработки: нет нитрозаминов или прекурсоров нитрозаминов. [1, с. 101]

Хлорбутилкаучук представляет собой изобутилен-изопреновый сополимер, полученный в результате реакции бутилкаучука с хлором в непрерывном процессе.[1, с. 110]

Преимущества

- Низкая проницаемость для воздуха, газов и влаги
- Гашение вибрации
- Низкая температура стеклования, аналогичная обычному бутилу
- Широкая универсальность вулканизации
- Безопасность обработки: нет нитрозаминов или прекурсоров нитрозаминов
- Хорошая адгезия и совместимость с другими каучуками[1, с. 111]

НКНХ — третий в мире и первый в России производитель ГБК. До этого рынок ГБК делили два мировых производителя — американская компания Еххон и немецкая Вауег. Сейчас все три производителя способны выпускать примерно 875 тыс. т ГБК в год. ГБК и его разновидности — хлорбутилкаучук и бромбутилкаучук — используются в основном в шинной промышленности для изготовления герметизирующего слоя бескамерных шин, поскольку резина на основе ГБК обладает повышенной газонепроницаемостью, стойкостью к деформациям и высоким сопротивлением разрыву.

На сайте [firs.ru](http://firs.ru) есть множество патентов на тему способов получения галобутилкаучука. Вот несколько из них.

## Патенты по способам получения ГБК.

Таблица 1.

Характеристика	Описание патента
RU 2 361 882 C1 06.11.2007 Патентообладатель: Открытое акционерное общество Научно-исследовательский институт "Ярсинтез" (ОАО НИИ "Ярсинтез").	Бутилкаучук после полимеризации растворяют в инертном растворителе, галоидируют в растворе, отмывают и нейтрализуют, дегазируют и сушат его. Для растворения используют сырую крошку бутилкаучука с предварительной заменой транспортной воды производства бутилкаучука на транспортную воду производства галобутилкаучуков. Такое решение позволяет повысить качество галоидированных бутилкаучуков и снизить энергетические и капитальные затраты.[2, с. 1]
RU 2 177 952 C2 23.03.1999 Патентообладатель: Щербань Георгий Трофимович	Способ предусматривает подачу инертного растворителя в процессе обработки гранул или крошки каучука в количестве 5-15% от массы бутилкаучука с последующим галогенированием. Способ позволяет упростить технологию, повысить однородность, увеличить удельную производительность.[3, с. 1]
RU 2 186 789 C1 12.01.2001 Патентообладатель(и): Открытое акционерное общество Научно-исследовательский институт "Ярсинтез", Открытое акционерное общество "Нижнекамскнефтехим".	В качестве галоидирующего агента на первой стадии используют хлор или бром, причем на первую стадию направляют газовый поток, образующийся после сепарации газожидкостной реакционной смеси, выходящей со второй стадии, а обработку раствора бутилкаучука осуществляют до конверсии двойных связей в исходном бутилкаучуке не более 50% на первой стадии и до конверсии от 80 до 100% - на второй. Изобретение позволяет интенсифицировать процесс при сохранении равномерности в изменении молекулярных характеристик полимера при галоидировании.[4, с. 1]

В процессе получения ГБК есть такие проблемы как:

- окрашивание полимера при неправильных дозировках антиоксиданта;
- слипание крошки каучука из-за повышение показателя рН и наоборот, из-за завышения показателя рН получается вспенивание и унос крошки с газами отсоса из дегазатора;
- слипание крошки каучука из-за неправильной дозировки стеарата кальция (антиагломератора), который препятствует образованию монолита;
- очень агрессивная среда галоидов (хлора и брома), в следствие чего возникает усталость металла оборудования;
- неверное выдерживание температуры процесса, в следствие чего не удается удалить в полной мере растворитель из крошки каучука;

Разработчики вносили свои предложения для достижения таких целей как:

- повысить качество галоидированных бутилкаучуков и снизить энергетические и капитальные затраты;[2, с. 2]
- упростить технологию, повысить однородность, снизить деструкцию, увеличить удельную производительность;[3, с. 2]
- интенсифицировать процесс при сохранении равномерности в изменении молекулярных характеристик полимера при галоидировании;[4, с. 2]

Получение галобутилкаучуков – очень важный процесс. Этот эластомер жизненно необходим в резинотехнической промышленности.

**Библиографический список:**

[1] Полимеры: Пер. с англ./ В. Р. Говарикер, Н. В. Висванатхан, Дж. Шридхар; Предисл. В. А. Кабанова. - М.: Наука, 1990. - 396 с.

