

завдань управління якістю в умовах сучасного промислового виробництва.

**Ключові слова:** оцінка та прогнозування, управління якістю продукції, методи інтелектуального аналізу інформації.

*Зубрецька Наталія Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, e-mail: zubr\_27@mail.ru.*

*Савченко Олександр Юрійович, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, e-mail: nahalem@ukr.net.*

*Федін Сергій Сергійович, доктор технічних наук, професор, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна, e-mail: sergey\_fedin@bigmir.net.*

*Зубрецька Наталія Анатоліївна, доктор технічних наук, професор, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна.*

*Савченко Олександр Юрійович, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна.*

*Федін Сергій Сергійович, доктор технічних наук, професор, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації, Київський національний університет технологій та дизайну, Україна.*

*Zubretskaya Natalia, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine, e-mail: zubr\_27@mail.ru.*

*Savchenko Alexei, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine, e-mail: nahalem@ukr.net.*

*Fedin Sergey, Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine, e-mail: sergey\_fedin@bigmir.net*

УДК 658.567

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44816

Макаренко Д. Н.

## УТИЛИЗАЦИЯ КОМПОНЕНТОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ: АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

*В статье рассмотрена и проанализирована существующая нормативно-техническая база по вопросам утилизации летательных аппаратов. Рассмотрены вопросы как непосредственно нормативно-технической базы процессов утилизации, так и нормативно-технической базы по утилизируемым материалам, а также проанализирована сфера требований к качеству продукции, полученной в результате утилизации.*

**Ключевые слова:** утилизация, стандарты, композиционный материал, титановые сплавы, алюминиевые сплавы, качество, нормативно-техническая база, аэрокосмическая техника.

### 1. Введение

На данный момент проблема утилизации компонентов летательных аппаратов, отработавших свой ресурс, является одной из самых важных для всей аэрокосмической отрасли. С каждым годом все большее количество аэрокосмической техники (АКТ) накапливается на различных площадках, занимая большие площади. Поэтому вопрос ее утилизации становится все актуальнее.

Как и любой технологический процесс, утилизация должна быть строго регламентирована. Однако АКТ — это довольно сложная техника, которая состоит из большого количества различных элементов, не все из которых просты в утилизации. Это обусловлено в основном разнообразием применяемых материалов и сложностью конструкции различных узлов.

Кроме того, важно добиться не только выполнения непосредственно утилизации, а еще и по возможности получить вторичные материалы, которые могут быть использованы для различных целей.

В данной статье приводится анализ существующей нормативно-технической базы по утилизации компонентов АКТ, а также по обеспечению качества этого процесса.

### 2. Объект, цель и задачи исследования

Объектом исследования является нормативно-техническая база в сфере утилизации промышленной продукции в авиастроении.

Целью исследований являлся анализ существующей нормативно-технической базы в сфере утилизации промышленной продукции в авиастроении, как по виду технологического процесса, так и в зависимости от утилизируемых материалов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- мониторинг существующей нормативно-технической документации в сфере утилизации объектов АКТ;
- выявление основных проблемных мест в обеспечении процессов утилизации объектов АКТ.

### 3. Результаты исследования нормативно-технической базы по утилизации объектов АКТ

**3.1. Нормативно-техническая база в сфере утилизации промышленной продукции в авиастроении.** На данный момент основными методами утилизации объектов АКТ являются:

А) применяемые для утилизации металлических элементов летательных аппаратов (ЛА):

- 1) гильотинная резка;
- 2) применение ручных отрезных машин;
- 3) электроискровой метод;
- 4) ультразвуковой метод;
- 5) воздушноплазменная резка;
- 6) лазерная резка;

Б) применяемые для утилизации элементов ЛА из композиционных материалов:

- 1) химические:
  - сольволиз;
  - термокатализ;
- 2) физические:
  - механические;
  - радиационные;
- 3) термические:
  - сжигание;
  - газификация;
  - пиролиз [1].

Применение каждого из методов зависит от характера утилизируемого объекта, его химического состава и физических свойств. Далее рассмотрим их более подробно.

**Метод гильотинной резки.** Данный метод является высокопроизводительным и может применяться для любых материалов и металлов, и неметаллов. Отличительной чертой данного метода является простота в использовании и небольшое экологическое загрязнение по сравнению с другими методами. Однако применение данного метода требует предварительной разделки элементов ЛА до элементов, которые можно будет разрезать, установки специальной оснастки для закрепления элементов конструкции и применяется только для однородных материалов. При этом создается высокий уровень шума и вибрации на рабочем месте.

Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) ГОСТ 6282-88. «Ножницы листовые кривошипные с наклонным ножом. Параметры и размеры. Нормы точности» [2];
- 2) ГОСТ 11647-75. «Пресс-ножницы комбинированные и ножницы комбинированные. Нормы точности» [3].

#### **Применение ручных отрезных машин (станков).**

Данный метод является удобным в использовании, особенно когда необходима точность по заранее намеченной траектории. При данном методе обеспечивается высокая скорость резания, возможна быстрая замена режущего инструмента, что позволяет не останавливать процесс утилизации. Однако данный метод характеризуется большими выделениями абразивной пыли и наличием искр, что требует дополнительных мероприятий для защиты персонала. Кроме того, создается высокий уровень шума и вибраций.

Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) ГОСТ 12.3.028-82 ССБТ. «Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности» [4];
- 2) ДСТУ ГОСТ 21963:2003 (ИСО 603-15-99, ИСО 603-16-99). «Круги відрізні. Технічні умови» [5].

**Электроискровой (электроэрозионный) метод.** Данный метод имеет высокую точность реза, но практически не применим из-за необходимости использования диэлектрической среды (керосин) между электродом

инструмента и электродом детали. Кроме того, он требует стационарную установку.

Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) НПАОП 28.51-7.28-84. ОСТ 1.42198-84. «Электроэрозионная обработка металлов. Общие требования безопасности» [6];
- 2) ГОСТ 20551-93. «Станки электроэрозионные вырезные. Основные размеры. Нормы точности» [7];
- 3) ГОСТ 25331-82. «Обработка электроэрозионная. Термины и определения» [8].

**Ультразвуковой метод.** Данный метод используют для труднообрабатываемых материалов и сплавов. Метод требует подачи в зону резания суспензии, которая состоит из воды и абразивных зерен. Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) ГОСТ 50664-94. «Аппараты ультразвуковые технологические. Рабочие частоты» [9];
- 2) ГОСТ 10594-80. «Оборудование для дуговой, контактной, ультразвуковой сварки и для плазменной обработки. Ряды параметров» [10].

**Метод воздушноплазменной резки.** Данный метод применим для утилизации деталей из тугоплавких материалов и легированных сталей, а также для цветных металлов. Метод обладает высокой скоростью при разрезании алюминиевых сплавов. Для него характерна высокая чистота реза. К недостаткам метода относятся необходимость стационарной установки и значительное потребление газа.

Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) ГОСТ 12221-79. «Аппаратура для плазменно-дуговой резки металлов. Типы и основные параметры» [11];
- 2) ОСТ 36-136-86. «Конструкции строительные. Термическая резка. Общие требования» [12];
- 3) ТУ 15-739.004-76. «Механизированная воздушно-плазменная резка черных металлов толщиной до 130 мм, алюминия и его сплавов толщиной до 160 мм и меди и ее сплавов толщиной до 100 мм» [13];

4) ТУ 16-739.119-77. «Автоматическая воздушно-плазменная резка черных металлов и алюминия толщиной до 100 мм, меди толщиной до 60 мм, полуавтоматическая воздушно-плазменная резка черных металлов и алюминия толщиной до 80 мм и меди толщиной до 60 мм, а также механическая обработка изделий из труднообрабатываемых сплавов» [14];

5) ТУ 16-739.042-76. «Ручная воздушно-плазменная резка углеродистых и нержавеющей сталей толщиной до 40 мм, алюминия толщиной до 30 мм и меди толщиной до 20 мм» [15].

**Метод лазерной резки.** Данный метод позволяет разрезать труднообрабатываемые материалы с большой глубиной и скоростью резки по различным траекториям. Метод является дорогим и промышленно не используется.

Основными документами, регулирующими данный процесс, являются:

- 1) ГОСТ 14792-80. «Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза» [16];
- 2) ГОСТ Р ИСО 14175-2010. «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов» [17];
- 3) ISO 9013:2002. «Резка тепловая. Классификация резов, полученных тепловым способом. Геометрические характеристики изделий и допуски на характеристики» [18].

