

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Погорельцева Эдуарда Владимировича
«Формирование структуры и абразивная износостойкость полиуретанов и
полиуретанмочевин литьевого типа»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных
полимеров и композитов

Как известно, полиуретановые эластомеры характеризуются хорошей износостойкостью и могут использоваться в широком спектре возможностей, где требуется долговременная и надежная работа. Полиуретановые эластомеры обладают высокой устойчивостью к различным физическим и химическим воздействиям, включая механическое воздействие, изгибы, трение, абразивный износ и т.д. Они также обладают хорошей устойчивостью к кислотам, щелочам, нефтепродуктам и растворителям.

В связи с существующей в настоящее время проблемой защиты деталей и конструкций от абразивного износа изделия из полиуретановых материалов приобретают особое значение. Износостойкость полиуретановых эластомеров зависит прежде всего от их химического строения. Однако на износостойкость полиуретанов значительное воздействие оказывают и условия их эксплуатации, включая факторы окружающей среды. Наибольшая чувствительность полиуретанов к абразивному износу проявляется в условиях высокой влажности, в среде водных суспензий или растворов. В связи с этим рекомендуется проводить специальные испытания износостойкости для каждого конкретного случая использования полиуретановых эластомеров. Диссертационная работа Погорельцева Э.В. посвящена установлению взаимосвязи между структурой, физико-механическими свойствами полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа с их абразивной износостойкостью что является **актуальной** научно-технической проблемой.

В работе при решении ряда задач, необходимых для достижения поставленной цели, были получены **новые научные результаты**:

- Установлено, что зависимость между структурой полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа и их абразивной износостойкостью является экстремальной функцией, при этом оптимум лежит в диапазоне содержания жестких сегментов ниже 40 % масс. и зависит от строения исходных олигомеров и диизоцианатов.

- Изучено влияние относительной влажности воздуха на абразивную износостойкость полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа. Установлено, что ослабление абразивной стойкости при увлажнении уретан-содержащих эластомеров связано с физическим взаимодействием полимер-вода по механизму временной пластификации.

- Установлено, что использование смесей структурных пластификаторов и стеаратов щелочноземельных металлов, а также оптимизация их содержания в полимерных композициях позволяет значительно снизить абразивный износ литевых полиуретанов.

Новым достижением автора, особенно важным с практической точки зрения, является разработка полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа с повышенной абразивной стойкостью. Определены пути снижения зависимости абразивной стойкости полиуретанов и полиуретанмочевин от влажности. Разработана методология создания модификаторов абразивной стойкости. Разработана рецептура модификаторов трения, которые будут вводиться в состав литевых полиуретановых материалов для повышения их стойкости к истиранию.

Структура и объем работы

Диссертация Погорельцева Э.В. включает в себя 6 глав, включающих литературный обзор, экспериментальную часть и главы, посвященные описанию результатов и их обсуждению. Литературный обзор хорошо отражает проблематику исследований. Список цитируемых работ включает в себя 142 ссылки. Текст диссертации проиллюстрирован 46 рисунками и содержит 27 таблиц. В экспериментальной части описаны методики синтеза полимеров и материалов на их основе, а также методов их исследования.

Введение имеет все необходимые структурные компоненты этого раздела: обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степень новизны полученных результатов, их апробация и т.д.

Первая глава посвящена обобщению и систематизации литературных данных по основам синтеза полиуретанов и полиуретанмочевин, взаимосвязи структуры полиуретанов и их физико-механических свойств. В обзоре проанализированы общие представления абразивной стойкости. Отдельно упомянуто влияние внешних факторов на физико-механические свойства. Текст литературного обзора сопровождают рисунки и схемы реакций, которые позволяют хорошо представлять суть происходящих процессов.

Во второй главе приведены характеристики исходных веществ, методики подготовки, синтеза исследуемых объектов и методы исследования, традиционно применяемые при их изучении. Использованные методики являются нормативными и апробированными. Все сказанное позволяет охарактеризовать методический уровень работы, как соответствующий современным требованиям. Описаны методы, используемые при исследовании химических, физических и механических свойств

полученных объектов. Описание методов исследования дано с достаточной степенью подробности для того, чтобы их результаты могли бы быть независимо воспроизведены.

