

8. Melnikova, D. V., and T. E. Malikova. "Problemy primeneniya tamozhennykh informacionnykh tehnologii v portah Sahalinskoj oblasti." *Problemy transporta Dalnego Vostoka: doklady odinnadsatoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2-4 oktyabrya 2015 g.* Vladivostok: DVO RAT, 2015: 86–88.

9. Tanygina, K. E., A. V. Zyryanova, and T. E. Malikova. "Sistema ocenki jeffektivnosti dejatel'nosti tamozhennykh organov v morskikh punktah propuska." *Problemy transporta Dalnego Vostoka: doklady odinnadsatoi mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. 2-4 oktyabrya 2015 g.* Vladivostok: DVO RAT, 2015: 110–111.

10. Yanchenko, A. A., and A. Z. Radochinskaya. "K voprosu vnedrenija tehnologii predvaritel'nogo informirovaniya v linejnom sudohodstve." *Transport Aziatsko-Tihookeanskogo regiona 4* (2015): 19–23.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Маликова Татьяна Егоровна —
доктор технических наук, доцент.
Морской государственный университет
имени адмирала Г.И. Невельского
TanMalik@mail.ru
Янченко Анна Анатольевна — аспирант.
Научный руководитель:
Маликова Татьяна Егоровна.
Морской государственный университет
имени адмирала Г.И. Невельского
annanyan@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Malikova Tatiana Egorovna —
Dr. of Technical Sciences, associate professor.
Maritime State University named
after Admiral G.I. Nevelskoi
TanMalik@mail.ru
Yanchenko Anna Anatol'evna — postgraduate.
Supervisor:
Malikova Tatiana Egorovna.
Maritime State University named
after Admiral G.I. Nevelskoi
annanyan@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 24 февраля 2016 г.

УДК 678-06

**В. И. Решняк,
О. В. Витязева**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ НА ОБЪЕКТАХ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Статья посвящена актуальной для современного мира проблеме переработки отходов. В ней анализируется возможность повторного использования такой субстанции отходов, как пластмассы, образуемые при эксплуатации судов и береговых объектов водного транспорта — судоремонтных и судостроительных заводов и портов. Исследуемый вид отходов запрещен к сбросу в море, что приводит к накоплению большого его количества и необходимости последующей переработки. В качестве основного способа переработки таких отходов предложено использовать утилизацию. Показано, что пластиковые материалы характеризуются разными перспективами утилизации, определяемыми физико-химическими свойствами этого вида субстанции. Показано, что с точки зрения возможной утилизации практически все пластмассы целесообразно разделить на две группы: термопластичные и термореактивные. Также показано, что утилизация термопластичных пластмасс представляет собой технологически более простой процесс, что позволяет повысить степень повторного использования веществ и материалов и тем самым обеспечить рациональное использование природных ресурсов. Одновременно это дает возможность организовать собственное производство некоторых изделий, применяемых, например, в судоремонте или в судостроении с использованием в качестве сырьевого материала утилизируемой пластиковой субстанции.

Ключевые слова: отходы, пластмассы, утилизация, повторное использование, рациональное использование природных ресурсов, термопластичные и термореактивные пластики.

Введение

Проблема отходов хорошо известна. Водный транспорт, в частности, является источником образования отходов производства судостроения, образуемых в результате технологического про-

цесса перемещения пассажиров и грузов, а также в процессе эксплуатации судов. Кроме того, источником образования отходов являются собственно суда, выведенные из эксплуатации. В судостроительном производстве основную массу отходов составляет металл, однако и другие материалы (например, пластмассы) тоже образуют отходы. И если относительное количество (относительно, например, металла) пластмасс невелико, то в абсолютном исчислении количество отходов из них является значительным в силу того, что судно вообще представляет собой очень материалоёмкое сооружение. Следует отметить, что процесс перемещения пассажиров и грузов также характеризуется образованием отходов. Например, при перевозке пассажиров образуется немалое количество упаковки, в основном изготовленной из пластиковых материалов. В процессе эксплуатации судов также образуются отходы из пластмасс в виде обрывов тросов и сетей, пластиковой упаковки грузов, пластиковой упаковки продуктов питания и других пластиковых изделий. Согласно данным источника [1], любой пластик запрещено сбрасывать в море.

