

Е. А. Кияненко

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА ТИОКОЛОВОЙ МАСТИКИ

Ключевые слова: тиоколовая мастика, пластификатор, хлорпарафин, дибутилфталат, белая сажа, полисульфидный олигомер, герметик.

Исследовано влияние пластификаторов – хлорпарафина и дибутилфталата на свойства тиоколовой мастики марки СГ-1М. Пластификаторы вводили в герметизирующую композицию в количествах 7, 9, 11, 13, 15 % мас. Выявлено, что тип и количество пластификатора оказывает влияние на значение плотности герметизирующих паст. Так, с увеличением количества вводимого пластификатора наблюдается заметное снижение плотности герметизирующих паст. Исследование влияния пластификаторов на жизнеспособность герметиков показало, что данный показатель растет с количеством содержания хлорпарафина / дибутилфталата. Увеличение жизнеспособности герметизирующей мастики с хлорпарафином выросло на 60 %, а для композиции с дибутилфталатом почти в два раза. Жизнеспособность герметика с пластификатором дибутилфталатом увеличивается в среднем на 19 % по сравнению с аналогичным герметиком с хлорпарафином. По результатам исследования прочностных показателей герметиков выявлена тенденция снижения условной прочности при разрыве при одновременном повышении относительного удлинения, что свидетельствует о повышении пластичных свойств герметизирующих мастик. Относительное удлинение увеличилось по сравнению с исходным образцом для композиции с хлорпарафином на 87 %, а для мастики с дибутилфталатом в 2,5 раза. При этом установлено, что при содержании дибутилфталата в количестве 15 % мас., относительное удлинение достигло 100 %. Это значение приблизительно на 30 % выше по сравнению с относительным удлинением герметика с хлорпарафином, что говорит о более высоких эластичных свойствах герметика с дибутилфталатом. Выявлено, что добавление пластификаторов значительно повышает гидролитическую стойкость герметизирующих мастик на основе тиокола. При этом отмечено, что снижение степени набухания наблюдается максимально при введении 15 % мас. пластификатора и достигает 70 % по сравнению с исходным образцом. Минимальная степень набухания в воде достигает для композиции с хлорпарафином 0,6 % мас, а для герметиков с дибутилфталатом 0,5 % мас. Данные показатели входят в нормируемый диапазон (не более 2 % мас.) и свидетельствуют о хорошей стойкости к влаге.

Е. А. Kiyenenko

INFLUENCE OF PLASTICIZERS ON THE PROPERTIES OF THIOKOL MASTIC

Key words: thiokol mastic, plasticizer, chloroparaffin, dibutyl phthalate, white carbon black, polysulfide oligomer, sealant.

The influence of plasticizers - chloroparaffin and dibutyl phthalate - on the properties of thiokol mastic of SG-1M grade was investigated. Plasticizers were introduced into the sealing composition in amounts of 7, 9, 11, 13, 15 % wt. %. It was revealed that the type and amount of plasticizer influences the density value of sealing pastes. Thus, with the increase in the amount of the introduced plasticizer there is a noticeable decrease in the density of sealing pastes. The study of the influence of plasticizers on the viability of sealants showed that this index increases with the amount of chloroparaffin / dibutyl phthalate content. Increase in viability of sealing mastic with chloroparaffin increased by 60%, and for the composition with dibutyl phthalate almost twice. The viability of sealant with plasticizer dibutyl phthalate increases on average by 19 % in comparison with a similar sealant with chloroparaffin. According to the results of the study of strength parameters of sealants the tendency of decrease of conditional breaking strength with simultaneous increase of relative elongation was revealed, which indicates the increase of plastic properties of sealing mastics. Relative elongation increased in comparison with the initial sample for the composition with chloroparaffin by 87 %, and for the mastic with dibutyl phthalate by 2.5 times. At the same time, it was found that when the content of dibutyl phthalate in the amount of 15 wt. %, the relative elongation reached 100 %. This value is about 30 % more in comparison with relative elongation of sealant with chloroparaffin, that speaks about higher elastic properties of sealant with dibutyl phthalate. It is revealed that the addition of plasticizers significantly increases the hydrolytic resistance of sealing mastics based on thiokol. It is noted that the decrease in the degree of swelling is observed maximally at the introduction of 15 wt% of plasticizer and reaches 70% compared to the original sample. The minimum degree of swelling in water reaches for the composition with chloroparaffin 0,6 % wt. %, and for sealants with dibutyl phthalate 0,5 % wt. %. These indicators are within the normalized range (not more than 2 % wt. %) and indicate good resistance to moisture.

