

## Актуальность замещения традиционных ресурсов продуктами переработки отходов промышленности

© 2010 Р.Е. Моисеев

Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева

E-mail: kopeika75@mail.ru

Проанализирован зарубежный опыт существующих методов утилизации отходов, представлены способы использования имеющихся разработок по повышению конкурентоспособности отечественной продукции и эффективности экологически безопасного использования ресурсов, а также авторский способ переработки методом пиролиза изношенных автошин.

*Ключевые слова:* изношенные автомобильные покрышки, утилизация, пиролиз, тепловая энергия, резинотехнические отходы, организация производства, вторичные ресурсы, экологические проблемы.

Проблема хранения и утилизации старых автомобильных покрышек на сегодняшний день стоит очень остро. Общемировые запасы изношенных автошин оцениваются в 25 млн. т при ежегодном приросте не менее 7 млн. т. Из указанного количества в мире только 23 % покрышек находят применение. Остальные 77 % не утилизируются из-за отсутствия рентабельности данного процесса<sup>1</sup>.

Изношенные автошины хранятся легально и нелегально на полигонах, предназначенных исключительно для использованных автопокрышек, и на смешанных свалках с другими отходами. Это несет в себе большую опасность, ведь на подобных свалках часто возникают пожары, которые бывает сложно потушить из-за быстрой воспламеняемости шин.

В связи с запретом в Европе на складирование старых покрышек возник вопрос о способах их утилизации. Франция нашла такой выход: 18% шин сжигают, 21% измельчают в крошку, 11% используют в парках, портах и т.д., а для 46% находится возможность восстановления путем нанесения специального покрытия, которое позволяет использовать покрышки еще длительное время<sup>2</sup>.

Простым способом утилизации старых покрышек стало измельчение - переработка в крошку, что позволяет максимально сохранить физико-механические и химические свойства материала. Но, с другой стороны, дороговизна, сложность и энергоемкость оборудования не дают этому способу стать экономически эффективным решением проблемы.

Так, например, только в Соединенных Штатах выбрасывается на свалку 288 000 000 автошин каждый год. В Западной Европе их ежегодно производится огромное количество: в Германии - 550 000 т, во Франции - 350 000 т, в

Великобритании - 290 000 т, в Италии - 150 000 т. На конец тысячелетия только в Западной Европе количество использованных автомобильных покрышек превысило 2 500 000 т. В Великобритании ежегодно отправляются на пункты хранения или закапываются около 105 000 т покрышек (примерно 36% производимых), непригодных для дальнейшего использования. В Западной Европе утилизация шин путем их закапывания в грунт стоит минимум 246 евро за 1 т<sup>3</sup>.

Сжигание автопокрышек происходит, в первую очередь, в цементной промышленности и на теплоэлектроцентралях. Шины используются здесь как заменитель угля и мазута. Но в данном методе есть ряд недостатков. Температурные колебания в процессе горения ведут к неполному сгоранию шины. При этом при температуре ниже 1100°C образуются такие ядовитые вещества, как хлорированный диоксин и фуран. А сейчас известно, что подобного рода процессы способствуют усилению "парникового эффекта". Так, в процессе горения образуется около 3700 кг CO<sub>2</sub> на 1 т шин.

Сжигание шин было актуальным несколько десятилетий, так как представляло собой недорогой способ получения энергии и возможность экономить первичные горючие материалы. Сейчас же топливо, технический углерод и горючий газ можно получить практически из ничего, из того, что мы привыкли считать обычным мусором - из использованных автопокрышек.

Сегодня уже существует способ, когда можно использовать прибыльную и экологически абсолютно безопасную технологию утилизации старых автопокрышек.

Утилизация отходов, в частности автомобильных покрышек, как составная часть процесса повышения эффективности использования ресурсов в целом сегодня является одним из важней-

ших факторов повышения конкурентоспособности отечественной продукции, т.е. одним из условий вывода промышленности из кризисного состояния и начала экономического роста хозяйствующих субъектов в регионах Российской Федерации<sup>4</sup>.