В целом огромное количество отходов, окружающих нас в повседневной жизни, уже не может не обращать на себя внимания. Накоплено большое количество выведенных из эксплуатации средств транспорта, неиспользуемого технологического оборудования, отходов различных технологических процессов и производств, а также бытового мусора. Образование отходов приводит к загрязнению окружающей среды, и соответственно (что еще хуже) к исчерпанию природных ресурсов, так как является следствием однонаправленного движения природной субстанции, используемой для производства изделий и впоследствии превращаемой в отходы [2] – [4]. Образование отходов является завершающей стадией жизненного цикла существования изделий и материалов. В соответствии с публикацией [5] все отходы делятся на отходы *производства* и *потребления*. Ненужные изделия и материалы люди выбрасывают в окружающую среду. В этом месте обрывается поток вещества, которое люди используют для удовлетворения своих потребностей и огромное его количество выбрасывается в окружающую среду. Ежегодно в мире образуется более 700 млрд т отходов. Это означает, что ежегодно такая масса вещества изымается из всех естественных процессов и выбрасывается в окружающую среду за исключением того, что мы уже начинаем вторично использовать, однако это пока незначительная доля указанного количества отходов.

Масса отходов продолжает увеличиваться намного интенсивнее роста населения. Это объясняется тем, что потребление материалов и изделий на душу населения может быть различным и зависит, в большей степени, от таких социальных факторов, как общий уровень жизни, культуры и образования, а также от экономических факторов: структуры экономики и уровня экономического развития страны. Например, наименьшее потребление бумаги (в африканских странах) от наибольшего (в Америке) отличается более чем в 40 раз, а от среднего в мире — в семь раз. Даже в разных странах Европы потребление бумаги отличается более чем в восемь раз [6].

Процесс образования отходов, согласно данным источника [7], сопровождает человечество с начала его существования. Однако только сравнительно недавно люди обнаружили в этом проблему для себя и среды своего обитания, т. е. природной среды, в которой мы существуем и с которой связаны множеством сложных связей.

Современные методы утилизации отходов

Решение проблемы отходов началось с их складирования. Несмотря на очевидные и уже осознанные недостатки этого способа, отходы продолжают собирать в свалки. Позже, когда люди осознали бесперспективность складирования отходов, появилась идея их уничтожения, например, при помощи сжигания. Сейчас становится понятно, что этот способ наносит едва ли не меньший вред окружающей среде, чем складирование отходов, так как при сжигании уничтожается субстанция и атмосферный воздух загрязняется продуктами сжигания. Кроме того, зачастую сжигание отходов осуществляется при сжигании топлива, так как сами отходы не всегда хорошо горят.

Более современным и эффективным с многих точек зрения является такой способ решения проблемы отходов, как их утилизация, которая, в свою очередь, понимается как повторное использование вещества отходов в процессе производства материалов и изделий. Утилизация отхо-

дов в целом представляет собой комплекс определенных действий. Она может быть организована различными способами в соответствии с данными источников [8] – [10]. Одним из направлений утилизации является переработка отходов с целью получения вторичной субстанции (вторичного сырья), для последующего производства материалов и изделий.

В последние годы одним из наиболее распространенных материалов, используемых в нашей жизни, являются пластиковые массы. Такое широкое их распространение определяется, прежде всего, широким диапазоном свойств, а также значительными возможностями регулирования этих свойств. Среди огромного количества видов пластиков к основным из них относятся: полиэтилентерефталат, поливинилхлорид, полипропилен, полиэтилен низкого давления, полиэтилен высокого давления, полиамиды, полистирол, поликарбонаты А, полибутилентерефталат. Области применения некоторых наиболее распространенных пластиков приведены в следующей таблице.