Введение

Разработка герметиков на основе полисульфидных олигомеров представляет собой важное направление в современном материаловедении и строительной отрасли. Эти герметики благодаря своим уникальным свойствам находят применение не только в строительстве, но и во множестве других отраслей, таких как оборонная, аэрокосмическая и химическая промышленности [1-5].

Полисульфидные герметики обладают высокой устойчивостью к воздействию агрессивных химических сред, ультрафиолетового излучения, озона и широкому диапазону температур [6, 7]. Это делает их идеальными для защиты конструкций, подвергающихся интенсивным эксплуатационным и климатическим нагрузкам. Их эластичность и прочность обеспечивают надежную герметизацию швов, что особенно актуально в условиях резких температурных колебаний и высокой влажности [8, 9].

Существующий герметик марки СГ-1М обладает высоким комплексом физико-механических свойств,

но при этом имеет повышенные вязкость и плотность, что негативно отражается на процессе приготовления герметика, его технологических свойствах, таких как текучесть и пластичность. Это усложняет процесс нанесения герметика и может привести к недостаточной однородности полученного слоя [10].

Для достижения поставленных целей по улучшению технологических и физико-механических свойств герметика необходимо рассмотреть несколько направлений. Во-первых, целесообразно исследовать возможность использования добавок, способствующих снижению вязкости без потери прочностных характеристик. Во-вторых, оптимизировать пропорции входящих компонентов, что также может оказать положительное влияние на физико-механические свойства конечного продукта [11].

Дополнительно необходимо рассмотреть использование альтернативных модификаторов, которые могут улучшить эластичность и сцепление с различными поверхностями. Влияние различных пластификаторов и наполнителей исследовалось в ряде научных работ [12-14], имеющих положительные результаты.

Таким образом, задача по оптимизации рецептуры тиоколов герметика, основываясь на уже существующем продукте, является весьма актуальной. Это не только поможет улучшить эксплуатационные характеристики, но и повысит конкурентоспособность герметиков на рынке, что особенно важно в условиях современного строительства, где требования к материалам становятся все более жесткими. В результате успех в этой области позволит не только улучшить качество строительных материалов, но будет способствовать повышению надежности и долговечности конструкций в целом.

Экспериментальная часть

В качестве основы использована композиция герметика СГ-1М. В состав базовой композиции входили следующие компоненты: жидкий полисульфидный олигомер НВБ-2 (ТУ 38.50309-93), эпоксидная смола ЭД-40 (ТУ 2225-154- 05011907-97), двуокись титана (ГОСТ 9808-84), мел (ТУ 5743-008-05120542-96) белая сажа (ГОСТ 18307-78), оксид цинка (ГОСТ 202-84), диоксид марганца (ГОСТ 4470-79) и др.

Модифицирование базового состава герметика СГ-1М проведено путем добавления пластификаторов – хлорпарафина (ХП) (СТО 00203275-234-2009) и дибутилфталата (ДБФ) (ГОСТ 8728-88).

Количественные составы испытываемых композиций приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав герметизирующей пасты

Table 1 – Composition of sealing paste

Наименование компонента	Количество, % мас.
Хлорпарафин / дибутилфталат	7 ÷ 15
Тиокол	30,76 ÷ 36,76
Эпоксидная смола	3,08 ÷ 3,68
Титановые белила	3,08 ÷ 3,68
Белая сажа	1,01 ÷ 1,91
Мел	38,94 ÷ 46,94
ИТОГО	100,0

Для приготовления герметизирующей пасты расчетное количество компонентов (таблица 1) в зависимости от вида пластификатора, помещали в ступку, в которой их тщательно перемешивали до однородной массы. При этом эпоксидную смолу предварительно нагревали до температуры до 80 °С. Вулканизирующую пасту готовили путем смешивания расчетного количества компонентов в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Состав вулканизирующей пасты

