

Секция «Природопользование и экология (подсекция для школьников 8-11 классов и учащихся ССУЗ)»

Синтез углеводов, переработка автомобильных шин.

Научный руководитель – Давидова Светлана Александровна

Пророченко Артём Игоревич

E-mail: 9524artemprorochenko@gmail.com

Введение: в настоящее время человечество производит более 2 млрд тонн мусора в год, лишь 15% которого подвергается переработке. Остальные 85% вывозятся на свалки, где хранятся годами. Конечно данной проблеме способствует не только невыгодность переработки мусора для соответствующих компаний специализирующихся в данной области, и отсутствие должного финансирования, необходимого для увеличения числа мусороперерабатывающих предприятий, но и отсутствие новых, более эффективных и экологичных методов, и направлений в переработке отсортированных компонентов мусора, таких как пластмасса, резина и другие полимеры. Решение данной проблемы будет способствовать не только увеличению переработки большего объема производимых отходов, но и сделает ее экономически выгодной, и менее разрушающей для окружающей экологии. Именно такой проблеме уделена тема моего проекта. Дело в том, что именно отработанные автомобильные шины занимают целые полигоны на свалках, обладая при этом всеми качествами необходимыми для их успешной переработки. В своем проекте я выдвигаю гипотезу о том, что есть вещества, которые подвержены полной переработке, при определенных условиях, в другие нужные и полезные в современном мире вещества.

Цели: разработать новый метод в переработке отдельных компонентов мусора, превосходящий в эффективности и экологичности другие методы, использующиеся до этого.

Задачи:

Изучить все этапы производства резин (сборка, состав, катализаторы, добавки);

Вывести полный состав автомобильной резины;

Разработать метод переработки резины;

Изготовить устройство основанное на данном методе, на примере которого доказать превосходство разработанного метода;

Методы:

- Анализ литературы;
- Обобщение;
- Синтез;
- Эксперимент.

Глава 1. Вещества используемые в процессе изготовления.

Основу любой резины составляют каучуки, которые разделяют на два вида: натуральные и синтетические. Основа натурального каучука — это полиизопрен, содержание которого достигает 96%, остальные 4% приходятся на белки, аминокислоты, металлы переменной валентности [n2]. Содержанием или отсутствием данных веществ можно пренебречь, так как их общая масса и химическая активность крайне малы. Основу синтетических каучуков составляют десятки мономеров, лишь 3 из которых применяются в данной области. Это бутадиен-стирольный каучук, полиизобутиленовый каучук и цис-полибутадиеновый каучук [n3]. Их момеры отличаются своей структурой и наличием химических элементов, характерных для их структуры. Например, бутадиен-стирольный каучук содержит в своем составе бензольное кольцо, а бутадиен-нитрильный каучук содержит азот в своей структуре. Доля натурального каучука - 55%, а синтетического 45% [n1]. При получении таких каучуков используются металлосодержащие катализаторы, такие как алюминий, титан,

железо, а также металлоорганические катализаторы на основе цинка. После смешивания каучуков с другими пластификаторами производят их вулканизацию, где происходит добавление серы в звенья каучуков [n3]. Некоторые каучуки невозможно вулканизировать серой, для их вулканизации применяют пероксиды. Еще одной добавкой являются специальные ускорители такие как стеариновая и кремниевая кислота [n4]. Черный цвет шине придает технический углерод [n5] - высокодисперсный порошок являющийся усиливающим компонентом, чтобы другие добавки не вытирались из шины.

Основываясь на этом в состав автомобильных шин входит: азот, сера, углерод, водород, кислород, медь, оксид цинка.

Глава 2. Метод переработки резины.

Так как подавляющие число веществ входящих в резину это органические соединения (углеводороды) [n7], то воздействие на них температуры является наиболее действенным фактором по сравнению с другими. Сложные органические компоненты под действием соответствующих температур свойственны к распаду на более простые вещества. Такой метод переработки называется ректификацией. Его применяют для разделения нефти на фракции. Но в состав резины входят вещества, которые при нагревании в атмосфере воздуха, образуют канцерогенные и малопригодные вещества из-за взаимодействия с кислородом. Именно поэтому необходимо создать вакуум (абсолютно бескислородную среду) в системе, где происходит нагревание резины. Учитывая, что у каждого органического вещества своя температура кипения, то необходим контроль температуры в виде возможности ее регулирования на разных стадиях переработки. Выделяющиеся пары необходимо остудить для их конденсации и сбора в соответствующую емкость.