Области применения пластиков

Вид пластика	Область применения пластика
Полиэтилентерефталат (ПЭТ, ПЭТФ)	Наиболее широкое распространение для бытовых нужд при изготовлении бутылок, емкостей, контейнеров, одежды, в технике — для армирования автомобильных шин, шлангов, транспортёрных лент и многих резинотехнических изделий
Поливинилхлорид (ПВХ)	Изоляция проводов, кабелей, использование при производстве пленки, листовых материалов, труб, линолеума, мебельной фурнитуры, окон, дверей, а также в производстве хлорированного поливинилхлорида, который обладает самой высокой огнестойкостью среди термопластов
Полипропилен (ПП)	В производстве упаковочных пленок, мешков, труб, тары, предметов быта, для шумо- и виброизоляции в строительстве, для теплоизоляции (пенополипропилен ППП), для изготовления строительных клеев, замазок (атактический полипропилен)
Полиэтилен низкого давления (ПЭНД)	В производстве пленки, тары, труб канализации и водопроводных, корпусов маломерных судов, в благоустройстве придомовых территорий, а также как теплоизоляция (вспененный полиэтилен)
Полиэтилен высокого давления (ПЭВД)	
Полиамиды (ПА)	В машиностроении как конструкционный материал, в медицине — хирургические нити, искусственные кровеносные сосуды, в пищевой промышленности для изготовления оболочки мясных изделий
Полистирол (ПС)	Для производства одноразовой посуды, упаковки, детских игрушек, а также в строительстве применяется как облицовочные конструкции и материалы, звукопоглощающие панели, как фильтрующий материал (вспенивающийся полистирол) для очистки воды

Определить вид пластика и идентифицировать его можно по метке на изделии, которая соответствует правилам стандарта ISO-1043 (рис. 1), — так называемому *коду переработки различных пластиков* (в центре рисунка) [11].

С точки зрения возможности повторного использования, а также сложности процессов их переработки при утилизации пластики целесообразно разделить на две группы: пластики термопластичные и пластики терморезактивные. К первым относятся пластики, которые при нагреве расплавляются и при последующем остывании превращаются в материал с прежними свойствами. Ко вторым относятся пластики, которые в процессе их получения претерпевают необратимые изменения, и их утилизация представляет собой более сложные процессы.

Отходы термопластичных пластмасс (термопластов) состоят из макромолекул, соединенных между собой только физическими связями. Энергия разрыва физических связей невелика и составляет 12 – 30 кДж/моль. При нагревании физические связи ослабевают, что делает материал текучим, а при охлаждении — восстанавливаются и материал приобретает твердость.

