

Кейс 9.

ЧТО ДЕЛАТЬ С АВТОМОБИЛЬНЫМИ ШИНАМИ?

Во всём мире растёт число автомобилей, поэтому проблема утилизации и переработки шин приобретает большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира, в том числе и для России. Это связано прежде всего с тем, что выброшенные на свалку изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды, так как резина не подвергается биологическому разложению, а скопление резиновых покрышек представляет собой удобное место для проживания целых колоний грызунов и насекомых, многие из которых являются источником инфекционных заболеваний.



В 2019 году в России введен запрет на захоронение отработанных шин и покрышек. Однако утилизация изношенных шин – непростая проблема. Их переработка требует больших затрат энергии. Тем не менее существуют способы утилизации и переработки автомобильных шин, которые позволяют, с одной стороны, экономить материальные и энергетические ресурсы, а с другой – улучшить экологическое состояние окружающей среды.

Задание 1

Шины, вышедшие из эксплуатации, являются многотоннажным отходом потребления. В настоящее время в мире используются различные способы переработки изношенных шинных покрышек: восстановление протектора, термическая переработка с целью получения энергии, механическое измельчение для получения резиновой крошки и др. Однако некоторую часть изношенных шин вывозят на свалки.

В таблице приведены данные о количестве изношенных шин в некоторых странах и способах обращения с ними²³.

Страна	Количество изношенных шин, тыс. тонн	Способ обращения с изношенными шинами, %					
		Захоронение на свалках	Получение энергии	Восстановление протектора	Получение резиновой крошки	Экспорт	Прочее
Великобритания	527	4,6	35,5	7,4	39,5	5,5	7,5
Германия	582	0	36,4	12,9	34,5	14,4	1,8
Италия	421	0	55,6	6,7	28,5	4,0	5,2
Франция	457	0	49,7	7,7	27,4	10,9	4,3
Япония	1000	7,8	64,3	5,6	10,5	11,5	0,3

Какие из приведенных ниже выводов соответствуют данным, представленным в таблице?

1. Вывозимые на свалки шины представляют экологическую опасность в странах, указанных в таблице.
2. Переработка изношенных шин позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды.
3. В большинстве стран мира изношенные шины подлежат захоронению на свалках.
4. В представленных в таблице странах подавляющее большинство изношенных шин подлежит переработке.
5. Изношенные шины используются для получения энергии во всех странах, представленных в таблице.

Задание 2

Срок разложения вывозимых на свалки изношенных шин составляет не менее 100 лет. Находящиеся на свалке шины длительное время загрязняют окружающую среду. Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью.

В таблице приведены данные о выбросах некоторых веществ в атмосферу при сгорании угля и изношенных шин²⁴.



Загрязняющее вещество	Сгорание угля	Сгорание изношенных шин
Сера, %	2,0	1,3–2,2
Зола, %	11,3	12,5–18,6
Цинк, ч./млн ч. воздуха	27,2	9300–20 500
Хром, ч./млн ч. воздуха	20,5	97
Никель, ч./млн ч. воздуха	16,9	77
Свинец, ч./млн ч. воздуха	8,3	60–760
Кадмий, ч./млн ч. воздуха	0,91	5–10

На основании данных таблицы охарактеризуйте с экологической точки зрения выбросы в атмосферу веществ, образующихся при сгорании изношенных шин, в сравнении с выбросами, образующимися при сгорании угля.

Задание 3

Изношенные шины – ценное вторичное сырьё, которое может подлежать переработке.

На диаграммах представлены используемые в России способы обращения с изношенными шинами (рис. 1) и методы переработки изношенных шин (рис. 2)²⁵.

Какие из приведенных ниже выводов соответствуют результатам, представленным на диаграммах?

1. За последние 10 лет количество изношенных шин увеличилось в России примерно в 3 раза.

