

$$\sigma_y = \frac{pb}{2h} \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x) + \frac{3v_2}{2\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x) \right]. \quad (5)$$

Выражение (5) принимает экстремальное значение при значении

$$\beta x^* = \pi + \arctg \frac{\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)} + 3v_2}{3v_2 - \sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}}, \quad (6)$$

$$\sigma_y^{\max} = \frac{pb}{2h} \left[2 - \frac{1}{2} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta(\beta x^*) + \frac{3v_2}{2\sqrt{3\left(\frac{v_2}{v_1} - v_2^2\right)}} \left(\frac{b}{a} \right)^2 \eta_1(\beta x^*) \right]. \quad (7)$$

Таким образом, подставляя в приведенные выражения (1)–(7) конкретные значения размеров, давления и механических характеристик материала баллона, можно получить все необходимые данные по прогибам и напряжениям в рассчитываемых конструкциях.

Достоверность полученных результатов подтверждается тем, что приведенные выражения (1)–(5) в частном случае для изотропного металлического баллона, т. е. при $E_1 = E_2 = E$, $v_1 = v_2 = v$, совпадают с выражениями, полученными в работе [2].

Список литературы

1. Елтышев, В.А. Напряженное и деформированное состояние ортотропных баллонов давления / В.А. Елтышев, Ю.А. Барыкин // Сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Пермской ГСХА. — Пермь: ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2010. — С. 311–315.
2. Тимошенко, С.П. Пластинки и оболочки / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Критер. — М.: Физматгиз, 1963. — 636 с.

УДК 629.083

А.Л. Тоцкий

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

АНАЛИЗ ОБРАЗОВАНИЯ УТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Автомобиль является крупнейшим загрязнителем окружающей среды, особенно в крупных городах. Считают, что мировой парк автомобилей приблизился к 700 млн ед. Россия, Китай, Индия, другие страны переживают автомобильный бум. Автопарк России ежегодно увеличивается на 1,6...1,8 млн автомобилей [1].

Происходит ускорение обновления автопарка и вывод из эксплуатации автотехники, узлы и компоненты которой пригодны для дальнейшей эксплуатации. Учитывая, что в 90-е годы прошлого века в нашу страну хлынул поток подержанных автомобилей, иногда полностью выработавших свой ресурс, следует ожидать значительного увеличения количества автомобилей, выводимых из эксплуатации.

Ускорившееся обновление автопарка, увеличение его численности создают реальную и серьезную угрозу окружающей среде, в том числе неоправданно большого потребления материальных ресурсов. Снизить ее может рациональное обращение с выводимыми из эксплуатации автомобилями, автокомпонентами и материалами [2].

Утилизация автотранспортных средств должна развиваться в двух направлениях:

- восстановления и повторного использования узлов, агрегатов и других автокомпонентов, сохранивших свой ресурс;
- переработки узлов и агрегатов, не подлежащих восстановлению, во вторичные материалы с целью их использования при производстве новых материалов.

Для реализации этих направлений необходимо знать, какие материалы и в каком количестве образуются при утилизации автотранспортных средств.

По состоянию на 1 января 2011 г. количество автотранспортных средств, зарегистрированных на территории Российской Федерации, равняется 49,2 млн ед. Общее число легковых автомобилей при этом составило 40,02 млн, грузовых авто — 5,35 млн, тракторов и комбайнов — 2,94 млн, а оставшиеся 894 тыс. приходятся на автобусы [2].

В России утилизируемые автотранспортные средства можно разделить на два основных потока:

- автотранспортные средства, утилизируемые при финансовой поддержке государства («Программа утилизации автомобилей»), порядка 500 тыс. автомобилей;
- автотранспортные средства, утилизируемые без финансовой поддержки государства (на-

ходящиеся в аварийном состоянии; полностью исчерпавшие свой ресурс и т. д.), приблизительно 10 % от общего числа автотранспортных средств (4,92 млн).

Для оценки объемов материалов, образующихся в результате утилизации вышедших из эксплуатации автотранспортных средств, автор выполнил анализ состава автотранспортных средств по видам использованных в них материалов. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Проанализировав данные, отображенные на диаграмме рисунка «Структура автотранспортных средств, зарегистрированных на территории РФ» [2], с учетом 10 % утилизации автотранспортных средств и данных о составе ТС по видам использованных в них материалов (табл. 1), можно определить количество отходов, образующихся при утилизации автотранспортных средств. Результаты представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что наибольшую долю в образующихся отходах занимают черные металлы — 75 %, на резину, цветные металлы и пластмассы

приходится по 6 % для каждого вида, прочие материалы (асбест, ковровое покрытие, стекловолокно, ткань, и т. д.) занимают 4 %, жидкости — 3 %.

Большой проблемой при утилизации автотранспортных средств является образование полимерных отходов.

В исследовании Эко-Института (Freiburg) впервые представлены сведения [1] по вторичной переработке и энергетической утилизации автомобильных деталей из полимерных материалов для европейского региона, где каждый год утилизируется около 9 млн старых автомобилей.

Сегодня в автомобилестроении используется все больше полимерных материалов. По оценкам Ассоциации европейских производителей пластмасс, к 2015 г., когда будет утилизироваться около 12 млн старых автомобилей в год, годовой объем рециклинга полимеров составит около 2 млн т [1].