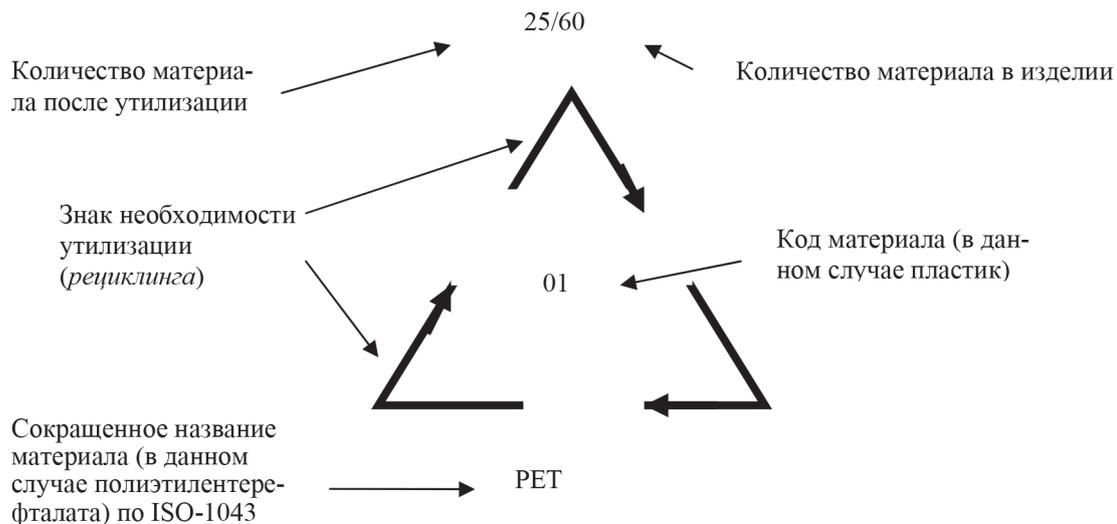


Рис. 1. Информация о материале пластикового изделия в соответствии с ISO-1043

Энергия разрыва химических связей, соединяющих мономерные звенья в цепную макромолекулу, многократно превышает указанные значения и составляет 200 – 460 кДж/моль. Поэтому при нагревании термопластов до температуры плавления физические связи ослабевают, а химические — ковалентные — сохраняются, и, следовательно, сохраняется неизменным химическое строение полимера. При охлаждении и затвердевании такого расплава физические связи и основные физические свойства термопластичного полимерного вещества восстанавливаются. Таким образом, термопласты, во-первых, допускают формование изделий из расплава с его последующим охлаждением и затвердеванием и, во-вторых, могут перерабатываться многократно. Это, в свою очередь, позволяет возвращать в производственный цикл отходы производства, брак, изделия, утратившие потребительскую ценность.

Процесс переработки включает в себя измельчение утилизируемого изделия из пластика и грануляцию (рис. 2). Полученные гранулы применяются уже как сырье, например, в процессе изготовления новых изделий экструзией.

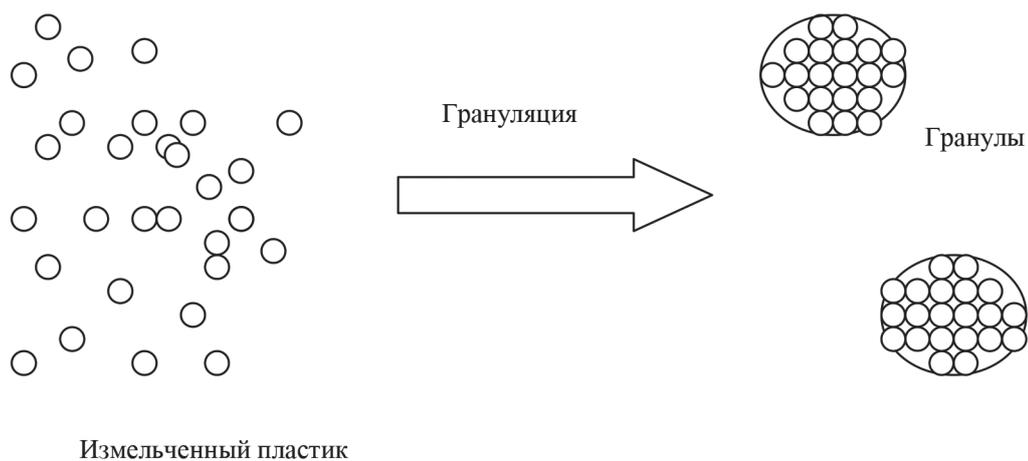


Рис. 2. Процесс переработки термопластичных пластиков при их повторном использовании

Термореактивные пластики (реактопласты) состоят из макромолекул, соединенных поперечными ковалентными, т. е. химическими связями. Образовавшаяся сетчатая химическая структура необратима. Нагревание сетчатых полимеров приводит не к расплавлению, а к разрушению пространственной сетки, сопровождающемуся термодеструкцией. С точки зрения практики это

означает, что реактопласты претерпевают необратимые изменения в процессе получения изделия. Поэтому термореактивные отходы производства не утилизируются способами, подобными утилизации пластомеров.