Анализ показал, что конкретных нормативных документов, регламентирующих процесс обработки элементов ЛА гильотинной резкой, применением ручных отрезных машин (станков), электроискровой и ультразвуковой обработкой, а также воздушноплазменной и лазерной резкой, на данный момент не существует. Данные технологические процессы однотипны для любого вида изделий, независимо от их происхождения и включает требования к оборудованию и обрабатываемым материалам

**Сольволиз.** Понятие сольволиз объединяет различные способы деполимеризации (метанолиз, гидролиз, ацидолиз, алкоголиз) [19, 20]. В конструкции различных ЛА присутствует большое количество различных композиционных материалов, которые могут быть утилизированы данным методом. Так, большое количество композитов применяется для защитных целей [21] и сольволиз — реакция обменного разложения между растворенным веществом и растворителем [22] — может применяться для утилизации полимерных композиционных материалов, входящих в состав элементов ЛА [20]. В особенности он неплохо подходит для утилизации элементов, содержащих полиэтилентерефталат [19].

**Термокатализ.** Данный метод основан на высокотемпературной химической реакции, в результате которой примеси, находящиеся в газе, превращаются в другие соединения. К преимуществам этого метода следует отнести непрерывность технологического процесса очистки в сочетании с высокой степенью очистки. К недостаткам относятся значительные энергетические затраты и затраты на регулярную замену катализатора. Сжигание основано на высокотемпературном воздействии, прежде всего, на органические газы, что позволяет наряду с высокой степенью очистки, использовать полученное тепло для технологических нужд. Однако к основным недостаткам относятся высокие расходы на энергопотребление и на газ [23, 24]. Таким образом, термокатализ целесообразно применять при сжигании различных композитов, обеспечивая очистку отходящего воздуха.

Анализ существующих источников показал, что нормативных документов, определяющих и регулирующих процессы сольволиза и термокатализа, а также утилизации с их помощью, не существует.

**Механическая переработка композиционных материалов.** При механической переработке, как правило, реализуют операции, ряд которых может проводиться одновременно, являющиеся частью процессов подготовки производства для получения рециклированного материала, используемого для создания новых продуктов (полимерного рециклата).

Документом, определяющим процесс механической переработки композиционных материалов является ГОСТ Р 54533-2011 (ИСО 15270:2008). «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов» [25].

**Сжигание** полимерных композиционных материалов является наипростейшим способом их утилизации, но сопряжено с рядом недостатков, таких как образование различных продуктов горения, обладающих токсичными свойствами, которые нуждаются в дополнительной очистке.

Документами, определяющими процессы сжигания композиционных материалов, являются:

1) ГОСТ Р 54533-2011 (ИСО 15270:2008). «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов» [25];

2) ISO 15270:2008. «Plastics — Guidelines for the recovery and recycling of plastics waste» [26].

В данных документах предусматривается лишь сжигание полимерных композиционных материалов с получением на выходе энергии, т. к. данные материалы в большинстве своем являются углеводородами и обладают высокой теплотворной способностью.

**Газификация полимерных композиционных материалов.** Данная технология утилизации предусматривает превращение композиционных материалов в повторно используемую безопасную продукцию (остеклованный шлак, металл, сера, топливо, газ, электроэнергия). Основным этапом переработки является газификация (превращение массы отходов в газ, шлак и металл) в камере плазменного газогенератора, оборудованного плазменными горелками, создающими плазму электрическим способом за счет электрических разрядов. Данный процесс имеет большое количество преимуществ, таких как отсутствие первичной сортировки, образование синтез-газа, который можно применить для хозяйственных нужд и т. д. [27]. Однако для реализации данного метода утилизации требуется большое количество электроэнергии.

Газификация полимерных композиционных материалов кратко описана в ГОСТ Р 54533-2011 (ИСО 15270:2008). «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов» [25] как один из возможных вариантов обращения с данными отходами, однако поиск других нормативных документов по утилизации данного вида материалов результата не дал, из чего можно сделать вывод, что, несмотря на все большее и большее развитие данной технологии, она еще не нормирована.

**Пиролиз полимерных композиционных материалов.** Данный метод при различных температурах (до 1000 °С) позволяет получить высококалорийное топливо (технический углерод), сырье и полупродукты, используемые в различных технологических процессах, а также мономеры, применяемые для синтеза полимеров. Образующиеся в процессе пиролиза низкомолекулярные предельные углеводороды подвергаются последующему крекингу с целью увеличения выхода непредельных соединений, используемых при синтезе полиолефинов [1, 27].

