

УДК 631.879

UDC 631.879

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

ПИРОЛИЗНАЯ УСТАНОВКА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ С МИНИМАЛЬНЫМ ВРЕДОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**PYROLYSIS RUBBER WASTE REPROCESSING FACILITY WITH MINIMAL ENVIRONMENT IMPACT**

Аникин Евгений Викторович
аспирант, РИНЦ SPIN-код: 6584-9647
dnepro89@mail.ru
ФГБОУ ВПО Ижевская государственная
сельскохозяйственная академия, 426069, Россия,
Удмуртская Республика, г.Ижевск,
ул.Студенческая, 11

Anikin Evgeniy Viktorovich
postgraduate student, SPIN-code: 6584-9647
Federal State Budgetary Educational Institution of
Higher Professional Education (FSBEI HPE) Izhevsk
State Agricultural Academy, Izhevsk, Russia

Для решения проблемы переработки и использования резинотехнических отходов в России, необходима разработка и принятие комплекса мер, регламентирующих порядок их учета, сбора, хранения и поставки на переработку, подготовка и продвижение на федеральном и региональном уровнях законодательных актов, стимулирующих увеличение объемов восстановительного ремонта и переработки изношенных шин. В России наблюдается устойчивый количественный рост отходов, и никаких принципиальных изменений этой тенденции в обозримом будущем не предвидится. Это очевидным образом связано с ростом объема промышленного производства и уровня конечного потребления. При этом отходы потребления будут расти быстрее, чем отходы производства, из-за опережающего роста продукции конечного потребления - в первую очередь бытовой, компьютерной и радиоэлектронной техники, предметов домашнего обихода, одежды, автомобилей и т.д. [2]. Существует несколько методов переработки изношенных автомобильных шин и резинотехнических отходов в целом, но мы остановим свое внимание лишь на процессе пиролиза, как на одном из наиболее эффективных и экологически безопасных. Пиролиз — термическое разложение органических и многих неорганических соединений. В узком смысле, разложение органических природных соединений при недостатке воздуха. В более широком смысле — разложение любых соединений на составляющие менее тяжёлые молекулы, или элементы под действием повышения температуры [1]

To solve the problem of reprocessing and use of rubber waste in Russia it is necessary to develop and adopt a set of measures regulating the procedure for their accounting, collection, storage and delivery for processing, as well as preparation and promotion of legislative acts at federal and regional levels, stimulating an increase in complete renovation and recycling of used tires. Russia has seen a steady increase in quantity of waste; fundamental changes to this trend in the nearest future are not expected. This is obviously due to the growth of industrial production and the level of final consumption. In this case, wastes of consumption will grow faster than production waste due to advanced growth of products of final consumption - primarily household, computer and electronic equipment, household items, clothes, cars, etc. [2]. There are several methods of used tires and rubber waste reprocessing in general, but we focus only on the pyrolysis process, as one of the most efficient and environmentally friendly. Pyrolysis is thermal decomposition of many organic and inorganic compounds. In a narrow sense, the natural decomposition of organic compounds with air deficiency. In a wider sense - decomposition of molecular entities constituting less heavy molecules or elements under the action of raising the temperature [1]

Ключевые слова: ПИРОЛИЗ, РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ, ПРОДУКТЫ ГОРЕНИЯ, ПИРОЛИЗНОЕ ТОПЛИВО, СЖИГАНИЕ

Keywords: PYROLYSIS, RUBBER WASTE, PRODUCTS OF COMBUSTION, PYROLYSIS FUEL, COMBUSTION

Целью данной работы является получение из резинотехнических отходов вторичных ресурсов с последующим их использованием. Задачами являются лабораторные испытания, испытания с выявлением недостатков с последующим их устранением.

После процесса пиролиза образуются такие продукты как: углеводород, пиролизное топливо, металлокорд, пиролизный газ [4]. Но в данной статье внимание будет уделено таким полученным продуктам как углеводород и пиролизное топливо.

Углеводород может использоваться в качестве сорбентов при очистке сточных вод от тяжёлых металлов, при сборе нефтяных разливов, так же можно использовать в качестве красителя для производства красок, в лёгкой промышленности для окраски искусственных кож, хлопчатобумажной ткани [2].