Термопластичные полимеры (полиэтилен, полистирол, поливинил, полипропилен и другие) легко многократно перерабатываются в продукцию нового назначения, так как под воздействием тепла могут повторно размягчаться, переходя в вязкотекучее состояние, и формоваться с применением различных технологий. Изделия, полученные из отходов термопластичных полимеров, по физико-механическим свойствам сопоставимы с изделиями из первичных пластмасс. Согласно данным источника [12], полиэтиленовые отходы (пленка, крошка, негодные детали, брак) могут также выступать в качестве компонента композиционных материалов (например, для изготовления труб, тары и другой продукции широкого потребления).

Следует отметить, что перспективным методом переработки термопластичных полимеров является *экструзия* — способ переработки полимерных материалов непрерывным продавливанием их расплава через формующую головку, геометрическая форма выходного канала которой определяет профиль получаемого изделия или полуфабриката (рис. 3). Около половины производимых термопластов перерабатываются в изделия этим способом. С помощью экструзии получают пленки, листы, трубы, шланги, капилляры, прутки, сайдинг, различные по сложности профили, наносят полимерную изоляцию на провода, производят многослойные разнообразные по конструкции и сочетанию применяемых пластмасс гибридные погонажные изделия. Переработка вторичных полимеров и гранулирование также выполняются с применением экструзионного оборудования.

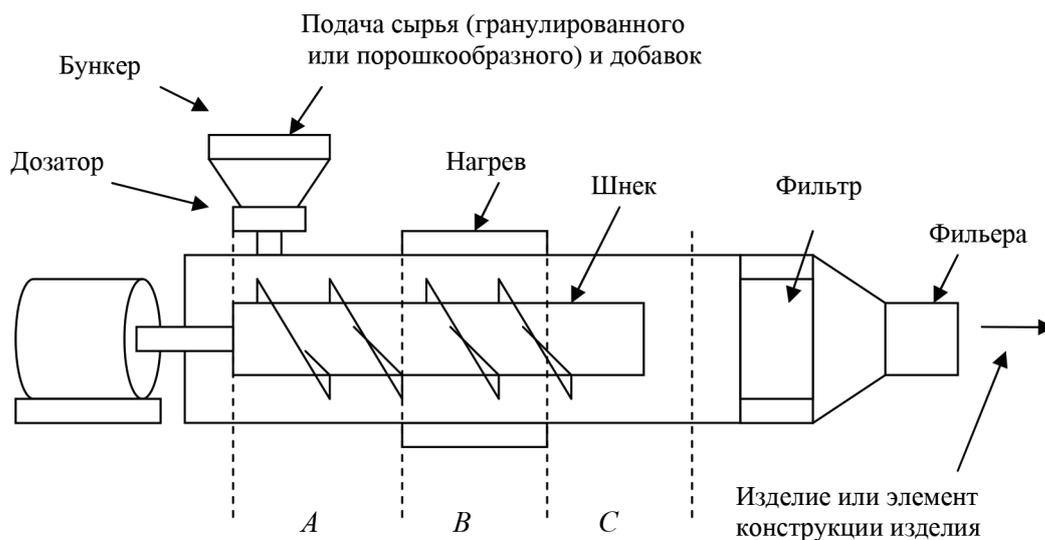


Рис. 3. Принципиальная схема экструдера:
 A — загрузка сырья; B — область разогрева и расплавления;
 C — дозирование массы сырья в область формирования изделия

В процессе данного способа переработки исходное сырье засыпается (вручную или с помощью специального загрузчика) в бункер экструдера. Из бункера, минуя горловину загрузочной воронки, сырье попадает в загрузочную зону шнека, а затем транспортируется по цилиндру пластикации. От сдавливания, перемешивания и контакта с нагретым цилиндром и шнеком полимерное сырье расплавляется и превращается в однородную массу — *расплав*.

Повторное использование отходов термореактивных полимерных материалов представляет собой более сложную проблему. Такие полимерные материалы при повторном нагревании не размягчаются, не растворяются практически ни в каких растворителях, а на свалках не гниют и не разлагаются. Повторная их переработка в основном выражается в измельчении дроблением. В таком виде они используются в качестве добавок при производстве дорожных покрытий и стро-

ительных материалов. Еще одним способом утилизации реактопластов является *прямое прессование* [13] – [14]. Кроме того, реактопласты могут быть утилизированы путем *пиролиза*, когда в результате термического разложения реактопластов образуются новые субстанции, использование которых может иметь иное назначение [15] – [17].