В следующих главах изложены основные результаты работы. Автором систематизированы, проанализированы и грамотно изложены результаты исследований, направленных на установление влияния строения диизоцианата и удлинителей цепи на абразивную стойкость полиуретанов и полиуретанмочевин. Показано, что зависимость прочности и абразивного износа полиуретановых и полиуретанмочевинных материалов литьевого типа от содержания жестких сегментов имеет сложную форму с очевидной взаимосвязью обеих этих характеристик. Использование в качестве отвердителя 4,4'-метиленис(2-хлоранилина) позволило получить кроме истинных полиуретанов полиуретанмочевину, которая показала лучшую абразивную стойкость, чем полиуретаны, особенно при использовании простого олигоэфирдиола Полифурит-1000. В следующей главе представлены результаты исследования зависимости величины объемного износа полиуретанов и полиуретанмочевин от физико-механических характеристик, согласно которым частичная кристаллизация полиуретановых материалов приводит к ухудшению их износостойкости.

Важным достижением исследований является обнаружение закономерности влияния природы олигоэфирдиолов и диизоцианатов на изменение абразивного износа полиуретанов. Так, показано, что при средних значениях твердости 50-85 ед. по Шору А более высокие значения износостойкости наблюдаются для полиуретанов и полиуретанмочевин. В случае полиуретанов с твердостью более 85 ед. по Шору А лучшей износостойкостью обладают полиуретанмочевины на основе простых олигоэфирдиолов. В связи с полученными результатами было высказано предположение, что для более полярных уретансодержащих эластомеров на основе сложных олигоэфирдиолов наиболее важным в обеспечении прочностных свойств и абразивной стойкости является вклад когезионного взаимодействия, а для менее полярных аналогов на основе простых олигоэфирдиолов, содержащих большее количество жестких сегментов, наибольшее значение приобретает фактор микрофазового разделения. Установлено, что плотность сетки физических связей, обусловленной доменами жестких сегментов, имеет большую стабильность для эластомеров с повышенным содержанием жестких сегментов.

Автором рассмотрена возможность прогнозирования абразивного износа полиуретановых материалов, как функции прочности на раздир.

Проведены исследования влияния относительной влажности воздуха на износостойкость полиуретанмочевин. Было установлено, что процесс сорбции влаги

уретановыми эластомерами является обратимым, а десорбция воды приводит к восстановлению уровня износостойкости таких материалов до исходного значения. Для изучения влияния наполнителя на структуру и абразивный износ полиуретанмочевин был выбран уретансодержащий форполимер. Было установлено, что введение стеарата кальция затрудняет образование нитевидных надмолекулярных образований в полиуретановой матрице, ввод наполнителя разнонаправлено действует на факторы, напрямую влияющие на степень абразивного износа.

Анализ диссертационного исследования, автореферата и основных публикаций подтверждает **личный вклад соискателя** в разработку научной проблемы. Представленные в диссертации исследования являются результатом глубокого авторского анализа научной и технической литературы по проблеме; получения, обработки и анализа полученных в работе результатов на высоком квалифицированном уровне; подготовки к публикации текстов статей и тезисов докладов конференций, а также представлением результатов диссертационного исследования на многочисленных научных мероприятиях в соответствии с требованиями ВАК.

Соответствие работы критериям, предъявляемым к диссертациям

Диссертационная работа Погорельцева Э.В. соответствует паспорту научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, а именно по пп. 1, 2, 3, 6 направления исследований, так как она посвящена установлению взаимосвязи между структурой, физико-механическими свойствами полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа с их абразивной износостойкостью. Результаты, полученные соискателем являются новыми научными знаниями в отрасли технологии и переработки синтетических и природных полимеров и композитов.

Автореферат и публикации соискателя полностью отражают содержание диссертации.