Таким образом, основные цели данной статьи – рассмотрение научных основ повышения эффективности использования материальных ресурсов (в том числе энергетических), а также анализ технико-технологических условий создания и организации производства наукоемкой энергосберегающей продукции, замещающей традиционные ресурсы продуктами переработки резинотехнических отходов.

Анализ научно-технической и патентной информации, имеющийся мировой и отечественный опыт свидетельствуют, что наиболее распространенным методом утилизации автошин является их термическое разложение – высокотемпературный пиролиз.

Преимуществами пиролиза как способа переработки утильных автомобильных шин выступают:

- универсальность, что дает возможность перерабатывать широкий ассортимент продукции;
- необязательность энергоемкого тонкого измельчения (на измельчение 1 т шин требуется 1500 кВт·ч электроэнергии);
- широкий спектр областей применения получаемого продукта переработки;
- получение продуктов пиролиза, востребованных в различных отраслях промышленности;
- простота оформления процесса;
- экологическая чистота процесса.

В 2007 г. в ООО “Энергетика” была создана экспериментальная установка в масштабе 1:4, на которой проведены десятки экспериментов по разложению кускованной авторезины методом высокотемпературного пиролиза в бескислородной среде путем прямого и непрямого нагрева. В 2008 г. на тракте пиролизного газа были установлены нанокатализаторы, разработанные и произведенные ООО “Петроэнергохим” (г. Санкт-Петербург).

Основной результат данных экспериментов заключается в следующих цифрах:

- выход жидкой фракции пиролиза составляет 42-45% (420-450 кг из 1 т резины);
- выход неконденсируемой части пиролизного газа – до 12% (120 кг – из 1 т резины);
- твердый остаток вместе с металлокордом составляет 43-46%;
- затраты на утилизацию 1 т резины по этому методу равны 580 руб.;

- после первых циклов пиролиза установка (завод) может работать без внешних энергоисточников, потребляя лишь неконденсируемую часть пиролизного газа, теплотворная способность которого составляет 65-70% теплотворной способности сетевого природного газа.

К настоящему моменту:

1) по международным стандартам проведен анализ свойств жидкой фракции пиролиза и выявлено ее полное соответствие бытовому печному топливу;

2) исследован фракционный состав жидкой части пиролиза и подтверждено наличие в ней до 35% бензиновых фракций;

3) лабораторией гигиены и эпидемиологии по РТ осуществлены исследования воздуха в рабочей зоне экспериментальной установки и выявлено, что концентрация вредных веществ ниже норм ПДК;

4) на стадии завершения находятся технические условия на установку (завод) по переработке бытовых и промышленных резинотехнических отходов;

5) работы по рассматриваемому проекту одобрены НТС КГТУ им. А.Н. Туполева протоколом № 14 от 18 июня 2009 г.

Установка работает на принципе прямого и непрямого нагрева резиносодержащих отходов в пиролизной камере, имеет теплогенератор собственной разработки ООО “Энергетика” и принципиально отличается от аналогов тем, что камера предварительного подогрева сырья, пиролизная камера и камера охлаждения расположены вертикально и последовательно друг за другом, соединены между собой затворами. Процесс пиролиза протекает непрерывно. Для ускорения переработки автошин камера предварительного подогрева сырья, пиролизная камера и камера охлаждения снабжены специальными устройствами.

В результате пиролиза утильных шин могут быть получены следующие продукты:

- жидкая фракция пиролиза (50ч52 %);
- пиролизный газ (13ч15%);
- твердый остаток пиролиза (30ч35%).

Жидкая фракция пиролиза может быть использована в качестве:

- сырья для получения бензина, дизельного топлива, мазута;
- компонента в производстве шин;
- компонента реагентов, применяемых в нефтедобывающей промышленности;
- компонента битумных композиций.