Новизна настоящей работы заключается в следующем. Предложен процесс утилизации отходов в целом и пластиков, в частности, который следует считать процессом получения материалов для последующего производства изделий. Утилизация путем сжигания приводит к загрязнению окружающей среды и не позволяет экономить природные ресурсы вещества. Выполненный анализ свойств пластиковых материалов позволяет разработать основы организации процесса их утилизации. Прежде всего, для производства изделий, используемых на водном транспорте, рекомендуется применять *термопласты*, утилизация которых обеспечивает наиболее высокую степень повторного (многократного) использования субстанции отходов. Кроме того, простота утилизации этого вида пластиков позволяет рекомендовать организацию данного процесса непосредственно на объектах водного транспорта, совместив их, например, с судостроительным производством.

Заключение

Таким образом, в настоящей статье проанализированы основные рекомендации по организации процесса утилизации пластиковых отходов, образующихся на объектах водного транспорта. Показано, что перспективным направлением решения проблемы отходов является их утилизация как процесс повторного (многократного) использования вещества отходов в ходе изготовления материалов и изделий. В этом случае утилизация позволяет экономить природные ресурсы и снижает загрязнение окружающей среды. Повторное использование вещества отходов имеет эволюционное значение, так как утилизация (как предлагается понимать данный процесс в настоящей статье) замыкает поток вещества, который человечество направляет через себя подобно тому, как это осуществляется в природе.

В последнее время одним из достаточно распространенных материалов в отрасли водного транспорта являются пластмассы, которые по своим свойствам являются достаточно стойкими к влиянию внешних воздействий, а следовательно, и «долгоживущими» отходами. Поэтому утилизация пластиков является наиболее целесообразным решением проблемы отходов. Однако пластики как вещества, обладающие разными свойствами, могут быть утилизированы разными способами. Способы утилизации пластиков характеризуются разным уровнем сложности и эффективности с точки зрения степени повторного использования вещества отходов (степени утилизации), уровня загрязнения окружающей среды и затрат. Наиболее простым процессом является утилизация термопластов. Этот процесс заключается в измельчении утилизируемых изделий, гранулировании и, собственно, повторном использовании в процессе производства новых изделий. Термопласты в процессе утилизации удается возвращать в состояние первоначального вещества, из которого были изготовлены утилизируемые изделия. Простота утилизации термопластов делает перспективным развитие соответствующих локальных установок, которые могут применяться, например, на судостроительных производствах для последующего изготовления новых изделий.

Более сложным является процесс утилизации реактопластов. Чаще всего при их утилизации вещество утилизируемых реактопластов используется в другом качестве. Утилизация реактопластов, как правило, требует организации специальных более сложных производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78) (рус., англ.) (с изм. на 26 сентября 1997 г.) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901764502> (дата обращения: 14.01.2016).
2. Дубинская М. Пластиковый апокалипсис / М. Дубинская // Эхо планеты. — 2011. — № 34. — С. 30–32.

3. Материалы региональной молодежной науч.-практ. конф. «Проблема твердых бытовых отходов в городе Владивостоке: пути решения». Владивосток, 30 – 31 октября 2009 г. — Владивосток: Изд-во «Апельсин», 2009. — 42 с.

4. Голка Е. А. Негативное влияние пляжного туризма на состояние прибрежной зоны в Приморском крае // V Междунар. студенческая электронная науч. конф. «Студенческий научный форум» 15 февраля – 31 марта 2013 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2013/252/3820> (дата обращения: 26.02.2016).

5. ГОСТ Р 53692-2009. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/gost/53692-2009> (дата обращения: 14.01.2016).