Замечания по диссертации

В качестве замечаний и пожеланий можно отметить следующее:

1. В диссертационной работе приведено обоснование выводов путём анализа строения и размеров жёстких блоков, но при этом не приведены схемы строения данных блоков и описание синтеза полиуретанов с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

2. Анализ ИК-спектров (рис. 3.10) образца ПФД-1 до и после изнашивания основывается на сведениях, полученных на базе литературных данных. Так, обнаружено, что после изнашивания образца интенсивность полосы поглощения при 1640 см^{-1} резко уменьшается. На самом деле эта полоса исчезает полностью. В этом случае подвергаются

сомнению выводы о том, что наблюдаемое изменение спектральных характеристик полиуретанов обусловлено частичным, а не полным разрушением жестких блоков, содержащих упорядоченные связанные С=О-группы в мочевиновых фрагментах. Для более точного анализа ИК-спектров следовало провести дополнительные исследования с применением модельных систем.

3. В выводах в пунктах 1 и 3 практически повторяется заключение о том, что при высоких содержаниях жестких сегментов (>35 % масс.) происходит ухудшение абразивной стойкости для полиуретанмочевиновых материалов литьевого типа.

4. В литературном обзоре проведён качественный анализ взаимосвязи структуры полиуретанов и их физико-механических свойств, механизма абразивного износа и влияния внешних факторов на интенсивность истирания, но при этом практически отсутствуют ссылки на библиографические данные за последние 5 лет.

5. В качестве замечаний по оформлению работы следует отметить, что в главе 3 названо «Влияние строения полимерной цепи на абразивную стойкость полиуретанов и полиуретанмочевины», а далее Глава 3 обозначена как «Влияние строения диизоцианата и удлинитель цепи на абразивную стойкость полиуретанов и полиуретанмочевины».

Приведенные замечания ни в коей мере не снижают научной новизны и значимости данной работы. Полученные результаты изложены и обсуждены в доступной форме. Автор в полной мере владеет материалом, хорошо в нём ориентируется.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Достоверность полученных результатов подтверждается данными современных физико-механических и физико-химических методов исследования, таких как ИК-спектроскопия, определение сопротивления раздиру, дифференциальная сканирующая калориметрия, электронная микроскопия, установление коэффициента трения и устойчивости к истиранию. Сформулированные в работе выводы соответствуют полученным результатам. Научная обоснованность результатов диссертации обеспечена соотношением полученных экспериментальных результатов с данными, опубликованными в открытой печати, разносторонностью и обширностью экспериментального исследования.

В диссертации изложено решение важной научно-практической задачи: установление взаимосвязи между структурой, физико-механическими свойствами полиуретанов и полиуретанмочевины литьевого типа с их абразивной износостойкостью, разработана рецептура модификаторов трения для повышения их абразивной износостойкости.

Работа прошла тщательную апробацию, материалы обсуждались на всероссийских и международных конференциях в качестве устных и стендовых докладов. Результаты в полной мере опубликованы и обсуждены на конференциях. Уровень публикаций отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. По результатам работы опубликовано 14 научных публикациях, в том числе в 4-х статьях, входящих в перечень рецензируемых отечественных научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ для размещения материалов диссертаций, 4 статьях, входящие в реферативную базу данных Web of Science и Scopus, 1 патенте РФ, 5 тезисах докладов региональных и Всероссийских конференций.

В заключении диссертации содержатся 8 выводов, которые четко сформулированы, заключают полученные данные и полностью соответствуют поставленным задачам.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Погорельцева Э.В. «Формирование структуры и абразивная износостойкость полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов, является законченным научно-квалификационным исследованием, которое по актуальности, объему материала, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России (п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 в редакции с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335 и 20 марта 2021 г. № 426), а ее автор, Погорельцев Эдуард Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов

Официальный оппонент, кандидат химических наук, по специальности 02.00.06 – Высокомолекулярные соединения
доцент кафедры технологии синтетического каучука
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Адрес организации:

Республика Татарстан, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, дом 68.

Телефон 8 (927) 416-42-30, e-mail: sazonov.oleg1995@yandex.ru

 Сазонов Олег Олегович
4 августа 2023 г.



05-7699
22.08.2023 г.
Подпись 