Автомобильная резина начинает распадаться уже при температуре в 200°C [n6], выделяются легкие углеводороды в виде газовой смеси, которые можно собрать и использовать в качестве топлива.

Неорганическая составляющая резины (углерод, металлы, частично азот и сера)[n8] не подвергается конденсации или выпариванию в виде газа из-за массы и химических свойств, поэтому образуется в виде осадка в камере, где производится распад. Полученный осадок легко разделяется на составные компоненты и разделенные вещества пригодны для дальнейшего использования, так как не происходит окисление металлов, а технический углерод не загрязняется и не портится в ходе распада.

Для увеличения скорости переработки, рекомендовано использовать измельченную резину в виде крошки.

Отличительными плюсами разработанного метода является отсутствие оксидов углерода а также канцерогенных соединений на всех этапах переработки резины, что делает использование данного метода в разы экологичнее других методов, например при пиролизе или сжигании резины происходит потеря ценных химических соединений, которые можно получить обратно и продолжить их использование а не просто утилизировать загрязняя окружающую среду.

Глава 3. Изготовление устройства.

Изготовление устройства на основе разработанного мною метода я производил из лабораторной посуды, так как ее использование является наиболее рациональным для изготовления устройства необходимого для доказательства эффективности и экологичности метода.

Сборку начал с подбора подходящей лабораторной посуды. В качестве камеры сгорания я использую трехгорлую, круглодонную колбу на 250 мл, конденсировать образующиеся пары я буду лабораторным дистиллятором двойного контура, такое решение необходимо для большего контроля за охлаждением паров разной температуры. А также второй дистиллятор необходимый для более низких фракций углеводородов с высокой темпера-

турой кипения. В качестве емкости для сбора реагентов я использую две лабораторных делительных воронки (каждая под свой дистиллятор). Создание индивидуальной температуры для каждого углеводорода будет создавать колбонагреватель в котором стоит резистор отвечающих за контроль и рост температуры. Вакуум в камере сгорания будет создавать вакуумный насос, который я изготовил из фреоновго компрессора от холодильника. Циркуляцию хладагента в системе будет осуществлять перистальтический насос, который я изготовил из электродвигателя и стали. На каждый дистиллятор необходимо установить свой насос.

Собрав вместе всю химическую составляющую и убедившись в герметичности соединения, я установил специальный экзоскелет в месте между колбой- реактором и двухконтурным дистиллятором. Данный экзоскелет необходим для поддержания жесткости конструкции. Так же было решено поставить специальные краны на вход к каждому дистиллятору для того, чтобы контролировать синтез углеводородов разных фракций.

Следующим этапом в сборке было изготовление специальных амортизаторов, которые необходимы для подавления вибраций и колебаний, как самих агрегатов устройства, так и при транспортировке его. Амортизаторы помогут уменьшить влияние негативных факторов на хрупкую лабораторную посуду, изготовленную из стекла.

Сами амортизаторы я изготовил из двух поршней снабдив каждый специальной шаровой опорой, и соединив их друг с другом при помощи шлицевого соединения. Благодаря такому решению у амортизаторов появилось 3 степени свободы и большой ход, при этом должная жесткость конструкции.

Для установки лабораторной посуды к амортизаторам я изготовил крепления, которые способны регулироваться в зависимости от конструкции дистиллятора, и уже через данное крепление установил всю химическую составляющую к амортизаторам.

Корпус всего устройства я изготовил из стальных профилей, которые сварил перпендикулярно друг другу. В лицевую сторону корпуса я установил лист стали, на котором будет располагаться панель управления.

Все агрегаты, способствующие поддержанию задаваемых условия я расположил в правой части прибора. Специально для этого я изготовил корпус вакуумного насоса, имеющий две пружины, необходимые для снижения большинства вибраций в момент его работы, а также имеющий крепления под другие агрегаты и к самому устройству.

