

ВСЕ О ПЕРЕРАБОТКЕ ШИН

Д. С. Янковой, С. И. Стомпель, К. В. Ладыгин,
ПГ «Безопасные Технологии»

Каучук и изделия из него – огромное благо, без которого немыслима современная цивилизация, и только отходы РТИ, в частности автомобильных шин, кажутся нам злом. Между тем они тоже могут быть весьма полезны человечеству, в том числе как энергоноситель.

Когда испанские конкистадоры привезли в Европу каучук, они не подозревали, как обычно, всех последствий своей находки. И правда, первый образец каучука, присланный в Европу в 1736 г., не вызвал большого шума и демонстрировался как курьез, штука, способная стирать надписи (отсюда второе название – rubber, от английского rub – «тереть»).

Однако с тех пор прошло много лет, и человечество в полной мере оценило пользу резинотехнических изделий. Вряд ли можно назвать отрасль промышленности или просто человеческой деятельности, где резинотехнические изделия не использовались бы. Это и амортизаторы разных видов, и герметизирующие прокладки, и автомобильные шины, производство которых занимает более 50 % общего мирового производства РТИ.

Оборотной стороной массового использования РТИ является лавинообразно растущее количество отходов. По данным агентства Discovery research group, только использованных автомобильных шин в мире накопилось 60–80 млн т, и эта цифра растет на 10 млн т каждый год. Если мировой показатель переработки изношенных шин достигает четверти от общего количества, то для России аналогичный показатель гораздо ниже, лишь каждая 10-я покрышка перерабатывается в новый продукт или энергоноситель. Этот факт оставляет широкий простор предпринимательству в области переработки РТИ, так как ни РТИ, ни шинам на свалке не место.

Автомобильная шина, лежащая на свалке (часто в обход природоохранного законодательства), разлагается естественным путем более 100 лет. Контакт шины с водой (осадки) приводит к вымыванию в почву токсических органических соединений (дифениламина, дибутилфталата, фенантрена и т. д.). Из-за своей специфической формы шины не допускают уплотнения тела свалки, более того, будучи закопанной, шина со временем имеет тенденцию подниматься к поверхности. Шины горами лежат на поверхности свалок и в прямом смысле добавляют жару возгораниям, которые столь часты в жаркую погоду. По теплотворной способности шины превосходит твердое котельное топливо, погасить такие пожары невероятно трудно. Например, в 1983 г.

при пожаре свалки, содержащей 7 млн шин в местечке Райнхарт, штат Вирджиния, облако дыма поднялось на километр в высоту и распространилось на 80,5 км в окружности. Реки расплавленных токсичных углеводородов, столбы ядовитого дыма, содержащие соединения мышьяка и свинца (наравне с сотней других опасных загрязнителей), в течение 9 мес., пока этот пожар не могли потушить, отравляли окрестности. Однако уже спустя десять лет некоторые свалки шин в США насчитывали по 700–800 млн использованных покрышек.

Подобные вполне апокалиптические картины подвигли человечество на поиски решения проблемы утилизации использованных РТИ. Специальная комиссия ЕС уже в 2010 г. выработала рекомендации по разработ-



Установка термической деструкции циклического действия

ке способов утилизации РТИ в целях доведения складирования РТИ на свалках до 0 %.

Существуют два основных принципа переработки РТИ – механический и термический. При этом механические способы могут включать в себя нагрев или охлаждение, но изменение температуры в данном случае имеет вспомогательный характер, поскольку цель механических способов – получение резиновой крошки или продукта, не отличающегося кардинально от исходного сырья по химическим свойствам.

Целью термических способов является использование энергетического потенциала РТИ, не уступающего потенциалу нефтепродуктов. По стандартам США одна шина легкового автомобиля эквивалентна 7 галлонам (31,8 л) нефти.

Механические способы переработки резины в крошку достаточно перспективны. Они дают продукт, который широко востребован на рынке практически без дополнительной обработки. Резиновая крошка, полученная при переработке, добавляется к кровельным материалам, используется в качестве компонента дорожного покрытия, при производстве обуви, автомобильных ковриков и других РТИ.

Однако электромеханическим способом присущ ряд недостатков, первый из которых – энергопотребление. Для измельчения 1 т покрышек требуется от 500 до 900 кВт электроэнергии. Кроме того, коэффициент чистого времени работы линий невелик, не более 50–60 % (в силу высокой изнашиваемости оборудования). Быстрый выход из строя режущего оборудования и замена дорогостоящих ножей (поскольку требуется твердость инструментальной стали) в купе с низкой производительностью приводит к очень высокой стоимости резиновой крошки.

Существуют другие способы измельчения: метод «озонного ножа» (механическое измельчение после воздействия озона – мощнейшего окислителя), бародеструкционный метод (чипсы под давлением меняют агрегатное состояние на жидкое и так отделяются от корда), метод роторного диспергатора (фрагменты шин

продавливают через щель шнеком). Для этих методов также характерно высокое энергопотребление, кроме того, первые два дают крошку с сильно измененными свойствами, которая пользуется меньшим спросом. Криогенные методы измельчения еще сложнее и требуют дополнительного оборудования.

Таким образом, интерес в области переработки РТИ все больше сосредотачивается на методе термической деструкции, или пиролиза, высвобождающего энергетический потенциал РТИ.

Пиролитические технологические линии, так же как и механические, могут похвастаться разнообразием. Варьируется и их стоимость: от 20 тыс. до нескольких миллионов евро – именно столько стоят европейские линии полной переработки шин пиролитическим методом, включающие в себя полный цикл технологического оборудования, в том числе даже узлы каталитического крекинга для повышения качества получаемого топлива, и занимающие пространство немаленького завода. Даже в условиях большого спроса на переработку шин и устойчивого спроса на продукты пиролиза окупаемость такой линии в российских условиях представляется сомнительной.