Можно выделить такие детали из полимерных материалов, как бампер, обивка сидений, всасывающая трубка, держатель зеркала и др. Для каждого варианта предлагается оптимальный вариант

Таблица 1

Состав автотранспортных средств по видам использованных в них материалов

Категории материалов	Легковые автомобили		Грузовые автомобили		Тракторы и комбайны		Автобусы	
	%	т	%	т	%	т	%	т
Пластмассы	9,4	0,17	0,94	0,056	0,42	0,034	4,2	0,294
Цветные металлы	9	0,162	1,56	0,094	1,12	0,091	3,89	0,272
Черные металлы	64,3	1,157	89,25	5,355	92,1	7,489	81,53	5,707
Жидкости	4,8	0,086	2,31	0,139	1,26	0,102	2,34	0,164
Резина	7,5	0,135	3,5	0,21	3,6	0,293	4,56	0,319
Прочие материалы	5	0,09	2,44	0,146	1,5	0,122	3,48	0,244
Итого	—	1,8	—	6	—	8,13	—	7

Таблица 2

Количество отходов, образующихся при утилизации автотранспортных средств

Вид авт. ср.*	Количество автотранспортных средств, утилизируемых за год, млн ед.	Категории материалов (отходов)											
		Пластмассы		Цветные металлы		Черные металлы		Жидкости		Резина		Прочие материалы	
		На 1 авт. ср., т	Всего, млн т	На 1 авт. ср., т	Всего, млн т	На 1 авт. ср., т	Всего, млн т	На 1 авт. ср., т	Всего, млн т	На 1 авт. ср., т	Всего, млн т	На 1 авт. ср., т	Всего, млн т
Легковые автомобили	4,002	0,17	0,68	0,162	0,648	1,157	4,63	0,086	0,344	0,135	0,54	0,09	0,36
Грузовые автомобили	0,535	0,056	0,03	0,094	0,05	5,355	2,865	0,139	0,074	0,21	0,112	0,146	0,078
Тракторы и комбайны	0,294	0,034	0,01	0,091	0,027	7,489	2,202	0,102	0,03	0,293	0,086	0,122	0,036
Автобусы	0,089	0,294	0,026	0,272	0,024	5,637	0,502	0,164	0,015	0,319	0,028	0,244	0,022
Итого	—	0,746	—	0,75	—	10,2	—	0,463	—	0,767	—	0,496	—
Процентное отношение, %	—	6	—	6	—	75	—	3	—	6	—	4	—
Всего отходов, млн т	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,42

* авт. ср. — автотранспортное средство.

утилизации, определяемый экономичностью и экологическими показателями.

Основными способами утилизации полимеров являются: вторичная переработка, производство синтетических газов, сжигание в цементных печах и доменных и захоронение [1].

В мире утилизацией автомобилей занимаются более 1,5 млн чел. Стоимость продукции, производимой из вторичных ресурсов, получаемых при утилизации автомобилей, оценивается в сотни миллионов долларов [2].

В США перерабатывается до 95 % изношенных автомобилей. Доходы предприятий, занятых их утилизацией, составляют в США более 25 млрд долл ежегодно. В этой отрасли действуют более 7000 предприятий с числом работающих около 46 000 чел. Эти предприятия ежегодно утилизируют 14...15 млн автомобилей общей массой более 20 млн т. Сбор и подготовку изношенных автомобилей к утилизации производят 20 тыс. малых предприятий. На них происходит выбор годных к эксплуатации автокомпонентов и только после этого кузова автомобилей передаются на шредерные заводы, на которых осуществляется измельчение и видовая сепарация продуктов его дробления. Количество шредерных заводов в США — более 200, в Германии — 47, в Англии — 37, во Франции — 40 [3].

Начиная с 2000 г. в странах ЕС введена обязательная единая маркировка деталей и узлов автомобилей, облегчающая видовую сепарацию и рациональное использование отходов. Заводам предписано при выпуске новых марок автомобилей разрабатывать технологические инструкции по их разборке и возможным направлениям утилизации автокомпонентов, так как и законодатели, и производители автомобилей отчетливо понимают, что без четкой маркировки, понятных и доступных тех-

нологий разборки невозможно обеспечить к 2015 г. возврат в производство 95 % массы выпускаемых автомобилей.

В Японии закон об утилизации автомобилей вступил в действие с 01.01.2005. Объем рециклируемых автокомпонентов и материалов в 2005 г. достиг 88 % массы автомобиля. Японские автопроизводители стремятся увеличить его к 2015 г. до 93 %. Некоторые японские фирмы, например «Тойота», планируют к 2011 г. увеличить в 10 раз по сравнению с 2002 г. продажу восстановленных узлов и деталей [2].

Проведенные исследования показали следующее:

- в индустриально развитых странах накоплен значительный опыт в области обращения с выводимыми из эксплуатации автомобилями. Существующие в странах ЕС, США, Японии законы рассматривают утилизируемый автомобиль как крупный источник вторичных автокомпонентов и материальных ресурсов;
- в результате утилизации автотранспортных средств в РФ образуется порядка 13,42 млн т отходов, из них наиболее опасными для окружающей среды являются полимерные материалы (0,746 млн т);
- в РФ отсутствуют опыт утилизации автотранспортных средств, нормативно-правовая база, необходимая технологическая документация и технологии утилизации автотранспортных средств.

Список литературы

1. Бобович, Б.Б. Переработка отходов производства и потребления: справочное издание / Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин. — М.: Интернет Инжиниринг, 2000. — 496 с.
2. Петров, Р.Л. Системы утилизации легковых автомобилей / Р.Л. Петров // Автомобильная промышленность. — 2007. — № 7. — С. 3–5.