Твердый остаток пиролиза шин, включающий в себя технический углерод, зольный остаток и металлокорд, после отделения металлокорда может быть использован в качестве:

- наполнителя резин и пластмасс;
- сырья для получения цинка;
- компонента в дорожном строительстве;
- сорбента;
- черного пигмента для получения лакокрасочных покрытий.

Металлокорд сдается в качестве лома черных металлов в систему “Вторчермет”.

Пиролизный газ используется в качестве генераторного топлива в самой установке.

Об актуальности замещения традиционных материальных, сырьевых и энергетических ресурсов продуктами пиролиза говорит соотношение цен на эти ресурсы (см. таблицу).

Предлагаемый метод переработки резиносодержащих отходов и использование его продуктов (переработки) позволяют не только получить существенную прибыль производителям этой продукции и тем, кто ее применяет, но и одновременно эффективно использовать вторичные ресурсы и решить серьезные экологические проблемы.

К мерам, обеспечивающим высокую производительность установки и конкурентоспособность продуктов производства, относятся:

- предварительное дробление шин (на относительно крупные фрагменты), что повышает примерно на 30% использование объема камер;

**Сравнительная характеристика стоимости продуктов, полученных традиционным способом и путем пиролиза**

Продукт	Себестоимость продуктов	
	полученных традиционным способом	полученных при помощи пиролиза
Жидкая фракция пиролиза	20300 руб. за 1 т	11 500 руб. за 1 т
Пиролизный газ	3,5 руб. за 1 м <sup>3</sup>	1,7 руб. за 1 м <sup>3</sup>
Твердый остаток пиролиза:		
- технический углерод	11 560 руб. за 1 т	7500 руб. за 1 т
- зольный остаток	2300 руб. за 1 т	1900 руб. за 1 т