Применение пиролизного топлива самое разнообразное от простого сжигания в топках разнообразных печей до разгонки на фракции (бензин, солярка, мазут). Одним из практических примеров применения пиролизного топлива в качестве альтернативной замены мазута для отапливания теплиц [3].

Преимущества данной технологии:

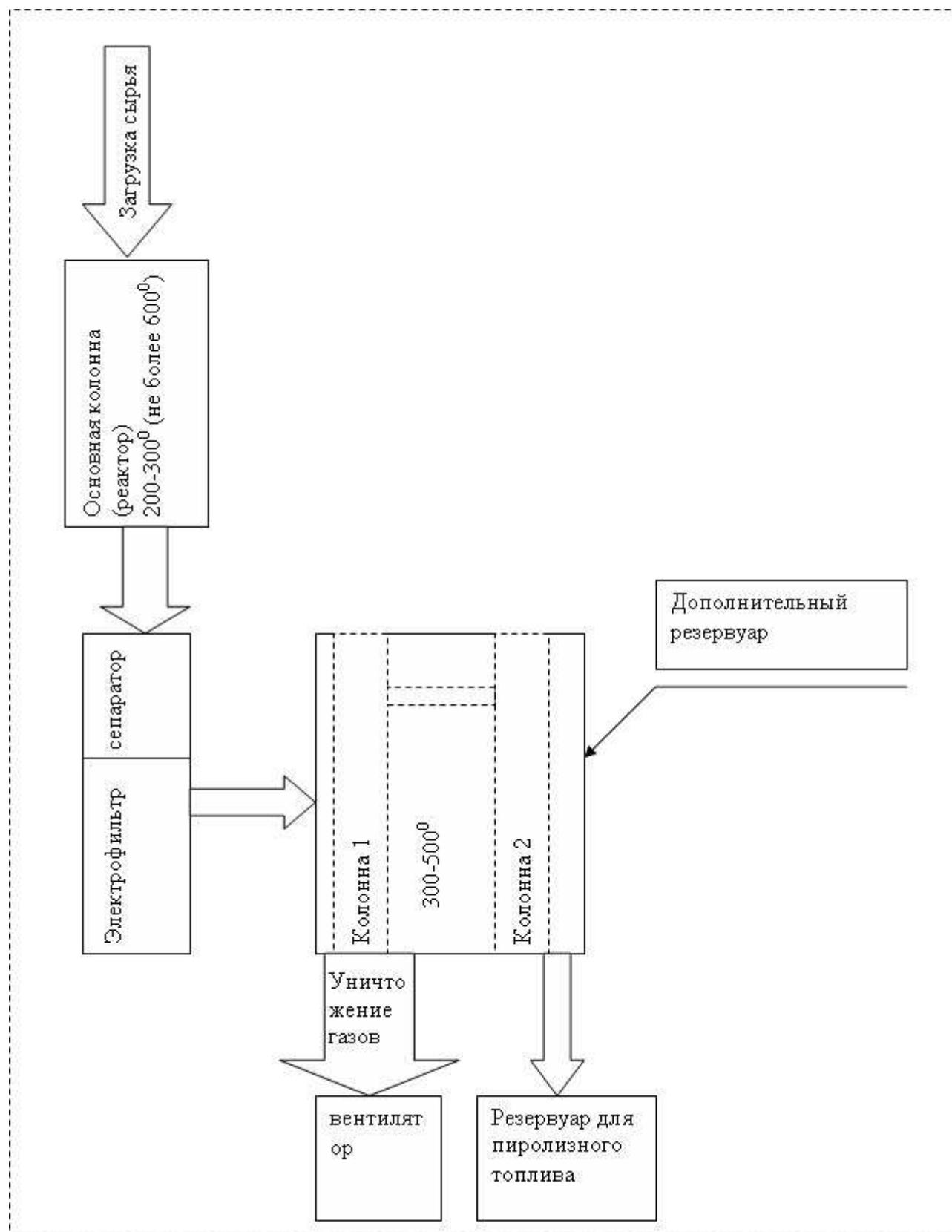
- 1) низкая (по сравнению с другими технологиями) потребность в электроэнергии, замкнутость цикла и экономичность;
- 2) возможность использования для технологических потребностей топлив различного вида: жидкое, твердое, газообразное;
- 3) безотходность;
- 4) экологическую безопасность.