Анализ существующих источников показал, что нормативных документов, определяющих и регулирующих процесс утилизации полимерных композиционных материалов с помощью пиролиза, не существует.

**3.2. Нормативно-техническая база в технологических процессах утилизации.** Требования, предъявляемые к процессам утилизации, зависят от материалов, которые подлежат утилизации. В основном, в области авиакостроения существуют следующие виды утилизируемых материалов:

- 1) состоящие из алюминиевых сплавов;
- 2) состоящие из титановых сплавов;
- 3) состоящие из композиционных материалов [28].

Большое затруднение вызывает тот факт, что зачастую элементы и узлы летательных аппаратов состоят из различных материалов. Это усложняет процесс утилизации, т. к. до непосредственной утилизации необходимо производить разборку данных узлов, что увеличивает время проведения процесса утилизации. Однако при этом возникает возможность добыть некоторые полезные материалы, такие как редкие металлы, золото, серебро и т. д., которые в большом количестве присутствуют в деталях летательных аппаратов [29].

Как уже было сказано выше, требования к процессам утилизации летательных аппаратов в основном сводятся к требованиям по утилизации материалов, из которых состоят их отдельные элементы.

На данный момент существуют следующие нормативно-технические документы, регулирующие вопросы утилизации различных отходов:

1) ГОСТ 30166-95. «Ресурсосбережение. Основные положения» [30];

2) ГОСТ 30167-95. «Ресурсосбережение. Порядок установления показателей в документации на продукцию» [31];

3) ГОСТ 30772-2001. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» [32];

4) ГОСТ 30773-2001. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов» [33];

5) ГОСТ 30774-2001. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования» [34];

6) ГОСТ 30775-2001. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения» [35];

7) Закон Украины «Про відходи» № 187/98 від 05.03.1998 р. [36];

8) Закон Украины «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції» № 1393-XIV від 14.01.2000 р. [37];

9) ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99). «Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» (введений в дію від 2001-01-01 на зміну ДСТУ 2195-93 (ГОСТ 17.0.0.05-93) [38];

10) ДСТУ 3052-95. «Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження в документації на продукцію» [39];

11) ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99). «Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій» [40];

12) ДСТУ 3911-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99). «Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги» [41];

13) ДСТУ 4462.0.01:2005. «Охорона природи. Поводження з відходами. Терміни та визначення понять» [42];

14) ДСТУ 4462.0.02:2005. «Охорона природи. Комплекс стандартів у сфері поведження з відходами» [43];

15) ДСанПіН 2.2.7. 029-99. «Гігієнічні вимоги щодо поведження з промисловими відходами та визначення їх класу безпеки для здоров'я населення» [44];

16) ДСТУ 2731-94. «Сировина полімерна вторинна. Порядок збирання, зберігання та перероблення відходів» [45].

ДК 005-96. «Класифікатор отходов» [46] выделяет отходам авиакосмической отрасли 1 позицию — 3530.1.0.08 «Заготовки из других авиационных металлических материалов (волокнистых материалов, дисперсно-упрочненных материалов, керметов, биметаллов, тугоплавких металлов и т. д.) испорченные, загрязненные или неидентифицированные, которые не могут быть использованы по назначению».

Однако данные нормативные документы практически не выделяют отдельно утилизацию элементов летательных аппаратов. В них описываются общие вопросы обращения с отходами, в частности, и утилизация.

**3.2.1. Утилизация элементов летательных аппаратов из титановых сплавов.** Как показал анализ источников, требования к отходам титана и его сплавов устанавливаются ДСТУ 3211:2009/ГОСТ 1639-2009. «Лом и отходы цветных металлов и сплавов» [47]. Данный нормативный документ регламентирует основные характеристики и показатели, которыми характеризуются отходы титана и его сплавов. Однако вопросы, касающиеся утилизации данных сплавов, в данном документе не затронуты.

Отдельных нормативных документов, регламентирующих процесс утилизации изделий из титановых сплавов, применяемых непосредственно в авиакосмической отрасли, не найдено, что говорит о том, что данные изделия утилизируются как обычные изделия их титана и его сплавов. Отдельные работы [48] показывают, что переработкой титановых отходов рационально заниматься, например, для получения вторичных титановых сплавов.