Table 2 – Composition of curing paste

№ п/п	Наименование	Количество, % масс.
1	Хлорпарафин / дибутилфталат	30,75 ÷ 34,75
2	Оксид марганца	3,04 ÷ 3,64
3	Белая сажа	3,04 ÷ 3,84
4	Оксид цинка	6,0 ÷ 7,0
5	Титановые белила	2,04 ÷ 2,24
6	Сера	0,12 ÷ 0,14
7	Тиурам	0,005 ÷ 0,01
8	Вода	5,01 ÷ 5,61
9	ДФГ	1,02 ÷ 1,82
10	Мел	40,05 ÷ 40,95
	ИТОГО	100,0

Для приготовления герметика навески герметизирующей и вулканизирующей пасты в массовом соотношении 2:1 соответственно помещали в ступку и перемешивали в течение 5÷10 мин до получения массы однородного цвета. Однородность определяли визуально по отсутствию светлых или черных разводов на поверхности.

Жизнеспособность герметика определяли по ГОСТ 53653-2009.

Определение условной прочности, относительного удлинения при разрыве и характера разрушения образцов определяли по ГОСТ 21751-76.

Степень набухания (α) определяли весовым методом при экспозиции образцов в воде в течение 144 ч при комнатной температуре и в кипящей воде в течение 24 ч (ГОСТ 5960-72) по формуле:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m} \cdot 100\%,$$

где m – масса исходного образца, m_0 – масса образца после экспозиции.

Результаты эксперимента и их обсуждение

При разработке герметизирующих паст важное внимание уделяется физико-механическим свойствам, так как они определяют не только функциональность, но и долговечность материалов. Одним из ключевых показателей, который существенно влияет на эксплуатационные характеристики герметиков, является плотность. Плотность герметизирующей пасты напрямую связана с её пластичностью, распределением по поверхности, прочностными характеристиками и возможностью нанесения.

В данном разделе проведены исследования, направленные на определение показателя плотности

герметизирующей пасты. Результаты данных исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследования герметизирующих паст с ХП и ДБФ на показатель плотности, г/см³

Table 3 – Results of the study of sealing pastes with CP and DBP on the density index, g/cm³

№ п/п	Наименование	Содержание пластификатора, % мас.					
		0	7	9	11	13	15
1	Герметизирующая паста с ХП	1,60	1,59	1,56	1,53	1,50	1,43
2	Герметизирующая паста с ДБФ	1,60	1,55	1,54	1,47	1,46	1,41

Как видно из таблицы 3, плотность образцов варьируется в пределах от 1,4 до 1,6 г/см³.

При этом, можно отметить следующую закономерность. С увеличением количества вводимого пластификатора происходит заметное снижение плотности герметизирующих паст. Это может быть объяснено тем, что пластификаторы, как правило, имеют меньшую плотность по сравнению с основными компонентами пасты, что в свою очередь приводит к разжижению конечного продукта и снижению его массы на единицу объема.

Особо стоит отметить, что в случае использования дибутилфталата (ДБФ) плотность пасты оказывается несколько ниже, чем у аналогичной пасты с хлорпарафином (ХП). Это может свидетельствовать о том, что ДБФ более эффективно снижает вязкость пасты, позволяя достичь большего уровня текучести и пластичности, необходимых для равномерного нанесения и последующей стабильности в процессе эксплуатации.

Изучение плотности герметизирующих паст подтвердило, что этот параметр важен для оценки дальнейших механических и эксплуатационных характеристик материала. Полученные результаты позволили сделать выводы о влиянии состава на физико-механические свойства и могут служить основой для дальнейших исследований и оптимизации рецептур герметиков.

Далее изучали влияние типа пластификатора на показатель плотности вулканизирующих паст. Таблица 4 демонстрирует влияние различных видов пластификаторов (хлорпарафина и дибутилфталата) на показатель плотности вулканизирующей пасты. Как показало исследование, плотность пасты с ДБФ оказалась на 7 % ниже, чем плотность пасты с ХП. Это различие подтверждает выводы, сделанные в предыдущем разделе: использование ДБФ способствует улучшению текучести и пластичности пасты.