6. Бумага для глобальных рынков [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.idanmetsatiето.info/tiedostot/tiedotteet/Savelainen1.pdf> (дата обращения: 16.02.2016).

7. Сильги К. История мусора: от средних веков до наших дней / К. Сильги; пер. с фр.: И. Васюченко, Г. Зингер. — М.: Текст, 2011. — 279 с.

8. Решняк В. И. Основные направления утилизации отходов / В. И. Решняк, Е. М. Морозова // Современные тенденции развития науки и технологии. — 2016. — № 2, 3. — С. 110–114.

9. Белова М. С. Проблемы утилизации упаковочных материалов в России и за рубежом / М. С. Белова, О. А. Легонькова // Пищевая промышленность. — 2011. — № 6. — С. 26–28.

10. ИСО 9004-1-94. Управление качеством и элементы системы качества. — Ч. 1. Руководящие указания. [Электронный ресурс] / — Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/ISO9004194Upravleniekache.html> (дата обращения: 14.01.2016).

11. ГОСТ 33366.1-2015 (ISO 1043-1:2011) Пластмассы. Условные обозначения и сокращения. Часть 1. Основные полимеры и их специальные характеристики [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200126394> (дата обращения: 03.02.2016).

12. Пиролиз — эффективная переработка органических отходов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://i-рес.ru> (дата обращения: 16.02.2016).

13. Каблуков В. И. Переработка отходов пластмасс в строительный материал / В. И. Каблуков, Р. А. Тороян // Экология и промышленность России. — 2007. — № 1. — С. 20–21.

14. Пармухина Е. Л. Способы обращения с пластиковыми отходами / Е. Л. Пармухина // Экологический вестник России. — 2010. — № 6. — С. 38–40.

15. Овчинникова Г. П. Современные подходы к рециклингу вторичного полиэтилентерефталата / Г. П. Овчинникова, Р. А. Абдуллаев, С. Е. Артеменко // Пластические массы. — 2008. — № 1. — С. 27–28.

16. Passamonti F. J. Recycling of waste plastics into fuels. LDPE conversion in FCC / F. J. Passamonti, U. Sedran // Applied Catalysis B: Environmental. — 2012. — Vol. 125. — Pp. 499–506. DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.06.020.

17. Wang C.-Q. Separation of polyethylene terephthalate from municipal waste plastics by froth flotation for recycling industry // C.-Q. Wang, H. Wang, Y.-N. Liu // Waste Management. — 2015. — Vol. 35. — Pp. 42–47. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.025.

RESEARCH THE POSSIBILITY OF RECYCLING PLASTICS WASTE GENERATED AT THE ON OBJECTS OF WATER TRANSPORT

The article is devoted to the problem of the modern world of recycling. It analyzes the possibility of re-use of such waste substances, such as plastics, formed by the operation of vessels and onshore facilities of water transport - ship-repair and shipbuilding yards and ports. The test is prohibited type of waste to dumping in the sea, resulting in the accumulation of large quantities of it and the need for further processing. The primary method of processing such waste disposal proposed use. It is shown that plastic waste materials are characterized by different perspectives determined physicochemical properties of this kind of substance. It is shown that from the point of view of possible recycling of almost all plastics should be divided into two groups: thermoplastic and thermosetting. It is also shown that the utilization of thermoplastics is a technologically simple process that allows you to increase the degree of re-use of substances and materials and thereby ensure the rational use of natural resources. At the same time it gives an opportunity to organize their own production of certain products used, such as in ship repair and shipbuilding, using as raw material recyclable plastic substance.

Keywords: waste, plastic, recycling, reuse, sustainable use of natural resources, thermoplastic and thermosetting plastics.

