

УДК 628.4

РЕАГЕНТНЫЙ МЕТОД РАЗДЕЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ, ДЛЯ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ УТИЛИЗАЦИИ

Н.Е. НИКОЛАЙКИНА, Е.Ю. СТАРКОВ

В статье рассматривается актуальная проблема утилизации твердых отходов, возникающих в результате деятельности гражданской авиации, как этого требует государственная политика в сфере транспорта Российской Федерации. Наличие значительного количества отходов разного класса опасности позволяет рассматривать данную проблему комплексно с индивидуальным подходом к каждому виду. Применение химических реагентов (уксусной и (или) азотной кислот) позволит эффективно решить проблему, связанную с утилизацией пищевых многослойных упаковочных материалов, накопленных в системах питания аэропортов гражданской авиации, также как и проблему переработки подобных твердых отходов при негативных авиационных происшествиях.

Рекомендована технология процесса разделения, режимы проведения процесса. Дано сравнение эффективности проведения процесса для различных реагентов при изменении технологических параметров. Разделение слоев многослойных материалов позволяет использовать для их утилизации уже апробированные в промышленности технологии. Показано, что это позволит эффективнее решать проблему, связанную с накоплением пищевых многослойных упаковочных материалов, происходящим в гражданской авиации.

Ключевые слова: гражданская авиация, твердые отходы, утилизация отходов, многослойная упаковка, разделение, реагентный метод.

Гражданская авиация (ГА) является частью транспортной системы и занимает важное место в экономике Российской Федерации. История воздушного транспорта (ВТ) начиналась с использования летательных аппаратов как альтернативного варианта транспортных средств высокого риска опасности. Однако с течением времени ГА приобретала все большее значение в обществе, и уже сейчас невозможно представить современный мир без нее. Одно из основных преимуществ воздушного транспорта – не требуется строительство магистральных сооружений: дорог, мостов, туннелей; достаточно наличия аэродромов и аэропортов в начальной и конечной точках трассы. Это дает большую экономию капитальных вложений, а также чрезвычайно важно при освоении новых районов и территорий при их вовлечении в мировой товарооборот [1].

Транспортная стратегия РФ преследует цель обеспечить доступность и качество транспортных услуг для населения. Проводимая политика в транспортной отрасли не отстывает от запланированных целей и задач и принесла определенные результаты [2] (рис. 1, 2).



Рис. 1. Динамика пассажирооборота в отечественной ГА в 2010–2015 гг., по [2]

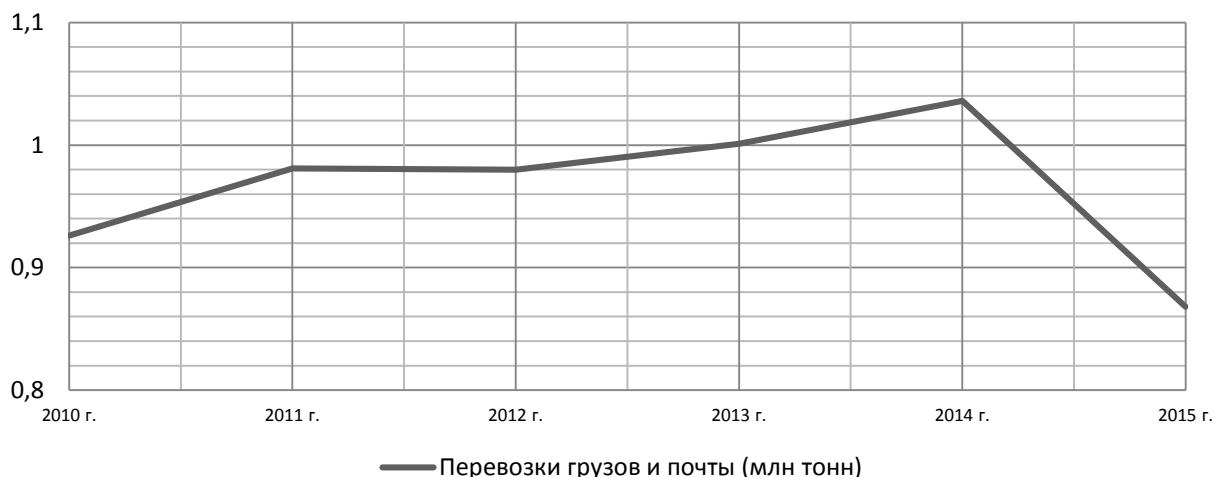


Рис. 2. Динамика перевозок грузов и почты отечественной ГА в 2010–2015 гг., по [2]

Важно, что на некоторые показатели ГА активно влияют события, происходящие в современном мире (угроза терроризма, разрывы экономических отношений между странами).