Преимущество пиролиза по сравнению со сжиганием отходов заключается, прежде всего, в его эффективности с точки зрения предотвращения загрязнения окружающей среды. С помощью пиролиза можно перерабатывать составляющие отходов, трудно поддающиеся

утилизации, такие как автопокрышки, пластмасса, отработанные масла, отстойные вещества [5]. После пиролиза не остается биологически активных веществ, поэтому подземное складирование пиролизных отходов не наносит вреда природной среде. Образующийся пепел имеет высокую плотность, что резко уменьшает объем отходов, подвергающийся подземному складированию. При пиролизе не происходит восстановления (выплавки) тяжелых металлов [8].

К преимуществам пиролиза относятся и легкость хранения и транспортировки получаемых продуктов, а также то, что оборудование имеет небольшую мощность. В целом процесс требует меньших капитальных вложений [10].

Рисунок 1 - Технологическая схема переработки резинотехнических изделий



Работа установки.

Для начала реактор нагревается, после чего загружается сырьё в основную колонну при температуре 200-300⁰, но при этом не допускать нагрева реактора свыше 600⁰. После чего получается жидкая фракция, которая через электрофильтр и сепаратор, очищенная от пылевидных осадков направляется в резервуар с двумя колоннами, где при температуре 300-500⁰ жидкая фракция конденсируется, и на выходе получается очищенное пиролизное топливо. Для нейтрализации вредных веществ в окружающую среду установлен вентилятор.

Резинотехнические отходы загружаются в реактор и под воздействием температуры подвергаются пиролизу с образованием пиролизного топлива, углеводорода и отделением металлокорда.

Задачей изобретения является повышение производительности установки и получения продуктов с последующим использованием в различных отраслях промышленности.

Технический результат достигается нагреванием отходов без доступа кислорода, вследствие чего не будет условий для возгораний.

В качестве объекта пиролиза выбраны резинотехнические отходы, результаты представлены в табл. 1 и 3.

Таблица 1 Описание внешнего вида и физико-химические свойства полученной продукции.

Наименование продукта	Назначение продукции
Пиролизное топливо	Темная маслянистая жидкость. Цвет черный, с сероватым оттенком.
Техуглерод	Представляет собой крошку 0,4-4см. Цвет - серый, с черноватым оттенком. Структура пористая.
Металлокорд	Представляет собой обрезки проволоки.

В процессе работы пиролизной установки проведено точное обследование получаемых продуктов. Так как пиролизное топливо произвелось в виде темной маслянистой жидкости, можно сделать вывод, что продукт готов к разгонке на бензиновую фракцию и мазут.

Таблица 2 Результаты производительности патента РФ № 2220986 от 10.01.2004г. «Способ переработки резиносодержащих отходов», Заявка на выдачу патента № 2003111988 от 24.04.2003г., Международная заявка РСТ/RU 2004/000153 от 12.05.2004г. «Способ переработки резиносодержащих отходов» дата приоритета 24.04.2003г.

№	Продукт	Кол-во производимого продукта (кг/сут)	Кол-во производимого продукта (тонн/год)
1.	Пиролизное топливо	325	11793,6
2.	Техуглерод	300	10886,4
3.	Металлокорд	200	7257,6

Таблица 3 Результаты производительности установки. Данные получены из 1 тонны резинотехнических отходов.

№	Продукт	Кол-во производимого продукта при установке дополнительного резервуара (кг/сут)	Кол-во производимого продукта при установке электрофилтра (кг/сут)
1.	Пиролизное топливо	480	475
2.	Техуглерод	240	235
3.	Металлокорд	80	75

Данные в таблице были представлены по результатам 20 опытов, и выбрано среднее значение. После проделанных опытов можно сделать вывод, что при изменениях работы реактора, при установке дополнительных резервуаров, можно регулировать получение пиролизного топлива, так как оно наиболее выгодно с экономической точки зрения. Почему именно пиролизное топливо нас интересует больше других представлено ниже в расчете экономической эффективности.

Был произведен расчет экономической эффективности применения данной установки на мусоросортировочной станции.