**3.2.2. Утилизация элементов летательных аппаратов из алюминиевых сплавов.** Как показал анализ источников, требования к отходам алюминия и его сплавов устанавливаются ДСТУ 3211:2009/ГОСТ 1639-2009. «Лом и отходы цветных металлов и сплавов» [47]. Данный нормативный документ регламентирует основные характеристики и показатели, которыми характеризуются отходы алюминия и его сплавов.

Так, в данном ДСТУ/ГОСТ существуют требования, которые предъявляются к лому самолетному листовому из деформируемых сплавов, которые составляют большой процент в конструкции самолета.

Отдельных нормативных документов, регламентирующих процесс утилизации изделий из алюминиевых сплавов, применяемых непосредственно в авиакосмической отрасли, не найдено, что говорит о том, что данные изделия утилизируются как обычные изделия из алюминия и его сплавов.

**3.2.3. Утилизация элементов летательных аппаратов из различных других сплавов.** Анализируя ДСТУ 3211:2009/ГОСТ 1639-2009. «Лом и отходы цветных металлов и сплавов» [47], можно сделать вывод, что требования предъявляются и к другим материалам и сплавам, которые входят в состав деталей летательных аппаратов.

Так, существуют требования к отходам магния и его сплавов (что применимо, например, для колес самолетов), цинка (различные детали). Однако анализ литературных источников показал, что конкретных требований для деталей, применяемых в авиаракетостроении, очень мало и они разбросаны по различным нормативным документам.

Также некоторые вопросы по требованиям, предъявляемым к отходам авиакосмической отрасли, можно найти в ДСТУ 4121-2002. «Металлы черные вторичные. Общие технические условия», где предъявляются общие требования к различным видам металлолома» [49].

Таким образом, при переработке (утилизации) элементов летательных аппаратов из сплавов различных металлов их рассматривают как отдельные элементы или смесь элементов, к которым предъявляются требования как к обычным отходам других производств и отраслей.

**3.2.4. Утилизация элементов летательных аппаратов из композитных материалов.** Утилизация деталей из композитов имеет ряд особенностей по сравнению с утилизацией металлических деталей и к ней предъявляются более жесткие требования. Утилизовать композиционные материалы обычными методами не представляется возможным, т. к. они состоят из материалов,

которые, например, при обычном сжигании выделяют вредные вещества (диоксины, фураны) [50].

На данный момент утилизация (переработка) деталей из композитов осуществляется различными методами и технологиями, о чем было сказано выше.

Существует большое количество литературных источников, которые описывают различные процессы утилизации элементов летательных аппаратов, изготовленных из композиционных материалов. Однако их анализ, в частности, [1, 25–27, 51–59] показал, что, несмотря на тот факт, что большинство процессов в авиакосмической отрасли являются регламентированными, вопросы утилизации элементов летательных аппаратов, изготовленных из композиционных материалов, практически не регламентированы. В работе [60] говорится о том, что необходимо разрабатывать и актуализировать нормативную документацию касательно композиционных материалов. Так, например, в РФ готовится комплексный стандарт по процессам утилизации и переработки полимерных композитов и изделий из них, который будет введен в действие в 2016–2017 г.г. [61].

#### 4. Выводы

Анализ литературных источников, касающихся нормативно-технической базы утилизации элементов ЛА, позволяет сделать выводы о том, что на данный момент утилизация элементов летательных аппаратов рассматривается как составная часть процессов утилизации, практически не выделяясь отдельно. Нормативно-техническая база в основном определена для утилизации металлических соединений и зачастую предъявляются лишь требования к качеству утилизируемой продукции, а не к качеству продукции, полученной в результате утилизации. Существующие требования к качеству полученной продукции практически не сведены в нормативно-техническую базу, рассматриваясь отдельно для каждого технологического процесса и имея существенные отличия в различных литературных источниках, а нормативно-техническая база по утилизации элементов ЛА, состоящих из композитов, на данный момент практически отсутствует.

Таким образом, вопрос создания нормативно-технической базы по утилизации элементов летательных аппаратов (в особенности состоящих из композитов), а также по обеспечению качества полученной продукции, на данный момент является актуальным.