Одним из направлений развития в транспортной системе воздушного транспорта является снижение доли ГА в загрязнении окружающей среды. Транспортная стратегия для достижения таких целей предполагает выработать и ввести в действие механизмы государственного регулирования [3], которые обеспечат:

- мотивацию перевода транспортных средств на экологически чистые виды топлива;
- повышение доли использования гибридных и электрических двигателей на транспортных средствах в общей численности парка транспортных средств;
- минимизацию негативного воздействия на окружающую среду материалов и технологий;
- экологически безопасное обращение с отходами транспортного комплекса;
- снижение уровня энергоемкости транспорта до уровня показателей передовых стран.

Аэропорт в ГА представляет собой комплекс сооружений, предназначенных для приема, обслуживания и отправки воздушных судов, обслуживания пассажиров и для обработки грузов. В России около 300 аэропортов, в том числе более 70 международных [1]. Одной из проблем аэропорта, которую постоянно необходимо решать, является образование твердых отходов.

Основная масса твердых отходов в аэропортах образуется на территории аэровокзального комплекса, перрона, зоны технического обслуживания. Кроме того, на территории аэропорта образуются отходы от: автономных котельных; комплексов проживания; спецтранспорта (авто и электро); изъятых у пассажиров запрещенных к провозу предметов; систем освещения (ртутьсодержащие лампы); заменяемых шасси воздушных судов; отслуживших свой срок воздушных судов (образование крупногабаритных отходов); реконструкции взлетно-посадочных полос и строительства зданий, сооружений и других элементов аэропорта; систем питания; служб медицинского обслуживания и контроля.

Система утилизации и обезвреживания отходов в аэропортах в подавляющем большинстве вариантов обращения с ними заключается в обычном захоронении на соответствующих полигонах, хотя не исключаются и варианты утилизации отходов термическим способом. При этом система по обращению с отходами может выглядеть следующим образом.

1. Отходы I класса опасности для окружающей среды (ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки, отработанные и брак, используемые для освещения помещений, а также изделия, устройства, приборы, потерявшие потребительские свойства, содержащие ртуть) во всех аэропортах после использования собираются в специальную тару (металлические контейнеры на металлических поддонах), которая хранится в специальных, закрывающихся на ключ помещениях и два раза в год вывозится на демеркуризацию с последующей утилизацией.

2. Отходы II класса опасности (серная кислота, щелочь аккумуляторные отработанные) отправляются на нейтрализацию. Образующиеся аккумуляторы (со слитой жидкостью) направляют на вторичное использование по мере накопления.

3. Отходы III класса опасности в виде отработанных масел сдаются специальным организациям для вторичного использования.

4. Отходы IV и V классов опасности (черный и цветной металлолом, древесина, бумага, текстильные отходы натуральных и синтетических тканей, пластмасса всех видов, резина, кожа и кожзаменители, соли, шлаки, зола, лакокрасочные материалы, пищевые отходы, стекло и т. д.) могут утилизироваться термическим способом, захоронением, могут быть использованы после вторичной переработки и т. п.

В общей массе твердых отходов аэропорта значительная доля принадлежит твердым бытовым отходам (ТБО) – одному из продуктов системы обслуживания пассажиров и работников ГА, отличающемуся достаточным разнообразием и имеющему значительные объемы образования. В аэропортах ГА построена целая система обеспечения пассажиров питанием (бортпитание, питание в гостиницах аэропорта, пищеблоки, рестораны, бистро). В процессе работы пунктов приема пищи ежедневно образуется огромное количество отходов.

Пищевые отходы содержат ценные вещества: белки, углеводы, крахмал, каротин, витамины и многие другие, но присутствие в пищевых отходах различных упаковочных материалов, в том числе многослойных, усложняет работу технологического оборудования на предприятиях по их переработке.

Кроме того, в ситуациях, возникающих при авиационных происшествиях (АП), определенная часть твердых отходов также представляет собой упаковочные материалы для пищевых продуктов, имевшихся в системе бортового питания разрушенного воздушного судна, и эти отходы, после их сбора на территории, необходимо утилизировать не менее тщательно. Тогда значительное негативное воздействие на экосистемы на территории АП, характеризующегося [4] различными факторами воздействия на окружающую среду (ОС), можно минимизировать.