[2] Способ получения галоидированного бутилкаучука : пат. 2361882. Рос. Федерация : МПК С08С 19/12.

[3] Способ получения галоидированного бутилкаучука : пат. 2177952. Рос. Федерация : МПК С08С 19/14.

[4] Способ получения галоидированного бутилкаучука : пат. 2186789. Рос. Федерация : МПК С08С 19/12.



**Ерычев Михаил Андреевич**  
**Erychev Mikhail Andreevich**

студент 2 курса, напр. «Химическая технология». Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». E-mail: [erychev97@mail.ru](mailto:erychev97@mail.ru)

УДК 691.17

## АНТИОКСИДАНТЫ, ИХ РОЛЬ В СОСТАВЕ БУТИЛКАУЧКОВ

### ANTIOXIDANTS, THEIR ROLE IN BUTYL RUBBERS

**Аннотация:** в этой работе мы рассмотрели антиоксиданты для синтетических каучуков, влияние антиоксиданта на сам каучук. Антиоксиданты (антиокислители) — ингибиторы окисления, природные или синтетические вещества, способные тормозить окисление (рассматриваются преимущественно в контексте окисления органических соединений).

**Abstract:** in this work we examined antioxidants for synthetic rubbers, the effect of an antioxidant on the rubber itself. Antioxidants (antioxidants) - oxidation inhibitors, natural or synthetic substances that can inhibit oxidation (considered mainly in the context of the oxidation of organic compounds).

**Ключевые слова:** бутилкаучук, галобутилкаучук, антиоксидант, окислительная способность, ингибитор окисления.

**Key words:** butyl rubber, halobutyl rubber, antioxidant, oxidizing capacity, oxidation inhibitor.

Бутилкаучук был синтезирован Томасом и Спарксом в США в 1937 г., промышленное его производство за рубежом было освоено в 1941 г. В нашей стране промышленность выпускает бутилкаучук, начиная с 1956 г. [1, 100]

Представляет собой сополимер метилпропена с 2-метил-1,3-бутадиеном (или изобутилена и изопрена). Соотношение изопрена и изобутилена определяет неопределённость полимера. Макромолекулы бутилкаучука имеют линейное строение; распределение звеньев изопрена, присоединённых преимущественно в положениях 1,4, носит статистический характер

Бутилкаучук — прозрачная белого или серого цвета малогазопроницаемая эластичная масса, обладающая хорошими электроизоляционными свойствами.

Бутилкаучук не содержит геля, растворяется в алифатических и ароматических углеводородах, кристаллизуется только при больших растяжениях (>500%). [1, 110]

Малая ненасыщенность бутилкаучука обуславливает его высокую тепло-, свето- и озоностойкость, а также устойчивость к действию многих агрессивных сред — щелочей, кислот, спиртов, кетонов, растительных и животных жиров, перекиси водорода и др.

По стойкости к комбинированному действию света и озона бутилкаучук существенно превосходит такие высоконенасыщенные каучуки, как НК, СКИ и бутадиеновые каучуки. Ионизирующие излучения вызывают деструкцию бутилкаучука. Отличительная особенность бутилкаучука — исключительно низкая воздухо- и паропроницаемость.

Наряду с бутилкаучуком в промышленных масштабах выпускают ряд его модификаций: продукты прямого галогенирования — хлорбутилкаучук и бромбутилкаучук; жидкие бутил- и хлорбутилкаучук; структурированный бутилкаучук; искусственный латекс бутилкаучука.

Хлор- и бромбутилкаучук содержат соотв. 1,1-1,3% Cl или 2-3 % Br, присоединённых главным образом в  $\alpha$ -положение к двойным связям изопреновых звеньев макромолекулы. [2, 96]

Антиоксиданты (антиокислители) — ингибиторы окисления, природные или синтетические вещества, способные тормозить окисление (рассматриваются преимущественно в контексте окисления органических соединений). Механизм действия наиболее распространённых антиоксидантов (ароматические амины, фенолы, нафтолы и др.) состоит в обрыве реакционных цепей: молекулы антиоксиданта взаимодействуют с активными радикалами с образованием малоактивных радикалов. [3, 54]

По своему функционалу антиоксиданты можно подразделить на следующие типы:

- воздействие на сырьё, оборудование в процессе переработки данного сырья;
- придание дополнительных свойств конечному продукту. [3, 55]