#### Литература

1. Планковский, С. И. Современные методы утилизации полимерных композиционных материалов [Текст] / С. И. Планковский, В. О. Гарин, Е. В. Цегельник // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. — 2011. — Вып. 51. — С. 186–193.
2. ГОСТ 6282-88. Ножницы листовые кривошипные с наклонным ножом. Параметры и размеры. Нормы точности [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1997. — 10 с.
3. ГОСТ 11647-75. Пресс-ножницы комбинированные и ножницы комбинированные. Нормы точности [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1999. — 7 с.
4. ГОСТ 12.3.028-82 ССБТ. Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 15 с.
5. ДСТУ ГОСТ 21963:2003 (ИСО 603-15-99, ИСО 603-16-99). Круги відрізи. Технічні умови [Текст]. — К.: Держспоживстандарт України, 2004. — 36 с.
6. НПАОП 28.51-7.28-84. ОСТ 1.42198-84. Электроэрозионная обработка металлов. Общие требования безопасности [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2007. — 15 с.
7. ГОСТ 20551-93. Станки электроэрозионные вырезные. Основные размеры. Нормы точности [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1985. — 15 с.
8. ГОСТ 25331-82. Обработка электроэрозионная. Термины и определения [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1982. — 12 с.
9. ГОСТ 50664-94. Аппараты ультразвуковые технологические. Рабочие частоты [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 7 с.
10. ГОСТ 10594-80. Оборудование для дуговой, контактной, ультразвуковой сварки и для плазменной обработки. Ряды параметров [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1980. — 3 с.
11. ГОСТ 12221-79. Аппаратура для плазменно-дуговой резки металлов. Типы и основные параметры [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1990. — 6 с.
12. ГОСТ 36-136-86. Конструкции строительные. Термическая резка. Общие требования [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 23 с.
13. ТУ 15-739.004-76. Механизированная воздушно-плазменная резка черных металлов толщиной до 130 мм, алюминия и его сплавов толщиной до 160 мм и меди и ее сплавов толщиной до 100 мм [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 23 с.
14. ТУ 16-739.119-77. Автоматическая воздушно-плазменная резка черных металлов и алюминия толщиной до 100 мм, меди толщиной до 60 мм, полуавтоматическая воздушно-плазменная резка черных металлов и алюминия толщиной до 80 мм и меди толщиной до 60 мм, а также механическая обработка изделий из труднообрабатываемых сплавов [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 23 с.
15. ТУ 16-739.042-76. Ручная воздушно-плазменная резка углеродистых и нержавеющей сталей толщиной до 40 мм, алюминия толщиной до 30 мм и меди толщиной до 20 мм [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 23 с.
16. ГОСТ 14792-80. Детали и заготовки, вырезаемые кислородной и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 1994. — 7 с.
17. ГОСТ Р ИСО 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов [Текст]. — М.: Стандартинформ, 2011. — 15 с.
18. ISO 9013:2002. Резка тепловая. Классификация резцов, полученных тепловым способом. Геометрические характеристики изделий и допуски на характеристики [Текст]: каталог в 2-х частях // Стандарты Международной организации по стандартизации (ИСО). — М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2008. — 630 с.
19. Бодьян, Л. А. Продукт химической деструкции полиэтиленерефталата как комплексный реагент для извлечения органической массы угля [Текст] / Л. А. Бодьян, И. А. Варламова, Х. Я. Гиревая, Н. Л. Калугина, Н. Л. Медяник // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2. — С. 700.
20. Брукс, Д. Производство упаковки из ПЭТ [Текст] / Д. Брукс, Дж. Джайлз. — СПб.: Профессия, 2006. — 368 с.
21. Михеев, С. В. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике [Текст] / С. В. Михеев, Г. Б. Строганов, А. Г. Ромашин. — М.: Альтекс, 2002. — 276 с.
22. Посыпайко, В. И. Химические методы анализа [Текст]: учебное пособие для химико-технологических ВУЗов / В. И. Посыпайко, Н. Козырева, Ю. П. Логачева. — М.: Высшая школа, 1989. — 448 с.
23. Информационные материалы [Электронный ресурс] / Plazkat. — Режим доступа: \www/URL: http://www.plazkat.ru/informacionnye\_materialy/
24. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты газоочистки [Текст]: учеб. пос. / А. Г. Ветошкин. — Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. — 201 с.
25. ГОСТ Р 54533-2011. Ресурсосбережение обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов [Электронный ресурс]: Национальный стандарт РФ. — Режим доступа: \www/URL: http://docs.cntd.ru/document/gost-r-54533-2011?block=3
26. ISO 15270:2008. Plastics — Guidelines for the recovery and recycling of plastics waste [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:45089:en
27. Заякин, С. Вторичная переработка полимеров [Электронный ресурс] / С. Заякин // ООО «Технопласт». — Режим доступа: \www/URL: http://tehnoplast.ru/cgi-bin/t.pl?040224