Продолжительность технологического процесса (цикл) переработки резинотехнических отходов методом пиролиза с загрузкой и выгрузкой в реактор составляет $\tau=3$ часа. Количество циклов в сутки $n=8$. Установка перерабатывает в сутки: $100\text{кг} \times 8\text{цикл} = 800$ кг отходов, а в месяц $800\text{кг} \times 30 = 24000$ кг = 24 т (в год 216 тонн).

При пиролизе на 100кг резинотехнических отходов получается:

- пиролизное топливо = 60кг;
- техуглерод = 30кг;
- металлокорд = 10кг;
- пиролизный газ = 1кг.

При переработке резинотехнических отходов в сутки получены:

- 1) Пиролизное топливо: $60\text{кг} \times 8\text{сут}/\text{цикл} = 480$ кг/сут;
- 2) Техуглерод: $30\text{кг} \times 8\text{сут}/\text{цикл} = 240$ кг/сут;
- 3) Металлокорд: $10\text{кг} \times 8\text{сут}/\text{цикл} = 80$ кг/сут.

Произведем расчет внедрения пиролизного топлива в автопарк мусоросортировочного комплекса.

Для начала следует перевести 480кг в литры.

$$V = m/\rho = 480/9,85 = 49\text{л.}$$

После разгонки пиролизного топлива по среднестатистическим данным получается:

- Бензин - 25%;
- Дизельное топливо - 50%;
- Мазут - 24%.

То есть за сутки получается:

- бензин = 12,5л;
- дизельное топливо = 25л;
- мазут = 12л.

На примере рассмотрим стандартный большегрузный автомобиль (тип КАМАЗ) вместимостью топлива 240л. С расходом топлива 32л на 100км.

Работа установки= $240\text{л}/25\text{л}=9,6$ дней;

Работа автомобиля= $240\text{л}/32\text{л}=7,5$ дней.

Для полной заправки автомобиля и его работы продолжительностью 7,5 рабочих дней необходимо около 9,6 дней работы пиролизной установки.

С учетом изменения работы реактора и изменения рабочих циклов в большую или меньшую сторону можно регулировать работу установки в нужных параметрах для предприятия. Техуглероду, металлокорду, бензину и мазуту аналогично можно найти свое применение в автомобильном парке мусоросортировочного комплекса. Делая вывод можно сказать что работа пиролизной установки является экономически эффективным, так как затраты на покупку дизельного топлива если и будут то будут минимальны.

Результаты низкотемпературного пиролиза (конечный продукт):

- прессованный металлокорд, используется в металлургической промышленности - до 10 - 20%;
- синтетическая нефть - 40-45% - по своим свойствам замещает или превосходит некоторые нефтепродукты;

- углерод технический - 25-35%. Пригоден для использования в резинотехнических смесях различного назначения; в металлургии, производстве лакокрасочных и строительных материалов, топливных брикетов;

- пиролизный газ - аналог природного газа 5-10 % [2].

В качестве вывода можно отметить, что в процессе работы пиролизной установки проведено точное обследование получаемых продуктов. После проделанных опытов можно сделать вывод, что при изменениях работы реактора, при установке дополнительных резервуаров, можно регулировать получение пиролизного топлива, так как оно наиболее выгодно с экономической точки зрения. Таким образом, не только утилизируются трудно разлагаемые отработанные резинотехнические отходы, но и получают продукты пиролиза, которые могут быть использованы потребителем, и заменить свои аналоги из природного сырья. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов с максимальной, т.е. вместо гор мусора мы могли бы получить новую для нашего региона отрасль промышленности - коммерческую переработку отходов.

Литература

1. Аникиев В.В., Захарова П.В. и др. Инженерная защита окружающей среды. Очистка вод. Утилизация отходов. -М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2002.- 295 с.
2. Аникин Е.В. Инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве, пищевой и перерабатывающей промышленности. Ижевск, ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013г. с. 24-25.
3. Аникин Е.В. Вестник КИГИТ. Сухой пиролиз – решение проблемы роста резинотехнических отходов. Ижевск, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, 2014г. с. 68-70.
4. Багрянцев Г.И., Черников В.Е. Термическое обезвреживание и переработка промышленных и бытовых отходов. Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки - аналитические обзоры. Новосибирск, 1995 г. - 501с.