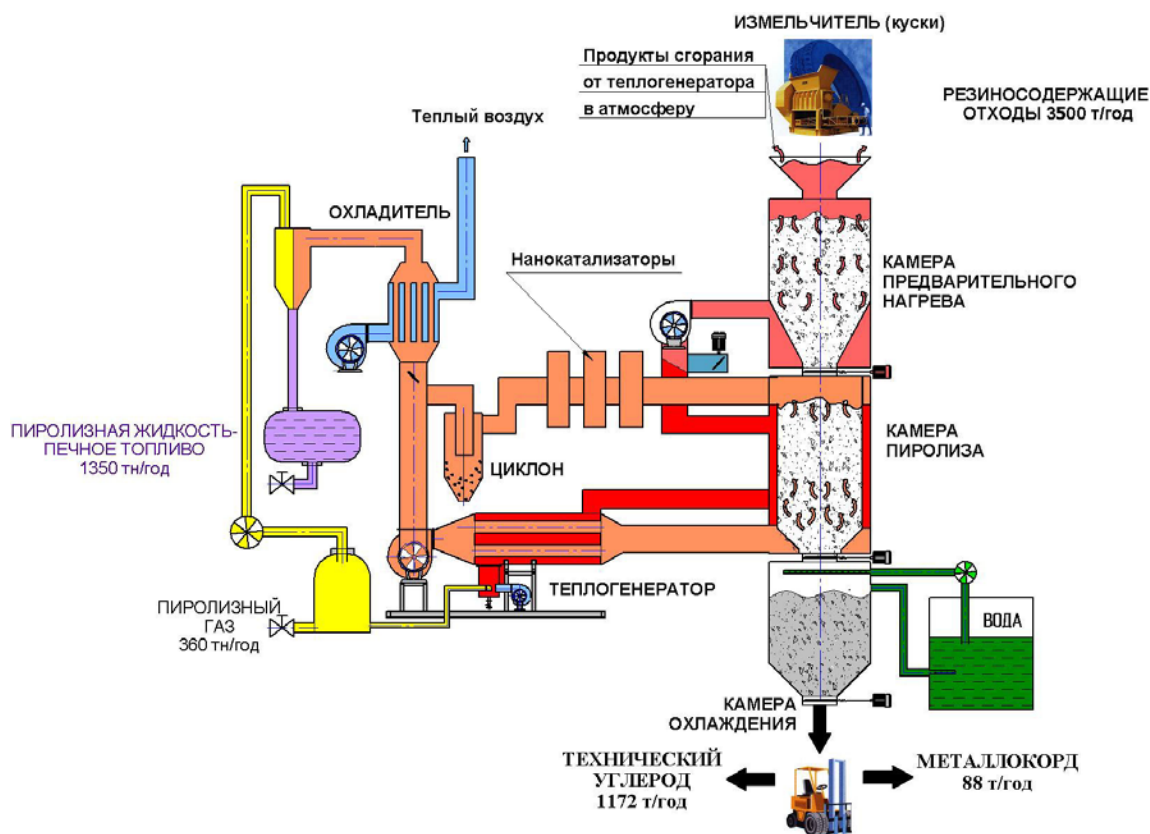


Рис. Технологическая схема процесса пиролиза

- наличие трех камер, расположенных вертикально друг над другом и сообщенных между собой герметичными затворами (сверху вниз: камера предварительного нагрева сырья, камера пиролиза, камера охлаждения твердых остатков);

- применение одновременно прямого и непрямого нагрева сырья в пиролизной камере: прямой нагрев с помощью рециркуляции самого пиролизного газа с нагревом его в теплогенераторе до требуемых величин; нагрев пиролизной камеры снаружи отходящими продуктами сгорания от теплогенератора;

- дальнейшее использование отходящих продуктов сгорания для нагрева сырья в камере предварительного нагрева;

- охлаждение твердых остатков пиролиза до требуемой температуры в нижней камере впрыском туда воды;

- независимость протекания всех названных процессов одновременно во всех трех камерах;

- полная автоматизация работы всей установки.

К отличительным особенностям установки можно отнести тот факт, что после первых циклов в ней используется собственный пиролизный газ, его неконденсируемая часть. Установка позволяет получить “незагрязненные” продукты. Коэффициент использования тепловой энергии в установке приближается к 75ч78%.

Процесс переработки резинотехнических отходов (РТО) производится по технологической схеме, представленной на рисунке.

Предлагаемый завод по переработке отходов РТО и автопокрышек разработан с использованием технологии термического разложения высокомолекулярных соединений в бескислородной среде.

Технологический процесс пиролиза происходит в замкнутом пространстве и исключает попадание продуктов распада во внешнюю среду. Эмиссия выбросов вредных веществ в ат-

мосферу от топочных газов теплогенератора находится в пределах допустимых норм, принятых в Российской Федерации, не имеет в своем составе диоксинов и других опасных для здоровья людей веществ. Само производство по переработке автошин согласно требованиям СанПин 2.2.1/2.1.1.1200-03 “Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов” относится к химическим производствам II класса опасности (санитарно-защитная зона 500 м от жилых построек).

Таким образом, ожидаемые результаты включают в себя:

- создание недорогой в изготовлении и простой в использовании установки для переработки резиносодержащих отходов производительностью 3000-3500 т/год (в пересчете на шины КАМАЗов - 70 000 шт. в год) с высокой степенью экологичности. Решение проблемы утилизации резиносодержащих отходов достигается по экологически чистой, энергосберегающей технологии;

- организация производства установок по переработке вышедших из эксплуатации шин позволит не только во многом решить региональные экологические проблемы и создать новые рабочие места, но и образовать источники пополнения бюджетных средств этих регионов за счет доходов от деятельности предприятий по изготовлению дешевых строительных материалов и других изделий производственного и бытового назначения, получаемых из продуктов переработки изношенных шин, не уступающих по качеству аналогам, полученным традиционным способом.

<sup>1</sup> Burr W., Stephan M. Dienstleistungs-management. Innovative Wertschöpfungskonzepte für Dienstleistungsunternehmen. Stuttgart, 2006. 220 p.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Мингалеев Г.Ф. Эффективность ресурсосбережения: учеб. пособие. 2-е изд. Казань, 2006.

Поступила в редакцию 04.04.2010 г.