28. Свищев, Г. П. Авиация: Энциклопедия [Текст] / под ред. Г. П. Свищева. — М.: Большая Российская Энциклопедия, 1994. — 736 с.
29. Утилизация самолетов [Электронный ресурс] / Avia.Pro. — Режим доступа: \www/URL: <http://avia.pro/blog/utilizaciya-samoletov>
30. ГОСТ 30166-95. Ресурсосбережение. Основные положения [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2000. — 8 с.
31. ГОСТ 30167-95. Ресурсосбережение. Порядок установления показателей в документации на продукцию [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2001. — 19 с.
32. ГОСТ 30772-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2008. — 20 с.
33. ГОСТ 30773-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 16 с.
34. ГОСТ 30774-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 26 с.
35. ГОСТ 30775-2001. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения [Текст]. — М.: Изд-во стандартов, 2002. — 34 с.
36. Про відходи [Текст]: Закон України № 187/98 від 05.03.1998 р. // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 1998. — № 36–37. — ст. 242.
37. Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції [Текст]: Закон України № 1393-XIV від 14.01.2000 р. // Відомості Верховної Ради України (ВВР). — 2000. — № 12. — ст. 95.
38. ДСТУ 2195-99 (ГОСТ 17.9.0.2-99). Охорона природи. Поводження з відходами. Технічний паспорт відходу. Склад, вміст, виклад і правила внесення змін» (введений в дію від 2001-01-01 на зміну ДСТУ 2195-93 (ГОСТ 17.0.0.05-93) [Текст]. — К.: Держспоживстандарт України, 2000. — 20 с.
39. ДСТУ 3052-95. Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження в документації на продукцію [Текст]. — К.: Держстандарт України, 1996. — 31 с.
40. ДСТУ 3910-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99). Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2000. — 38 с.
41. ДСТУ 3911-99 (ГОСТ 17.9.0.1-99). Охорона природи. Поводження з відходами. Виявлення відходів і подання інформаційних даних про відходи. Загальні вимоги [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2000. — 21 с.
42. ДСТУ 4462.0.01:2005. Охорона природи. Поводження з відходами. Терміни та визначення понять [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2007. — 20 с.
43. ДСТУ 4462.0.02:2005. Охорона природи. Комплекс стандартів у сфері поводження з відходами [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2007. — 10 с.
44. ДСанПІН 2.2.7. 029-99. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення [Електронний ресурс] / Державна екологічна Інспекція України. — Режим доступу: \www/URL: <http://dei.gov.ua/menyu-4/2012-01-22-11-28-44/1298-sanpin-gigiyena.html>
45. ДСТУ 2731-94. Сировина полімерна вторинна. Порядок збирання, зберігання та перероблення відходів [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2007. — 30 с.
46. Класифікатор відходів ДК 005-96 [Електронний ресурс]: Державний класифікатор України; Наказ Держстандарту України від 29 лютого 1996 р. № 89. — Режим доступу: \www/URL: <http://tc.nusta.com.ua/dkpk/dgerela/225.htm>
47. ДСТУ 3211:2009/ГОСТ 1639-2009. Брухт та відходи кольорових металів та сплавів [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2011. — 76 с.
48. Иващенко, В. П. Научные аспекты утилизации некондиционных титановых отходов [Текст] / В. П. Иващенко, Ю. А. Курис, Г. А. Колобов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2011. — Т. 4, № 5(52). — С. 23–25. — Режим доступа: \www/URL: <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/1401/1299>
49. ДСТУ 4121-2002. Метали чорні вторинні. Загальні технічні умови [Текст]. — К.: Держстандарт України, 2003. — 33 с.
50. Макаренко, Д. Н. Вопросы утилизации элементов летательных аппаратов, изготовленных из композиционных материалов [Текст]: межд. науч.-техн. конф. / Д. Н. Макаренко, В. И. Калашникова // Проблемы создания и обеспечения жизненного цикла авиационной техники, 2013. — С. 124.