На другом, дешевом конце линейки – недорогие агрегаты периодической загрузки отечественного произ-

водства и часто полукустарной доводки. Они позволяют получать из шин сажу, гордо именуемую «техническим углеродом», и низкокачественное котельное топливо, свойства которого колеблются от загрузки к загрузке.

Такая установка часто представляет собой вертикальный тигель (или несколько), куда загружаются шины. Каждый тигель закрывается и закрепляется примерно 20 болтами по периметру, затем поднимется с помощью кран-балки и помещается в топочную камеру. После присоединения патрубка еще 6–8 болтами к контуру установки можно начинать цикл. Все пиролитическое оборудование периодического действия работает примерно по одинаковому циклу – во время нагрева в условиях отсутствия или недостатка кислорода из резины начинают выделяться различные фракции углеводородов, которые испаряются и выходят в виде пара. Пар конденсируется в теплообменнике. Летучие углеводороды выходят в виде газа, идущего на поддержание работы установки. Как говорится, дешево и сердито.

К сожалению, чаще бывает сердито. Пиролиз – процесс небезопасный и не допускает вольного обращения. Попадание даже небольшого количества воздуха внутрь реактора неизбежно приводит к взрыву той или иной силы. Именно поэтому тигли, вынутые после окончания реакции



Установка термической деструкции непрерывного действия

той же кран-балкой из установки, полагается еще несколько часов остужать до разгрузки и загрузки новой партии сырья. К достоинствам такой установки со съёмными тиглями можно отнести лишь относительно небольшую стоимость и изолированность процесса от окружающей среды, тогда как на другой чаше весов – риск для здоровья персонала и безопасности производства, низкая производительность, значительные размеры установки, нерационально организованный рабочий цикл и т. д.

Из-за необходимости охлаждения реактора в конце каждого цикла производительность таких установок невелика, а с увеличением производительности неизбежно растет и размер установки, и риск попадания воздуха через соединения, которые постоянно подвергаются монтажу и демонтажу. Кроме того, вертикальный реактор плюс необходимость вынимать из него тигель кран-балкой требуют здания высотой не менее 8–10 м. Поэтому экономия на стоимости оборудования не всегда однозначно ведет к финансовой выгоде.

Альтернативой являются установки с горизонтальным реактором. В качестве примера можно привести установки термической деструкции непрерывного действия. Главное отличие ее от упомянутых установок не только в компактных и стандартизированных размерах (установка выпол-

нена в 1–3 стандартных морских контейнерах с 95%-й заводской готовностью), но и в непрерывной работе, исключающей необходимость многочасового охлаждения.

В установках термической деструкции подача и продвижение сырья по реактору производится с помощью системы шнеков, изолированных от окружающей среды, как и весь процесс. Интеллектуальная система обеспечения безопасности с помощью датчиков постоянно производит опрос параметров процесса и не допускает попадания воздуха ни в один из технологических узлов установки. Установки термической деструкции отличаются низким энергопотреблением (так, наиболее крупная модификация установки типа УТД производителем мощностью 800 кг/ч потребляет лишь 25 кВт·ч электроэнергии) и энергетической «всеядностью», так как может работать на дизельном топливе, пиролизном газе и пиролизном топливе.

Совместно с крупной фирмой – производителем микротурбин специалисты ЗАО «Безопасные Технологии» разработали модуль получения электроэнергии из пиролизного газа или пиролизного топлива, получаемого из шин на описанной установке. Схема получения электроэнергии при этом может быть реализована с акцентом как на пиролизный газ, так и на пиролизное топливо, совмещенная схема также возможна. Таким обра-

зом, из 1 т шин, которая при переработке дает примерно 200–250 кг пиролизного газа и около 400 кг топлива, можно получить 2 МВт электроэнергии, напрямую направив топливо на микротурбины. Однако в отдельных случаях предпочтительна иная технологическая схема, подразумевающая использование промежуточной стадии – генерации пара.

По причине резкого растущего интереса к пиролизическим установкам как к следующему логическому шагу после инсинерации на рынке пиролизического оборудования ежедневно возникает множество предложений, в том числе достаточно фантастических. Далеко не все компании, предлагающие чудеса, имеют средства даже на элементарные исследования своих же продуктов, надеясь на доверчивого клиента. «Окислительный пиролиз», «многостадийный пиролиз», будучи, с одной стороны, полностью технологическими терминами, с другой – часто являются просто красивыми словами, прикрывающими отсутствие элементарного опыта обращения с процессом пиролиза. Ведь пиролиз намного более сложен, чем уже ставшая привычной инсинерация, и, главное, означает гораздо больший риск для здоровья персонала в случае «не доведенного до ума» оборудования.

В то же время невозможно не признать существования общей положительной тенденции ухода от бездумного уничтожения вторичных ресурсов, проявляющей себя, в частности, и в возникновении такого разнообразия установок на базе пиролиза. В мире постоянно появляются разработки в этой области, термин TDF (tyre-derived fuel – англ. «топливо из шин») давно стал официальным. Компании наподобие Klean Industries, на счету которой более 500 выполненных проектов в области производства энергии из вторичных ресурсов, уже вплотную подошли к изготовлению наноматериалов, таких как фуллерены, из использованных шин.

Поэтому в условиях сложной международной обстановки появление и успешное внедрение российских разработок в области вторичной энергии является как нельзя более своевременным. ♻️



Подготовленная резина для переработки