Использование антиоксидантов для сохранения нужных свойств резиновых изделий в процессе их старения и эксплуатации началось после Второй мировой войны. Как и ускорители вулканизации, антиоксиданты – сложные органические соединения, которые при концентрации 1–2 части на 100 частей каучука препятствуют росту жесткости и хрупкости резины. Воздействие воздуха, озона, тепла и света – основная причина старения резины. Некоторые антиоксиданты также защищают резину от повреждения при изгибе и нагреве. Нас интересуют именно такие антиоксиданты, как бифенолы, так как они больше всего подходят для стабилизации синтетических каучуков. Например 2,2-ди-(4метил-6-трет-бутилфенол)метан /антиоксидант 2246, Агидол 2, Бисалкофен). Стабилизатор синтетических каучуков (бутадиен-стирольных, бутадиен-нитрильных, бутадиеновых, этилен-пропиленовых, хлоропреновых, бутилкаучука, хлорбутилкаучука), сополимеров на основе тетрагидрофура и др. Дозировка — 1,5-2 %. Защищает резины на основе натурального и перечисленных выше синтетических каучуков от термоокислительного и светоозонового старения, разрушения при многократных деформациях. Используется в светлых и цветных резиновых изделиях. Защищает полиолефины, полиформальдегид, полистирол общего назначения и ударопрочный поливинилхлорид, полиацетали, полиамиды, полиуретаны, полиэтилентерефталат, эпоксидные смолы от теплового и слабо — от светового старения.[3, 56]

Термо- и сетостабилизатор полипропиленового волокна. Эффективность повышается в сочетании с тиобис(алкилфенолами). Антиокислительная присадка к нефтепродуктам, моторным топливам. Разрешен для применения в полимерах, контактирующих с пищевыми продуктами. Стабилизатор высокоплавких битумов, буровых растворов (особенно в сочетании с кармоксиметилцеллюлозой). Другие представители этой группы:

- 2,2-метиленбис(6-трет-бутил-4этилфенол) /Агидол 7, Бисалкофен ЭБ, антиоксидант 425/;
- 4,4-метиленбис(2,6-ди-трет-бутилфенол) /антиоксидант 702, Бисалкофен БМ/. [3, 56]

Одной из проблем получения галобутилкаучуков прямым галогенированием молекулярным галогеном растворенного в углеводородном растворителе бутилкаучука является подбор антиоксиданта, как для стабилизации базового бутилкаучука, поступающего затем на галогенирование, так и для стабилизации готового галобутилкаучука. Используемый для стабилизации в том и другом случае антиоксидант должен позволять получать неокрашенный каучук, стойкий при выделении, хранении и переработке, не оказывать отрицательного влияния на процесс галогенирования (антиоксидант для базового каучука).[4, с. 2]

Известны способы, когда каучук после реакции сополимеризации, его дегазации, может отправляться на последующее галогенирование. В соответствии со способом в качестве антиоксиданта для бутилкаучука используют Агидол-2.[4, 2]

Недостатком данного способа является то, что оба антиоксиданта могут взаимодействовать с галогеном, снижая его концентрацию в каучуке, а Агидол-2, кроме того, переходя в хиноидную форму сам приобретает желтый цвет и окрасит каучук.[4,2]

Известна еще одна технология, по которой в дегазированную крошку каучука, который идет на галогенирование, заправляют неозон-Д, в качестве антиоксиданта, а так же Агидол-1. В свою очередь эти добавки тоже имеют свои недостатки, такие как:

- неозон-Д дает каучуку темную окраску из-за присутствия атома азота в своем строении;

- агидол-1 не дает полимеру никакой окраски, однако у него очень низкая молекулярная масса, высокая летучесть, за счет этого он попросту теряется в процессе получения каучука.[4, 2]

Мы хотим получить неокрашенный каучук, стойкий при выделении, хранении и переработке и не оказывать отрицательного влияния на процесс галогенирования (антиоксидант для базового каучука).

На основании исследований в работе о способе получения галобутилкаучуков делаем выводы:

- при использовании на стадии дегазации базового каучука моно-, бис- и трис-фенолов, а также нефенольных азотсодержащих антиоксидантов во всех случаях происходит взаимодействие этих соединений с галогеном на стадии галогенирования и содержание галогена в каучуке снижается за счет этого нецелевого использования, а в случае бис-фенола и азотсодержащего соединения происходит еще и окрашивание полимера.