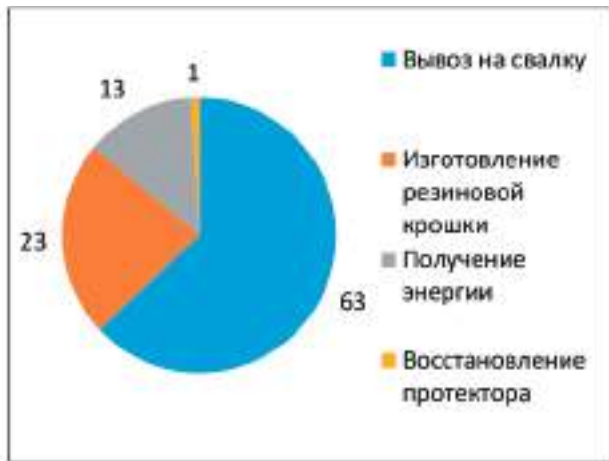


Рис. 1. Способы обращения с изношенными шинами в России, %

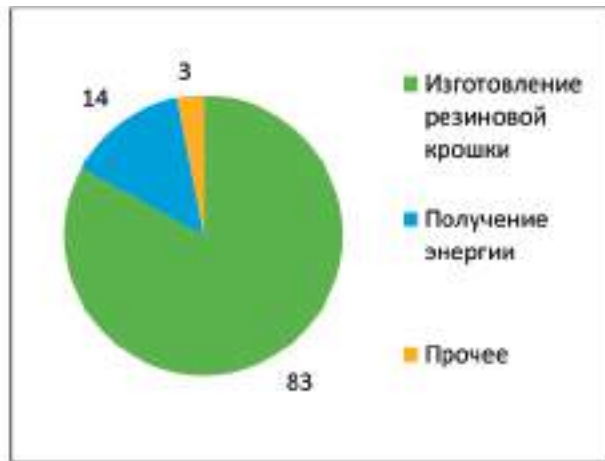


Рис. 2. Методы переработки изношенных шин в России, %

2. В России преимущественная часть изношенных шин не перерабатывается и вывозится на свалку.

3. Самым популярным способом переработки изношенных шин в России является изготовление из них резиновой крошки.

4. Предприятия по переработке изношенных шин в России используют передовые технологии.

5. В последние годы в России наметилась тенденция увеличения доли получения энергии из изношенных шин.

Задание 4

Одним из методов утилизации изношенных шин является получение из них резиновой крошки, которую в дальнейшем можно использовать для изготовления дорожного покрытия, покрытий для футбольных полей, теннисных кортов и детских площадок, звукоизоляционных коврик для железнодорожных переездов и др. В России около 23 % изношенных шин перерабатывается в резиновую крошку.

В состав автомобильных шин помимо резины входят стальная проволока, текстильное волокно, сажа, а также другие наполнители и добавки. В использованной покрышке доля резины составляет около 65 %.

Подсчитайте, сколько резиновой крошки можно получить из 1 млн тонн изношенных автомобильных шин.

Задание 5

Механическое измельчение изношенных шин можно проводить как при положительных температурах, так и с применением криогенных технологий²⁶, т. е. при низких температурах. Для этого резину охлаждают до температуры $-60...-120$ °С, используя, например, жидкий азот, температура кипения которого составляет -196 °С.

Объясните, почему криогенный метод облегчает процесс механического измельчения резины.

Задание 6

Сжигание изношенных шин с целью получения энергии на протяжении не одного десятка лет используется во многих странах мира. Однако при сгорании шин образуется чрезвычайно много всевозможных токсичных соединений, в том числе канцерогенных, а также соединений, вызывающих появление кислотных дождей. Для безопасной работы таких установок необходима система глубокой очистки выбросов, что требует значительных капиталовложений.

На диаграмме представлен типичный состав шин легкового автомобиля²⁷.



Учитывая состав шин, объясните, почему сжигание изношенных шин способствует образованию кислотных дождей.

Методические комментарии

Проблема утилизации и переработки шин приобретает большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира, в том числе и для России. Именно этой проблеме посвящено комплексное задание «Что делать с автомобильными шинами?»

Комплекс заданий состоит из 6 заданий, направленных на формирование различных умений, связанных с естественнонаучной грамотностью. Выполняя задание, учащиеся могут проявить умения анализировать и интерпретировать данные, делать выводы, применять имеющиеся естественнонаучные знания в незнакомой ситуации, отличной от учебной.

Задания 1, 2 и 3 относятся к компетентностной области «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Эти задания направлены на формирование умений анализировать, интерпретировать данные, представленные в различной форме, и делать на основе этого анализа выводы. В задании 1 учащимся надо проанализировать данные о способах обращения с изношен-

ными шинами в нескольких странах и выбрать выводы-утверждения, которые характеризуют состояние проблемы их переработки и утилизации. В задании 3 требуется проанализировать информацию о способах обращения с изношенными шинами и методах их переработки в России. Возможность сгорания изношенных шин, выброшенных на свалку, обуславливает загрязнение окружающей среды продуктами их горения. В задании 2 с развёрнутым ответом требуется на основе анализа данных таблицы охарактеризовать и сравнить с экологической точки зрения выбросы загрязняющих опасных веществ, образующихся при сгорании угля и изношенных шин.