В России, как в большинстве стран Западной Европы и мира в целом, для хранения жидких продуктов питания длительное время используют многослойную упаковку, в том числе упаковку фирмы «Тетра Пак». Такую упаковку изготавливают путем последовательного соединения шести различных слоев из полиэтилена, картона, алюминиевой фольги, причем на 75 % упаковка состоит из картона, на 20 % из полиэтилена, и 5 % от общего объема составляет алюминиевая фольга.

Для прочного скрепления слоев разнородных материалов между собой при изготовлении упаковки применяют метод горячего прессования. В настоящее время в России примерно 40 % всех образующихся твердых бытовых отходов составляет упаковка, в том числе и многослойная. Отсутствие системы раздельного сбора отходов приводит к тому, что основная часть отходов упаковки поступает на полигоны для захоронения или на мусоросжигательные заводы.

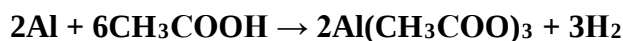
Перерабатывается в России только 15 тысяч тонн картонной упаковки из-под соков и молока, к 2020 году планируется этот объем довести до 100 тысяч тонн. Поскольку не существует единой технологии переработки разнородных материалов, входящих в состав упаковки, необходимо предварительно разделить слои.

На комбинатах по производству бумаги с отходов упаковки смывается качественное целлюлозное волокно, которое впоследствии идет на изготовление канцелярской и туалетной бумаги, бумажных пакетов, гофротары и т. п.

Оставшиеся после отмывки целлюлозы плотно соединенные слои полиэтилена и алюминиевой фольги сегодня в промышленности перерабатывают следующим образом: горячее прессование с получением изделий для строительной промышленности; пиролиз

под действием СВЧ излучения; грануляция с получением гранул, состоящих из полиэтилена и алюминия; низкотемпературная плазменная переработка с получением алюминия и парафина.

В Московском государственном машиностроительном университете (МАМИ) введены работы по реагентному разделению слоев полиэтилена и алюминиевой фольги. Предложены способы разделения многослойных упаковок, предполагающие предварительное измельчение, а затем обработку измельченной массы уксусной или азотной кислотами. При обработке измельченных слоев полиэтиленовой пленки и фольги протекает реакция:



В зависимости от условий протекания реакции возможно образование нейтральной соли – $\text{Al}(\text{CH}_3\text{COO})_3$, однозамещенной – $\text{AlOH}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ и двухзамещенной – $\text{Al}(\text{OH})_2 \cdot (\text{CH}_3\text{COO})$. При этом нейтральная соль известна только в растворе; однозамещенная соль образует в воде гель, а двухзамещенная соль нерастворима в воде.

В ходе проведения экспериментов было показано, что разделение слоев происходит в достаточно узком диапазоне параметров процесса и только в присутствии нейтральной соли, так как при образовании геля (однозамещенная соль) или возникновения между слоями твердой фазы (двухзамещенная соль) процесс разделения не происходит.

Определены оптимальные параметры процесса разделения слоев уксусной кислотой и технология реализации процесса [5, 6]. Показано, что разделение слоев происходит наиболее эффективно при концентрации уксусной кислоты 80...85 % и температуре выше 60 °С. Экономически целесообразно проводить разделение слоев материала при рециркуляции уксусной кислоты и наличии в технологической схеме системы ее регенерации.

Поскольку концентрированная уксусная кислота обладает высокой летучестью, токсичностью и стоимостью, нами проведены исследования и выданы рекомендации [7] по использованию для обработки отходов многослойной упаковки более дешевой и крупнотоннажной по производству слабой азотной кислоты. Производства «основной химии», в том числе производства азотной кислоты, в России и в странах бывшего СССР по настоящее время остаются крупнейшими в мире.

Предлагаемые технологии переработки могут использоваться в крупных химических центрах России (города Невинномысск, Нижний Новгород, Новгород и т. д.). При использовании в качестве реагента азотной кислоты не требуется разработка отделения регенерации реагента, т. к. мы получаем жидкий товарный продукт – нитрат алюминия, который применяется в текстильной промышленности в качестве протравы, при дублении кож, в качестве катализатора при очистке стоков от нефтепродуктов и т. д.