- при использовании тетракис-фенола за счет стерических затруднений в объемной

молекуле не происходит его взаимодействия с галогеном и весь поданный на стадию галогенирования реагент расходуется на целевую реакцию (1 атом галогена остается в полимере, второй образует галогенводород). Кроме того, тетраакис-фенол в силу своего строения не образует хиноидных структур и не окрашивает каучук. Оптимальная дозировка тетраакис-фенола в крошку базового каучука составляет 0,01-0,03. При снижении дозировки ниже 0,01 мас. % (пример 8) наблюдается увеличение падения вязкости по Муни готового каучука. При увеличении дозировки выше 0,03 не наблюдается дальнейшего снижения падения вязкости по Муни готового полимера и, следовательно, это увеличение экономически нецелесообразно.[4, 3]

Следовательно, на стадии дегазации базового каучука в водную крошку добавляют тетраакис-фенольный антиоксидант в количестве 0,01-0,03 мас.% на полимер, а перед стадией дегазации галобутилкаучука в его раствор добавляют антиоксидант, выбранный из группы моно-, трис- или тетраакис-фенолов в количестве 0,05-0,2 мас.%, причем молекулярная масса монофенола должна быть не менее 300 ед.[4, 3]

**Библиографический список:**

- [1] Синтетический каучук, под редакцией И.В. Гармонова, Л.: Химия, 1983, с.293-300.
- [2] В.М. Соболев, И.В. Бородин. Промышленные синтетические каучуки. Л.: Химия, 1977, 178с.
- [3] Академия Конъюнктуры Промышленных Рынков.
- [4] Способ получения гало(хлор-, бром-)бутилкаучуков: пат. 2663891. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12., C08F 6/12.

**Ерычев Михаил Андреевич****Erychev Mikhail Andreevich**

студент 2 курса, напр. «Химическая технология». Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». E-mail: [erychev97@mail.ru](mailto:erychev97@mail.ru)

УДК 691.17

**ОБЗОР ОТРАСЛИ ПОЛУЧЕНИЯ БУТИЛКАУЧУКА****OVERVIEW OF BUTYL RUBBER PRODUCTION INDUSTRY**

**Аннотация:** в этой работе мы рассмотрели рынок производителей бутилкаучука в России, динамику патентов этой области, проблематику процесса, технические характеристики данного вида каучука, к какому типу каучуков относится данный эластомер, применение бутилкаучука в промышленности, просмотрели ведущих производителей бутилкаучука.

**Abstract:** In this work, we examined the market of butyl rubber manufacturers in Russia, the dynamics of patents in this area, the problematics of the process, the technical characteristics of this type of rubber, what type of rubber does this elastomer belong to, the use of butyl rubber in industry, we looked at the leading manufacturers of butyl rubber.

**Ключевые слова:** изобутилен, изопрен, бутилкаучук, производство бутилкаучука, патенты.

**Key words:** isobutylene, isoprene, butyl rubber, butyl rubber production, patents.

Бутилкаучук получают катионной сополимеризацией мономеров в растворе хлористого метила или хлористого этила при температурах около  $-100^{\circ}\text{C}$  (катализатор - хлористый алюминий). Бутилкаучук - продукт светло-жёлтого цвета, не растворимый в спиртах, эфирах, кетонах, дихлорэтаноле, анилине, нитробензоле, стойкий к действию воды. Бутилкаучук отличается низкой газопроницаемостью, уступая в этом отношении только полисульфидным каучукам. Отсутствие двойных связей в большинстве звеньев макромолекул бутилкаучука обуславливает стойкость к действию кислорода, озона, света, но одновременно и замедленную вулканизацию каучука. (Галогенированием бутилкаучук получают так называемый хлорбутилкаучук и бром-бутилкаучук, значительно превосходящие исходный бутилкаучук по скорости вулканизации). [1, с. 95]

Бутилкаучук (БК) относится к каучукам специального назначения. Бутилкаучуки весьма химически инертны и обладают низкой газопроницаемостью, превосходными озоно- и погодостойкостью, термостабильностью, химической стойкостью и водостойкостью, обеспечивают вибродемпфирование и повышенные коэффициенты трения.

Области применения включают шины, вулканизационные диафрагмы, паровые рукава, резиновые кольца, уплотнители, герметики и кровельные покрытия. [2, с. 223]

Наиболее массовое применение каучуков — это производство резин для автомобильных, авиационных и велосипедных шин.

Ведущие производители каучука в России – «СИБУР Тольятти» (г. Тольятти, ГК «СИБУР») и «Нижнекамскнефтехим» (Татарстан, ГК «ТАИФ»). На эти две компании приходится 100% всего выпуска каучуковых мономеров в стране. «СИБУР» в совокупности производит 570 тыс. каучуков, экспорт в 53 страны мира.