Таблица 4 – Результаты исследования вулканизирующих паст с ХП и ДБФ на показатель плотности, г/см³

Table 4 – Results of the study of vulcanizing pastes with CP and DBF on the density index, g/cm³

№ п/п	Наименование	Содержание пластификатора, % мас.	Плотность, г/см ³
1	Вулканизирующая паста с ХП	34,75	1,62
2	Вулканизирующая паста с ДБФ	34,75	1,74

Таким образом, выявлено, что добавление пластификаторов ДБФ и ХП оказывает существенное влияние на плотность как герметизирующих, так и вулканизирующих паст. Переход на использование ДБФ позволит получить более качественные материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, что будет особенно актуально в условиях требующих высокой степени адаптивности и прочности. Дальнейшие исследования в этой области могут привести к

созданию более эффективных рецептур, оптимизирующих характеристики герметизирующих и вулканизирующих средств.

В процессе исследования физико-механических свойств герметиков было установлено, что количество вводимого пластификатора значительно влияет на жизнеспособность материала. Как показано в таблице 5, с увеличением количества вводимого пластификатора наблюдается положительная корреляция между его содержанием и жизнеспособностью герметика.

Таблица 5 – Результаты исследования герметиков с ХП и ДБФ на жизнеспособность, ч

Table 5 – Results of the study of sealants with CP and DBP on viability, h

№ п/п	Наименование	Содержание пластификатора, % мас.					
		0	7	9	11	13	15
1	Герметик с ХП	6,0	7,6	8,4	9,1	9,8	9,9
2	Герметик с ДБФ	6,0	9,3	10,5	11,3	11,4	11,8

Для герметика с пластификатором ДБФ, жизнеспособность увеличивается в среднем на 19 % по сравнению с аналогичным герметиком с ХП. Данная

разница может быть связана с тем, что ДБФ обладает лучшими технологическими свойствами, обеспечивая

более стабильное состояние материала на протяжении времени использования.

Результаты экспериментов подчеркивают важность выбора типа пластификатора и его концентрации в процессе разработки герметиков для повышения их эксплуатационных характеристик. Использование ДБФ в качестве пластификатора может быть рекомендовано для получения герметиков с более высокой жизнеспособностью и улучшенными механическими свойствами.

Далее исследовали влияние различных видов пластификаторов на такие ключевые физико-механические свойства герметиков, как условная прочность при разрыве и относительное удлинение при раз-

рыве. Поскольку данные показатели являются важными для оценки надежности и долговечности герметиков в различных условиях эксплуатации. Условная прочность при разрыве является критерием, который отражает способность материала сопротивляться механическим напряжениям до момента разрушения. Относительное удлинение при разрыве позволяет оценить эластичность материала и его способность к деформации под механическим воздействием.

В таблицах 6 и 7 представлены результаты исследований по условной прочности герметиков с использованием в качестве пластификаторов хлорпарафина и дибутилфталата.

Таблица 6 – Результаты физико-механических показателей герметиков с ХП

Table 6 – Results of physical and mechanical parameters of sealants with CP

Наименование показателей	Содержание хлорпарафина, % мас.						Норма по ТУ 5772-042-05766764-01
	0	7	9	11	13	15	
Условная прочность при разрыве, σ , МПа	0,50	0,48	0,47	0,39	0,38	0,30	Не менее 0,2
Относительное удлинение при разрыве, %	40	43	50	65	70	75	Не более 150,0
Характер разрушения	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный

Таблица 7– Результаты физико-механических показателей герметика с ДБФ

Table 7 – Results of physical and mechanical parameters of sealant with DBP

Наименование показателей	Содержание ДБФ, % мас.						Норма по ТУ 5772-042-05766764-01
	0	7	9	11	13	15	
Условная прочность при разрыве, σ , МПа	0,50	0,43	0,41	0,37	0,33	0,31	Не менее 0,2
Относительное удлинение при разрыве, %	40	50	60	75	88	100	Не более 150,0
Характер разрушения	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный	когезионный

По результатам исследования прочностных показателей герметиков (таблицы 6, 7) выявлена тенденция снижения условной прочности при разрыве при одновременном повышении относительном удлинении. Это свидетельствует о повышении пластичных свойств герметика. При этом необходимо отметить, что основные показатели такие как адгезия и сопротивление текучести остаются в пределах нормативных значений согласно ТУ 5772-042-05766764-01.