Образование нитрата алюминия проходит по реакции:



Экспериментально установлено, что для проведения процесса разделения слоев в качестве реагента можно рекомендовать использовать 30 % азотную кислоту при температуре 30...40 °С. Определены и рекомендованы технология процесса разделения, режимы проведения процесса. На рис. 3 приведены сравнения исследованных способов разделения слоев многослойной упаковки.

Таким образом, из изложенного выше следует, что для процесса разделения слоев многослойной упаковки могут быть успешно использованы оба рассмотренных выше реагента. Однако, с учетом стоимости реагентов и объемов их производства в стране (что характеризует доступность того или иного реагента), использование азотной кислоты для разделения слоев является предпочтительным.

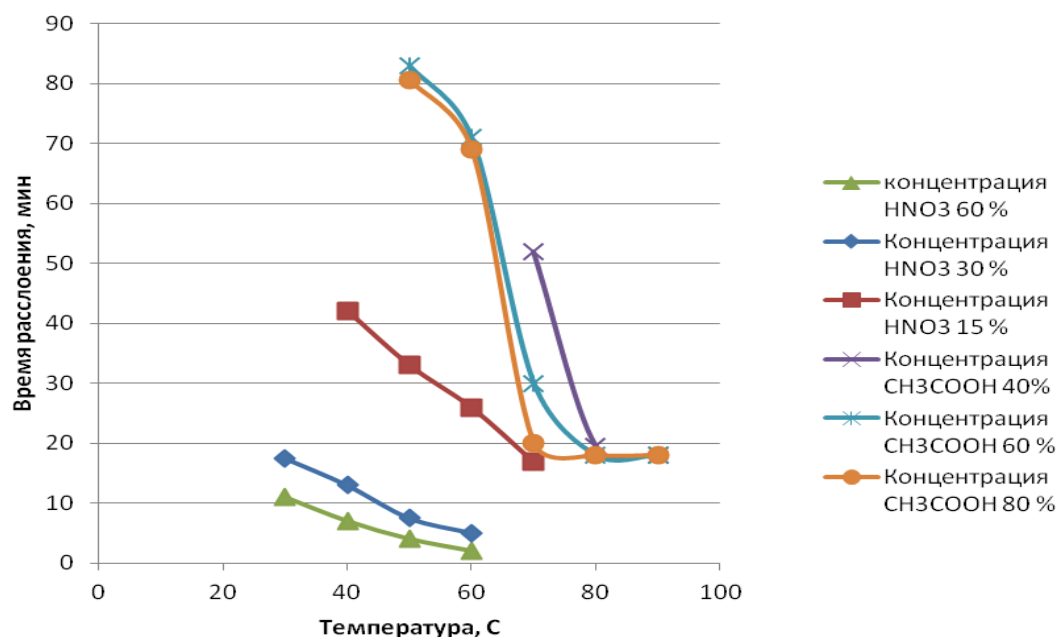


Рис. 3. Сравнение времени разделения слоев полиэтиленовой пленки и алюминиевой фольги при различных температурах азотной и уксусной кислот

Транспортная стратегия РФ до 2030 года требует разработки и применения, в т. ч. для утилизации твердых отходов, более совершенных и экономически обоснованных методов. Рассмотренный в статье метод разделения слоев многослойных упаковочных материалов позволяет использовать уже широко известные и апробированные в промышленности методы переработки разделенных слоев полиэтилена и алюминиевой фольги. Экспериментально подтверждено, что описанный выше реагентный метод позволяет провести процесс разделения слоев различных материалов относительно просто. Предлагаемая технология утилизации части ТБО, образующихся на авиапредприятиях ГА, будет способствовать снижению негативного воздействия на ОС на различных этапах жизненного цикла представления авиатранспортных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николайкина Н.Е., Николайкин Н.И., Матягина А.М. Промышленная экология. Инженерная защита биосферы от воздействия воздушного транспорта. М.: Академкнига, 2006. 240 с.
2. Основные показатели работы гражданской авиации России за январь – октябрь 2010–2015 годов / Министерство транспорта РФ / Федеральное агентство воздушного транспорта (ФАВТ) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.favt.ru/dejatelnost-vozdushnye-perevozki/> (дата обращения 28.11.2015).
3. Распоряжение правительства РФ от 11 июня 2014 г. N 1032-р. «Изменения, которые вносятся в транспортную стратегию Российской Федерации на период до 2030 года». 382 с. [Электронный ресурс]. URL <http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?> (дата обращения 21.12.2015).
4. Николайкин Н.И., Старков Е.Ю. Оценка экологической опасности авиационных событий на воздушном транспорте // Науч. Вестник МГТУ ГА. № 218. 2015. С. 17–23.
5. Николайкина Н.Е., Гонопольский А.А. Патент РФ № 2412805 «Способ утилизации слоистых алюминированных материалов и реактор для разделения слоистых алюминированных материалов».
6. Николайкина Н.Е., Гонопольский А.А. Рециклинг слоистых алюминированных материалов // Экология и промышленность России. 2010. № 7.