51. Williams, P. T. Carbon Fibres and Resin Chemicals [Text] / P. T. Williams. — The University of Leeds, 2011. — 21 p.
52. Guidelines for the Packaging and Delivery of Carbon Fibre Composite Waste to ELG CARBON FIBRE LTD [Electronic resource] / Recycled Carbon Fibre Ltd. — 2010. — Available at: \www/URL: <http://www.recycledcarbonfibre.com/>
53. Retech Inc., Plasma Centrifugal Furnace. Applications Analysis Report. Risk Reduction Engineering Laboratory [Text]. — Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, 1992. — 50 p.
54. Milled Carbon Ltd, Recycling solutions for cured and uncured carbon fibre composites [Electronic resource] / Aircraft Fleet Recycling Association. — September 2007. — Available at: \www/URL: <http://www.afrassociation.org/>
55. Pickering, S. J. Recycling technologies for thermo set composite materials — current status [Text] / S. J. Pickering // Composites Part A: Applied Science and Manufacturing. — 2006. — Vol. 37, № 8. — P. 1206–1215. doi:10.1016/j.compositesa.2005.05.030
56. Composites Recycling: Market Opportunity Analysis [Electronic resource] / Adherent Technologies, Inc. — 2010. — Available at: \www/URL: <http://www.adherent-tech.com/>
57. Установка для пиролиза отходов композиционных материалов [Электронный ресурс]: Патент RU № 2208203 / Соколовский М. И., Каримов В. З., Щербаков Ю. Н., Саков Ю. Л., Вайсман Я. И. — Режим доступа: \www/URL: <http://www.findpatent.ru/patent/220/2208203.html>
58. Oprışan, G. Application of modern polymeric composite materials in industrial construction [Text] / G. Oprışan, N. Tăranu, V. Munteanu, I. Ențuc // Buletinul institutului politehnic din Iași Publicat de Universitatea Tehnică «Gheorghe Asachi» din Iași Tomul. — 2010. — Tom. LVI (LX), Fasc. 3. — P. 121–130.
59. Yang, Y. Recycling of composite materials [Text] / Y. Yang, R. Boom, B. Irion, D.-J. van Heerden, P. Kuiper, H. de Wit // Chemical Engineering and Processing: Process Intensification. — 2012. — Vol. 51. — P. 53–68. doi:10.1016/j.ccep.2011.09.007
60. Забулонов, Д. Ю. Качество изделий из композиционных материалов [Текст] / Д. Ю. Забулонов // Композитный мир. Спецвыпуск «Авиация и космос». — 2011. — С. 28–32. — Режим доступа: \www/URL: [http://uncm.ru/files/uploaded/Pressa\\_o\\_nas/Composite\\_World\\_AVIA\\_2011.pdf](http://uncm.ru/files/uploaded/Pressa_o_nas/Composite_World_AVIA_2011.pdf)
61. Об утверждении отраслевой программы внедрения композиционных материалов, конструкций и изделий из них в строительном комплексе Российской Федерации [Электронный ресурс]: Приказ от 24 июля 2013 года N 306. — Режим доступа: \www/URL: <http://docs.cntd.ru/document/499043290>

#### УТИЛІЗАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ: АНАЛІЗ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ

У статті розглянута і проаналізована існуюча нормативно-технічна база з питань утилізації літальних апаратів. Розглянуто питання як безпосередньо нормативно-технічної бази процесів утилізації, так і нормативно-технічної бази по утилізованим матеріалами, а також проаналізована сфера вимог до якості продукції, отриманої в результаті утилізації.

**Ключові слова:** утилізація, стандарти, композиційний матеріал, титанові сплави, алюмінієві сплави, якість, нормативно-технічна база, аерокосмічна техніка.

*Макаренко Дмитро Миколайович, асистент, кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури, Національний аерокосмічний університет ім. М. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна, e-mail: makaronesi@ukr.net.*

*Макаренко Дмитрій Николаевич, асистент, кафедра автомобілів та транспортної інфраструктури, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна.*

*Makarenko Dmytro, Zhukovsky National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Ukraine, e-mail: makaronesi@ukr.net*