5. Белозеров Н.В. Технология резины. - М.: Химия, 1964.- с.
6. Бородин И.Ф. Проблемы автоматизации сельскохозяйственного производства // Тезисы докладов Международной научно-технической конференции «Автоматизация производственных процессов в сельском хозяйстве» Углич, 13-15 марта 1995. – М.: Изд-во ВИМ, 1995. С. 3-6
7. Григорьева Н.А., Жагфаров Ф.Г. Пиролиз углеводородного сырья. Методические указания по выполнению курсового проектирования. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2006 - 32 с.
8. Ким К.К., Карпова И.М. Новый метод утилизации автомобильных шин с металлокордом /К.К. Ким //Безопасность жизнедеятельности. – 2007. - №7. – с.24-27
9. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие/Орлов Д. С, Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. М.: Высшая школа, 2002.
10. Регенерация и другие методы переработки старой резины: сб. статей/ под ред. В. Е. Гуля, П. Н. Орловского, И. А. Шохина.-М: Химия, 1966.- 140 с.
11. Методика расчета энергосберегающих мероприятий на предприятиях пищевой промышленности / В. Н. Карпов [и др.] // Хранение и переработка сельхоз сырья. - 2004. - № 9.- С. 13-15. Соавт.: В.В. Касаткин, П.Б. Акмаров, Н.Ю. Литвинюк, И.Ш. Шумилова, Н.Г. Главатских, П.В. Дородов, В.В. Касаткина.

References

1. Anikiev V.V., Zaharova P.V. i dr. Inzhenernaja zashhita okruzhajushhej sredy. Ochistka vod. Utilizacija othodov. -M.: Izd-vo associacii stroitel'nyh vuzov, 2002.- 295 s.
 2. Anikin E.V. Innovacionnye tehnologii v sel'skohozyajstvennom proizvodstve, pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti. Izhevsk, FGBOU VPO Izhevskaja GSHA, 2013g. s. 24-25.
 3. Anikin E.V. Vestnik KIGIT. Suhoj piroliz – reshenie problemy rosta rezinotekhnicheskikh othodov. Izhevsk, Kamskij institut gumanitarnyh i inzhenernyh tehnologij, 2014g. s. 68-70.
 4. Bagrjancev G.I., Chernikov V.E. Termicheskoe obezvrezhivanie i pererabotka promyshlennyh i bytovyh othodov. Municipal'nye i promyshlennye othody: sposoby obezvrezhivaniya i vtorichnoj pererabotki - analiticheskie obzory. Novosibirsk, 1995 g. - 501s.
 5. Belozеров N.V. Tehnologija reziny. - М.: Himija, 1964.- s.
 6. Borodin I.F. Problemy avtomatizacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva // Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Avtomatizacija proizvodstvennyh processov v sel'skom hozjajstve» Uglich, 13-15 marta 1995. – М.: Izd-vo VIM, 1995. S. 3-6
 7. Grigor'eva N.A., Zhagfarov F.G. Piroliz uglevodorodnogo syr'ja. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniju kursovogo proektirovaniya. RGU nefiti i gaza im. I.M. Gubkina, 2006 - 32 s.
 8. Kim K.K., Karpova I.M. Novyj metod utilizacii avtomobil'nyh shin s metallokordom /K.K. Kim //Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. – 2007. - №7. – s.24-27
 9. Orlov D.S. Jekologija i ohrana biosfery pri himicheskom zagrjaznenii: Ucheb. posobie/Orlov D. S, Sadovnikova L.K., Lozanovskaja I.N. М.: Vysshaja shkola, 2002.
 10. Regeneracija i drugie metody pererabotki staroj reziny: sb. statej/ pod red. V. E. Gulja, P. N. Orlovskogo, I. A. Shohina.-М: Himija, 1966.- 140 s.
- Metodika rascheta jenergosberegajushhih meroprijatij na predpriyatijah pishhevoj promyshlennosti / V. N. Karpov [i dr.] // Hranenie i pererabotka sel'hoz syr'ja. - 2004. - № 9.- S. 13-15. Soavt.: V.V. Kasatkin, P.B. Akmarov, N.Ju. Litvinjuk, I.Sh. Shumilova, N.G. Glavatskih, P.V. Dorodov, V.V. Kasatkina.