При анализе влияния вида пластификатора на комплекс физико-механических свойств установлено следующее. Герметики с ДБФ демонстрируют наибольшие показатели условной прочности при всех уровнях добавления пластификатора. Это свидетельствует о том, что ДБФ обеспечивает лучшее равновесие между прочностью и пластичностью, что делает его предпочтительным в качестве добавки для улучшения механических свойств герметизирующих материалов.

Максимальное относительное удлинение также наблюдается в герметиках с ДБФ, что указывает на их способность выдерживать деформации без разрушения. Это важный фактор для применения герметиков в условиях, где возможны значительные механические нагрузки.

Таким образом, выбор вида пластификатора играет ключевую роль в формировании физико-механических свойств герметизирующей мастики, что определяет их пригодность для конкретных условий эксплуатации.

На основании результатов, представленных в таблицах 6 и 7, можно сделать ряд важных выводов о влиянии различных видов пластификаторов на прочностные характеристики герметиков.

Выявленная тенденция свидетельствует о том, что с увеличением содержания пластификатора условная прочность при разрыве герметиков снижа-

ется, тогда, как относительное удлинение при разрыве увеличивается. Эта закономерность говорит о том, что при добавлении пластификатора в состав герметика происходит улучшение его пластических свойств.

Наиболее ярко данная тенденция проявилась в герметиках с добавлением ДБФ. При его содержании в количестве 15 % мас., относительное удлинение достигло 100 %, что является значительным достижением для данного материала. Это значение приблизительно на 30 % больше по сравнению с относительным удлинением герметика с хлорпарафином, что говорит о более высоких эластичных свойствах герметика с ДБФ.

Увеличение относительного удлинения, вероятно, обусловлено хорошей совместимостью ДБФ с другими компонентами герметика, что в результате

приводит к образованию более однородной и эластичной структуры. Это делает герметик на основе ДБФ предпочтительным для применения в условиях, требующих высокой степени деформации и устойчивости к механическим воздействиям, например, в строительстве и автомобильной промышленности.

В процессе разработки герметиков для использования в строительстве, особенно для герметизации стыков наружных стеновых панелей, критически важным является исследование их степени набухания в воде. Для успешной эксплуатации, нормативный показатель не должен превышать 2 % от массы герметика. С этой целью проведен анализ водопоглощения герметиков на основе различных пластификаторов, включая ХП и ДБФ.

Таблица 8 – Результаты исследования герметиков с ХП и ДБФ на показатель степени набухания, % мас. Время экспозиции в воде – 24 часа

Table 8 - Results of the study of sealants with CP and DBP on the index of swelling degree, % wt. Exposure time in water - 24 hours

№ п/п	Наименование	Содержание пластификатора, % масс.					
		0	7	9	11	13	15
1	Герметик с ХП	1,6	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6
2	Герметик с ДБФ	1,6	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5

По результатам исследования водопоглощения герметиков с ХП и ДБФ (таблица 8) выявлено, что степень набухания в зависимости от содержания пластификатора от 7 до 15 % мас. При этом значение набухания уменьшается на ≈ 40 % для двух видов герметиков – с ХП и ДБФ. При этом отмечено, что степень набухания герметика с ДБФ несколько ниже, чем герметика с ХП (около 20 %). Наименьшая степень набухания зафиксирована у герметика с ДБФ в количестве 15 % мас., и составило всего 0,5 %, что существенно ниже норматива и говорит о высоких эксплуатационных характеристиках этого материала.

Исследование степени набухания герметиков с различными пластификаторами подчеркивает важность выбора правильного компонента для достижения необходимых физических свойств. Герметики на основе ДБФ могут считаться более предпочтительными для применения в строительных проектах, где необходимо минимизировать воздействие атмосферной влаги. Это качество не только влияет на долговечность материала, но и на его общую эффективность в условиях эксплуатации.