REFERENCES

1. Mezhdunarodnaya konvenciya po predotvrashcheniyu zagryazneniya s sudov 1973 goda, izmenennaya Protokolom 1978 goda k nej (MARPOL 73/78) (rus., angl.) (s izmeneniyami na 26 sentyabrya 1997 goda). Web. 14 Jan. 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/901764502>>.
2. Dubinskaya, M. "Plastikovyj apokalipsis." *Ehkho planety* 34 (2011): 30–32.
3. *Materialy regionalnoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Problema tverdyh bytovyh othodov v gorode Vladivostoke: puti resheniya»*. Vladivostok, 30 oktyabrya — 31 oktyabrya 2009 g. Vladivostok: Izd-vo «Apelsin», 2009.
4. Gopka, Ye. A. Negativnoe vliyanie plyazhnogo turizma na sostoyanie pribrezhnoj zony v Primorskom krae. V Mezhdunarodnaya studencheskaya ehlektronnaya nauchnaya konferenciya «Studencheskij nauchnyj forum» 15 fevralya — 31 marta 2013 goda. Web. 26 Feb. 2016 <<http://www.scienceforum.ru/2013/252/3820>>.
5. GOST R 53692-2009. Resursosberezhenie. Obrashchenie s othodami. EHtapy tekhnologicheskogo cikla othodov. Web. 14 Jan. 2016 <<http://www.vashdom.ru/gost/53692-2009>>.
6. Bumaga dlya globalnyh rynkov. Web. 16 Feb. 2016 <<http://www.idanmetsatiето.info/tiedostot/tiedotteet/Savelainen1.pdf>>.
7. Silgi, K. *Istoriya musora: ot srednih vekov do nashih dnei*. M.: Tekst, 2011.
8. Reshnyak, V. I., and E. M. Morozova. "Osnovnye napravleniya utilizacii othodov." *Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologii* 2–3 (2016): 110–114.
9. Belova, M. S., and O. A. Legonkova. "Problems of recycling of packing materials in Russia and abroad." *Food processing industry* 6 (2011): 26–28.
10. ISO 9004-1-94. Upravlenie kachestvom i ehlementy sistemy kachestva. CHast' 1. Rukovodyashchie ukazaniya. Web. 14 Jan. 2016 <<http://www.gosthelp.ru/text/ISO9004194Upravleniekache.html>>.
11. GOST 33366.1-2015 (ISO 1043-1:2011) Plastmassy. Uslovnye oboznacheniya i sokrashcheniya. CHast' 1. Osnovnye polimery i ih special'nye harakteristiki. Web. 03 Feb. 2016 <<http://docs.cntd.ru/document/1200126394>>.
12. Piroliz - ehffektivnaya pererabotka organicheskikh othodov. Web. 16 Feb. 2016 <<http://i-pec.ru>>.
13. Kablukov, V. I., and R. A. Toroyan. "Pererabotka othodov plastmass v stroitelnyj material." *Ecology and Industry of Russia* 1 (2007): 20–21.
14. Parmuhina, E. L. "Sposoby obrashcheniya s plastikovymi othodami." *Ekologicheskij vestnik Rossii* 6 (2010): 38–40.
15. Ovchinnikova, G. P., R. A. Abdullaev, and S. E. Artemenko. "Sovremennye podhody k reciklingu vtorichnogo poliehtilentereftalata." *International Polymer Science and Technology* 1 (2008): 27–28.
16. Passamonti, F. J., and U. Sedran. "Recycling of waste plastics into fuels. LDPE conversion in FCC." *Applied Catalysis B: Environmental* 125 (2012): 499–506. DOI: 10.1016/j.apcatb.2012.06.020.
17. Wang, C.-Q., H. Wang, and Y.-N. Liu. "Separation of polyethylene terephthalate from municipal waste plastics by froth flotation for recycling industry." *Waste Management* 35 (2015): 42–47. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.025.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Решняк Валерий Иванович —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
RV53@mail.ru, kaf_chemistry@gumrf.ru
Витязева Ольга Владимировна —
кандидат педагогических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
vitjazeva_olga@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Reshnyak Valery Ivanovich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
RV53@mail.ru, kaf_chemistry@gumrf.ru
Vitjazeva Olga Vladimirovna —
PhD, associate professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
vitjazeva_olga@mail.ru

Статья поступила в редакцию 8 февраля 2016 г.