Производство каучука в стране налажено также на таких предприятиях, как:

СИБУР «Красноярский Завод Синтетического Каучука» (г. Красноярск, ГК «СИБУР»);

СИБУР «Воронежсинтезкаучук» (г. Воронеж, ГК «СИБУР»);

«Стерлитамакский нефтехимический завод» («СНХЗ», Башкортостан, г. Стерлитамак, УК «ТАУ НЕФТЕХИМ»);

«Омский каучук» (г. Омск, ГК «ТИТАН»);

«Ефремовский завод синтетического каучука» (Тульская обл.);

«Казанский завод синтетического каучука» (ОАО «КЗСК», Татарстан);

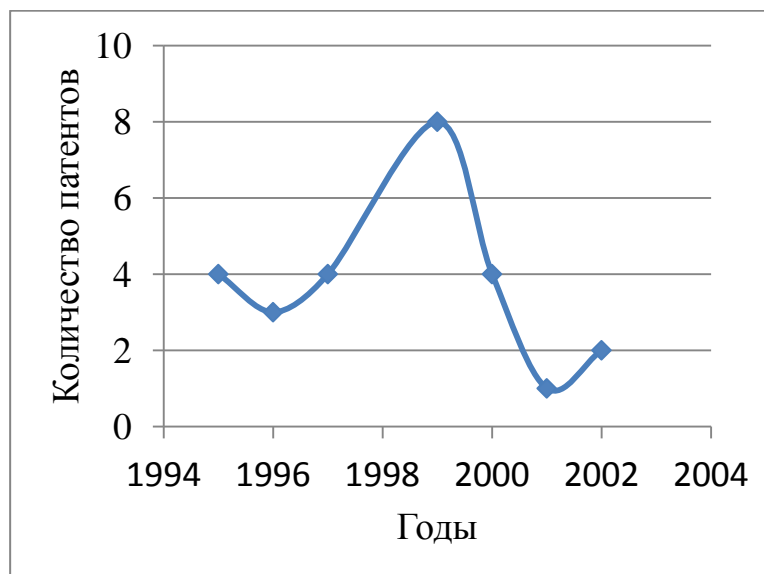
«ГАЗПРОМНЕФТЬ – МПЗ» («Московский НПЗ», Москва, п. Капотня, «Газпром Нефть»)

Исследование процесса полимеризации изобутилена и изопрена – очень интересное и энергозатратное занятие. Разные ученые, химики инженеры пытаются довести эту реакцию до ума.

Таким образом появилось множество патентов на данную тематику.

На сайте [firs.ru](http://firs.ru) есть множество патентов на тему способов получения бутилкаучука. Как мы видим из графика 1, в течение 90-х годов прошлого века, разработки в сополимеризации изобутилена и изопрена шли неуклонно вверх.

График 1. – Разработки в отрасли получения бутилкаучуков (кол-во патентов).



В большинстве патентов инженеры и ученые трудились над стабилизацией процесса полимеризации, т.к это процесс несколько капризный, неустойчивый. Ненадлежащее управление процессом приводит к забивкам полимеризаторов, снижению их пробегов, низкой конверсии мономеров.

Наличие примесей в шихте может играть роль как сокатализаторов, так и ингибиторов. Этими примесями могут быть: влага, хлороводород, спирты, галогеналкилы. При неправильных дозировках этих составляющих можно загубить процесс полимеризации. При содержании в шихте влаги 0,001% масс. получается полимер с максимальной молекулярной массой.

Разработчики вносили свои предложения для достижения таких целей как:

- увеличение выработки бутилкаучука без ухудшения его качества; [3, с. 1]
- повышение управляемости процессом, однородности каучука и снижение энергетических и сырьевых затрат; [4, с. 1]
- снижение количества кислородсодержащих примесей, потерь изобутилена, стабилизация процесса сополимеризации, увеличение по времени пробега реакторов полимеризации и выработки бутилкаучука.[5, с. 1]

Сополимеризация изобутилена и изопрена в среде хлористого метила на катализаторе Фриделя-Крафтса – очень захватывающий и интересный процесс, который до конца не изучен. Этот танец органической химии дает нам основу для всей резинотехнической промышленности – бутилкаучук.

#### **Библиографический список:**

[1] Полимеры: Пер. с англ./ В. Р. Говарикер, Н. В. Висванатхан, Дж. Шридхар; Предисл. В. А. Кабанова. - М.: Наука, 1990. - 396 с.

[2] Кирпичников П. А., Аверко-Антонович Л. А., Аверко-Антонович Ю. О. Химия и технология синтетического каучука: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. Л.: Химия, 1987. - 424 с., ил.

[3] Способ получения бутилкаучука: пат. 2565759. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12.

[4] Способ получения бутилкаучука: пат. 2200168. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12.

[5] Способ получения бутилкаучука: пат. 2355712. Рос. Федерация : МПК C08F 210/12.







Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2021