Данные результаты служат надежной основой для дальнейших исследований и разработки рекомендаций по использованию герметиков с учетом их гидроизоляционных свойств.

Выводы

Герметик, содержащий 15 % ДБФ, проявил наибольшие значения прочности на сжатие, что является важным для его использования в условиях воздействия механических нагрузок. Измеренные характеристики превышают установленные нормативные требования, что свидетельствует о надежности данного материала.

Данный состав продемонстрировал отличные показатели относительно удлинения, что указывает на высокую степень гибкости и устойчивости к деформациям. Эти качества представляют особую значимость для материалов, подвергающихся как статическим, так и динамическим нагрузкам.

Показатель степени набухания в воде герметика с добавлением ДБФ составил всего 0,5 % после 24 часов, что не только соответствует нормативным требованиям, но и обеспечивает защитные свойства против негативного воздействия влаги. Данное свойство особенно актуально для использования в условиях наружной эксплуатации, где герметик может подвергаться воздействию атмосферных осадков и повышенной влажности.

В заключение можно добавить, что исследуемый герметик с добавлением дибутилфталата в количестве 15 % демонстрирует перспективные характеристики, которые позволяют рекомендовать его для широкого применения в различных отраслях, включая строительство и производство. При этом необходимо отметить, что все показатели остаются в пределах нормативных значений согласно ТУ 5772-042-05766764-01.

Литература

- Имамудинов, И.В. Герметики на основе эластомеров / И.В. Имамудинов, Р.Ю. Галимзянова, Ю.Н. Хакимуллин // Вестник технологического университета. – 2015. – №6. – Т.18. – С.69-74
- Герметики на основе полисульфидных олигомеров: синтез, свойства, применение / Ю. Н. Хакимуллин [и др.] - М.: Наука, 2007.- 301 с.
- Зайцева, Е.И. Герметики на основе полисульфидных эластомеров / Е.И. Зайцева, А.А. Донской // Клеи. Герметики. Технологии. – 2008. - №7. – С. 13-20.