На корпус насоса я установил перистальтические насосы, ресивер и бак для жидкости. После чего изготовил крепление под колбонагреватель и установил его на противоположную часть от агрегатов для балансировки и большему распределению веса в устройстве. Собрал всю электрическую схему, предварительно подключив на панель управления.

Глава 4. Испытания устройства.

Так как объем камеры-реактора составляет всего 250 мл, то было решено использовать измельченную автомобильную резину. После загрузки ее в камеру-реактор, выставил температуру порядка 200°C, что является наиболее оптимальным решением для проверки работоспособности метода. При достижении колб нагреевателем поставленной температуры началось выделение паров, которые начали конденсироваться в двухконтурном дистилляторе, и стекать в делительную воронку. Получившимся продуктом при данной температуре, согласно расчету, должен был быть бензин. После набора полученной жидкости в другой сосуд я отметил характерный запах бензина, а также высокую воспламеняемость данной жидкости, что говорит о соответствии расчетам.

Затем я повторил процесс, только повысив температуру до 400°C. Для данной температуры необходимо использование второго дистиллятора и обязательная откачка воздуха, так как синтезирующиеся тяжелые фракции очень чувствительны к кислороду воздуха. В результате данного процесса была получена темная жидкость с повышенной вязкостью.

Согласно расчету, при данной температуре образуются фракции мазута. Стоит отметить, что полученная жидкость в делительной воронке имела прозрачный слой жидкости поверх нее самой. Данное явление обусловлено разной плотностью и фракцией данных жидкостей, что свидетельствует о том что необходима более высокая температура для большего выделения данной фракции. Темной жидкостью с точки зрения расчета является мазут, но подтвердить или опровергнуть это с точки зрения химического состава можно лишь в лаборатории.

Регулируя температуру мне удалось получить определенную часть летучих углеводородов, которые воспламенялись при поднесении к ним источников открытого пламени. Согласно расчету данными газами являлась смесь из метана, этана и других летучих углеводородов.

В колбе-реакторе по окончанию синтеза сформировался гетерогенный осадок. Согласно расчету этим осадком была смесь из технического углерода, металлов, а также незначительных примесей серных и азотных соединений.

Вывод:

Разработанный мною метод для переработки не только автомобильных шин но и большинства резин имеет высокую эффективность и полную экологичность, так как для поддержания химических процессов вне зависимо от масштаба и конструкции установки основанной на данном методе необходимо соблюдение полной герметичности всех агрегатов участвующих в синтезе, что разделяет окружающую среду и среду в которой производится переработка. Также наибольшей экологичности способствует отсутствие необходимости выбросов в окружающую среду каких-либо загрязнителей или любых других веществ. Данный метод позволяет избежать синтеза канцерогенов и вредных веществ, которые неминуемо образуются в других методах переработки резин.

Одним из самых значимых плюсов моего метода является экономическая выгода, потому что производимые вещества из отработанных шин, являются одними из самых востребованных веществ в современном мире. А благодаря широкому спектру синтеза веществ компания, которая использовала бы мой метод имела бы возможность сама выбирать какие углеводороды наиболее повысились в цене и синтезировать именно их, получая при этом максимальную выгоду и заинтересованность в увеличении числа своих предприятий, что в итоге способствовало бы освобождению территорий от использованных покрышек и улучшению экологической обстановки.

Источники и литература

- 1) 1.М. А. Косарева, С. Г. Стахеев, Н. А. Третьякова «Основные технологии переработки нефтегазового сырья».
- 2) 2.Осовская И. И., Савина Е. В., Левич В. Е. «Эластомеры».
- 3) 3.В. М. Сутягин и Л. И. Бондалетова «Химия и физика полимеров».
- 4) <https://ru.wikipedia.org/wiki/каучуки>
- 5) https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.0e7c39a5-676803d9-1e625221-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Natural_rubber
- 6) https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.df90b82a-6768042b-9cc0b71e-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Synthetic_rubber

- 7) https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B5%D0%BD-%D1%81%D1%82%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%B0%D1%83%D1%87%D1%83%D0%BA%D0%B8
- 8) https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%82%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%B5%D0%BD-%D0%BD%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%83%D1%87%D1%83%D0%BA
- 9) <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%BB%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>
- 10) https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.96c40814-67680554-2975488f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Tire_manufacturing

Иллюстрации

Рис. : Готовый прибор