Задания 4, 5 и 6 составляют группу заданий, относящихся к компетенции «научное исследование» и направлены на формирование умения применять соответствующие естественнонаучные знания для объяснения фактов, явлений, процессов. В задании 4 необходимо провести расчёты для определения массы резиновой крошки, которую можно получить в результате

переработки изношенных шин. Задания, связанные с математическими вычислениями, даже самыми простейшими, вызывают у учащихся затруднения, поэтому сложность данного задания можно охарактеризовать как высокую. В задании 5 требуется объяснить, почему при низких температурах ($-60\dots-120\text{ }^{\circ}\text{C}$) процесс механического измельчения шин значительно облегчается по сравнению с положительными температурами. В задании 6 на основе анализа состава шин легкового автомобиля, приведённого на диаграмме, учащимся предлагается объяснить, почему сжигание изношенных шин способно привести к образованию кислотных дождей.

Задания 2, 4–6 требуют развёрнутых ответов, что обычно вызывает у учащихся затруднения.

Применение таких заданий необходимо, так как их выполнение способствует формированию метапредметного умения использовать адекватные речевые средства для выражения мыслей, в том числе в письменной форме.

Комплексное задание «Что делать с автомобильными шинами?» носит междисциплинарный характер и имеет непосредственное отношение к состоянию окружающей среды, влияющему на здоровье человека. Это задание может быть использовано при изучении географии, биологии, химии, экологии, при рассмотрении экологических проблем, связанных с защитой окружающей среды от антропогенного загрязнения, а также при изучении тем «Сера» в курсе химии 9 класса и «Каучуки» в курсе химии 10 класса.

Характеристика заданий и система их оценивания

Задание 1

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Глобальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких верных ответов	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	1	Выбраны утверждения 4, 5. Другие не выбраны
	0	Другие ответы

Задание 2

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	1	Говорится, что при сгорании изношенных шин выделяется значительно больше вредных веществ, чем при сгорании угля. Поэтому с экологической точки зрения сгорание шин представляет бóльшую опасность, чем сгорание угля
	0	Другие ответы

Задание 3

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с выбором нескольких верных ответов	
Объект проверки	Применение соответствующих естественнонаучных знаний	
Тип знания	Содержательное	
	Балл	Содержание критерия
	1	Выбраны утверждения 2, 3. Другие не выбраны
	0	Другие ответы

Задание 4

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, окружающая среда	
Уровень сложности	Средний, возраст учащихся 14–16 лет, 9–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	2	Произведены расчёты: Из 1 млн тонн изношенных автомобильных шин можно получить $1 \cdot 0,23 \cdot 0,65 = 0,1495 \approx 0,15$ млн тонн резиновой крошки
	1	Допущена математическая ошибка, которая не повлияла на смысл ответа
	0	Другие ответы

Задание 5

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, связь науки и технологий	
Уровень сложности	Сложный, возраст учащихся 13–16 лет, 8–10 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	1	Говорится, что при температуре $-60 \dots -120$ °C резина становится хрупкой, что облегчает процесс её механического измельчения
	0	Другие ответы

Задание 6

Содержательная область оценки	Физические системы	
Компетентностная область оценки	Научное объяснение явлений	
Контекст	Местный/национальный, опасности и риски	
Уровень сложности	Высокий, возраст учащихся 14–17 лет, 9–11 класс	
Формат ответа	Задание с развёрнутым ответом	
Объект проверки	Применять соответствующие естественнонаучные знания	
Тип знания	Содержательное	
Система оценивания	Балл	Содержание критерия
	2	Говорится, что при сгорании серы, входящей в состав резины, образуется сернистый газ SO_2 . Сернистый газ является одной из причин возникновения кислотных дождей, так как растворяется в воде с образованием сернистой кислоты H_2SO_3
	1	Дан частично верный ответ: указано, что при сгорании серы образуется вещество, вызывающее кислотные дожди, но продукт сгорания (сернистый газ) и продукт его взаимодействия с водой (сернистая кислота) не названы
	0	Другие ответы