4. Зайцева, Е.И. Герметики на основе полисульфидных эластомеров / Е.И. Зайцева, А.А. Донской // Клеи. Герметики. Технологии. – 2009. - №3. – С.11 – 35.
5. Смыслова, Р.А. Герметики на основе жидкого тиокола / Р.А. Смыслова. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1984. – 68 с.
6. Аверко-Антонович, Л.А. Полисульфидные олигомеры и герметики на их основе/ Л.А. Аверко-Антонович, П.А. Кирпичников, Р.А. Смыслова. – Л.: Химия, 1983. – 128с.
7. Справочное пособие по герметизирующим материалам на основе каучуков/ под ред. Р.А. Смысловой, С.В. Котлярова. – М.:Химия, 1976. – 72с.
8. Батрак, В.Е. Герметизация строительных конструкций/ В.Е.Батрак, В.М.Бобряшов//Клеи. Герметики. Технологии. - 2007. - №10. – с.29-31.
9. Хакимуллин, Ю.Н. Отверждение и модификация полисульфидных олигомеров: структура, свойства и области применения вулканизатов/ Ю.Н. Хакимуллин, В.С. Минкин, Р.Я. Дебердеев [и др.] // Известия Волгоградского Технического Университета. – 2007. - №4. – Т 5. – С.5 – 21.
10. Зайцева, Е.И. Герметики на основе полисульфидных эластомеров / Е.И. Зайцева, А.А. Донской // Клеи. Герметики. Технологии. – 2008. - №6. – С. 15-25.
11. Контуров, А.В. Дисульфидный синтез полисульфидных олигомеров / А.В. Контуров [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. - № 2. –С. 33 - 36.
12. Курбангалеева, А.Р. Исследование влияния шунгита на свойства герметиков на основе жидкого тиокола / А.Р. Курбангалеева, Ю.Н. Хакимуллин, И.А. Петилин [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. - № 7. – Т 15. – С. 329 – 331.
13. Курбангалеева, А.Р. Изучение возможности использования пластификаторов на основе диоксановых производных в тиоколовых герметиках на основе жидкого тиокола / А.Р. Курбангалеева, И.А. Новоселов, Л.Г. Насыров [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. - № 11. – Т 17. – С.112 - 114.
14. Готлиб, Е.М. Полисульфидные герметики, пластифицированные ЭДОСОМ / Е. М. Готлиб, А.Г. Соколова, Е.С. Ильичева// Вестник Казанского технологического университета. – 2011. - № 19.– С.282 - 284.
2. Sealants based on polysulfide oligomers: synthesis, properties, application / Yu. N. Hakimullin [et al.] - M.: Nauka, 2007.- 301 p.
3. Zaitseva, E.I. Sealants on the basis of polysulfide elastomers / E.I. Zaitseva, A.A. Donskoy // Adhesives. Sealants. Technologies. - 2008. - №7. - p. 13-20.
4. Zaitseva, E.I. Sealants on the basis of polysulfide elastomers / E.I. Zaitseva, A.A. Donskoy // Adhesives. Sealants. Technology. - 2009. - №3. - p.11 - 35.
5. Smyslova, R.A. Sealants on the basis of liquid thiokol / R.A. Smyslova. - Moscow: Central Research Institute of Petroleum Engineering, 1984. - 68 p.
6. Averkko-Antonovich, L.A. Polysulfide oligomers and sealants on their basis / L.A. Averkko-Antonovich, P.A. Kirpichnikov, R.A. Smyslova. - L.: Khimiya, 1983. – 128p.
7. Reference book on rubber-based sealing materials/edited by R.A. Smyslova, S.V. Kotlyarov. - M.:Khimiya, 1976. – 72p.
8. Batrak, V.E. Sealing of building constructions / V.E. Batrak, V.M. Bobryashov // Adhesives. Sealants. Technologies. - 2007. - №10. - p.29-31.
9. Khakimullin, Yu.N. Curing and modification of polysulfide oligomers: structure, properties and applications of vulcanizates / Yu.N. Khakimullin, V.S. Minkin, R.Y. Deberdeev [et al.] // Izvestiya Volgogradskogo Tekhnicheskogo Universitet. - 2007. - №4. - Vol. 5. - p.5 - 21.
10. Zaitseva, E.I. Sealants on the basis of polysulfide elastomers (in Russian) / E.I. Zaitseva, A.A. Donskoy // Adhesives. Sealants. Technologies. - 2008. - №6. - p. 15-25.
11. Konturov, A.V. Disulfide synthesis of polysulfide oligomers / A.V. Konturov [et al.] // Herald of Kazan Technological University. - 2006. - № 2. -p. 33 - 36.
12. Kurbangaleeva, A.R. Investigation of the influence of shungite on the properties of sealants based on liquid thiokol / A.R. Kurbangaleeva, Y.N. Khakimullin, I.A. Petilin [et al.] // Herald of Kazan Technological University. - 2012. - № 7. - Vol. 15. - p. 329 - 331.
13. Kurbangaleeva, A.R. Study of the possibility of using plasticizers based on dioxane derivatives in thiokol sealants based on liquid thiokol / A.R. Kurbangaleeva, I.A. Novoselov, L.G. Nasyrov [et al.] // Herald of Kazan Technological University. - 2014. - № 11. - Vol. 17. - p.112 - 114.
14. Gotlib, E.M. Polysulfide sealants plasticized with EDOSOM / E.M. Gotlib, A.G. Sokolova, E.S. Ilyicheva // Herald of Kazan Technological University. - 2011. - № 19.- p.282 - 284.

References

1. Imamutdinov, I.V. Sealants based on elastomers / I.V. Imamutdinov, R.Y. Galimzyanova, Y.N. Khakimullin // Herald of Technological University. - 2015.-№6. - Vol.18. - p.69-74.

© **Е. А. Кияненко** – к.т.н., доцент каф. ТСК, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия, kiyanenko.lena@yandex.ru.

© **Е. А. Kiyanenko** – PhD (Technical Sci.), Associate professor of Technology of Synthetic Rubber Department, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia, kiyanenko.lena@yandex.ru.