7. Николайкина Н.Е., Маясан О.Ю., Сальников Н.А. Подготовка отходов пищевой упаковки к переработке во вторичные материалы // Известия Московского государственного технического университета (МАМИ). Т. 3, № 2 (20). 2014.

REAGENT METHOD OF DIVISION OF THE MULTILAYERED PACKING MATERIALS, APPLIED IN CIVIL AVIATION, FOR THEIR THE SUBSEQUENT UTILIZATION

Nikolaykina N.E., Starkov E.Yu.

The article deals with the actual problem of utilization of the solid waste resulting from activity of civil aviation as it is demanded by a state policy in the sphere of the Russian Federation transport. Existence of a significant amount of waste of a different classes of danger allows to consider this problem in a complex with an individual approach to each class. Use of chemical reagents (acetic and (or) nitric acids) will allow to solve effectively the problem connected with utilization of the food multilayered packing materials accumulated in airports food services as well as a problem of processing similar solid waste in case of aviation incidents.

The technology of process of division, the modes of carrying out the process are recommended. Comparison of carrying out process efficiency for various reagents when changing the technological parameters is given. Division of layers of multilayered materials allows to use the technologies which are already approved in the industry for their utilization. It is shown that it will allow to solve the problem connected with the accumulation of food multilayered packing materials more effectively in civil aviation.

Key words: civil aviation, solid waste, recycling, multilayered packing, division, reagent method.

REFERENCES

- 1. Nikolaikina N.E., Nikolaikin N.I., Matyagina A.M.** Promyshlennaya ekologiya. Inzhenernaya zashchita biosfery ot vozddeystviya vozdušnogo transporta. M.: Akademkniga, 2006. 240 p.
- 2. Osnovnye pokazateli raboty grazhdanskoi aviatsii Rossii za yanvar' – oktyabr' 2010–2015 godov/** Ministerstvo transporta RF / Federal'noe agentstvo vozdušnogo transporta (FAVT) [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.favt.ru/deyatelnost-vozdushnye-perevozki/> (data obrashcheniya 28.11.2015).
- 3. Izmeneniya, kotorye vnosyatsya v transportnuyu strategiyu rossiiskoi federatsii na period do 2030 goda //** Rasporyazhenie pravitel'stva RF ot 11 iyunya 2014 g. N 1032-r. 382 p. [Elektronnyi resurs]. URL <http://www.mintrans.ru/activity/detail.php?> (data obrashcheniya 21.12.2015).
- 4. Nikolaikin N.I., Starkov E.Yu.** Otsenka ekologicheskoi opasnosti aviatsionnykh sobytiy na vozdušnom transporte. Nauch. Vestnik MGTU GA (MSTU CA). № 218. 2015. p. 17–23.
- 5. Nikolaikina N.E., Gonopol'skii A.A.** Patent RF № 2412805 «Sposob utilizatsii sloistykh alyumini-rovannykh materialov i reaktor dlya razdeleniya sloistykh alyuminirovannykh materialov».
- 6. Nikolaikina N.E., Gonopol'skii A.A.** Retsikling sloistykh alyuminirovannykh materialov. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2010. № 7.
- 7. Nikolaikina N.E., Mayusan O.Yu., Sal'nikov N.A.** Podgotovka otkhodov pishchevoi upakovki k pererabotke vo vtorichnye materialy. Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MAМИ). Т. 3. № 2 (20). 2014.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Николайкина Наталья Евгеньевна, кандидат технических наук, профессор, профессор кафедры «Инженерная экология и альтернативная энергетика», nikols_153@mail.ru.

Старков Евгений Юрьевич, ассистент кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, аспирант кафедры безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, Starkoff89@mail.ru.