

6. Девянин, С.Н., Щукина, В.Н. Использование режима холостого хода двигателя для его технической диагностики/ С.Н. Девянин, В.Н. Щукина/ Доклады ТСХА: Сборник статей. Вып. 288, Ч. II. М: Издательство РГАУ-МСХА, 2016. - 564 с.

УДК 669.054.8

## **УТИЛИЗАЦИЯ КАК МЕТОД УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН**

*Серов Никита Вячеславович, доцент кафедры сопротивления материалов и детали машин ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.serov@rgau-msha.ru*

*Серов Антон Вячеславович, доцент кафедры технологии обработки материалов ФГБОУ ВО МГТУ имени Н. Э. Баумана, av\_serov@vk.com*

***Аннотация:** В работе проведён анализ опыта утилизации отходов, получаемых в ходе строительных, металлургических и машиностроительных производств. Приведена классификация отходов и показаны перспективные и классические методы утилизации металлических отходов, а также рассмотрена возможность применения отходов для упрочнения деталей машин.*

***Ключевые слова:** отходы, утилизация металлических отходов, диспергирование, вторичные материалы, ресурсосбережение, экологичность.*

В сложившихся на сегодняшний день реалиях все больше поднимается вопрос повышения экологичности работы предприятий, задействованных в машиностроении, металлургии и строительстве. Также на фоне роста стоимости ресурсов, применяемых в производствах высокую актуальность, приобретают технологии рециклинга, то есть технологии, позволяющие повторное использования получаемых отходов.

Поэтому все большее значение приобретают технологии, позволяющие производить упрочнение и восстановление деталей и рабочих органов машин и оборудования с применением вторичного использования ресурсов. Одним из направлений применения технологий рециклинга является получение функциональных покрытий [1-2] из отходов различных производств [3].

Целью данного исследования является поиск и анализ путей снижения уровня образования и утилизации отработавших веществ в машиностроении, а также рассмотрение возможностей их использования при восстановлении и упрочнении деталей.

Для достижения цели рассмотрим классификацию по следующим признакам отходов, а именно их образование и дальнейшая возможность

использования повторно в различных видах производств представленную на рис. 1.



**Рис. 1 Классификация отходов по их признакам образования и возможности повторного использования**

Из представленной выше классификации наибольший интерес представляют отходы производств, разделенные на две группы – побочные и основные.

К основным отходам относят материалы, которые применяли для изготовления различной продукции, а к побочным относят жидкие в виде масел, СОЖ, растворы гальваники, твёрдые, такие как различные абразивы, получаемая в ходе изготовления зола и огнеупоры и др.), газообразные.

Отметим, что основными источниками производственных отходов являются металлургия, машиностроение и строительство.

При этом сановным методом утилизации металлических отходов, приведённых выше производств, является их диспергирование. Дробление — это измельчение до фракции ~ 5 мм, а более мелкое измельчение принято называть тонким.

Применяются следующие методы измельчения, истирание, раздавливание, удар. Также имеются другие не механические методы диспергирования. Так, например, новым методом измельчения является электрогидравлический, ТВЧ методы и другие.

При этом перспективным методом, набирающим популярность с возможностью измельчения широкого спектра токопроводящих металлов, является способ электроэрозионного диспергирования, отличающийся экологичностью и безопасностью [4-5].

Следующей операцией после измельчения является сортировка. Ее применяют для разделения полученных порошков от неметаллических включений и отделением цветных и черных металлов друг от друга. Сортировка осуществляется следующими методами, принятыми на сегодняшний день: магнитное разделения; седиментация; флотационное обогащение; центрифугирование; электрофорез; электроосмос; фильтрование.

После операций диспергирования и сортировки следует брикетирование различными методами.

Следующей операцией после брикетирования в основном применяются металлургические методы утилизации металлических отходов, прошедших через диспергирование, сортировку и брикетирование. Наиболее распространённым является скрап-процесс. Так же применяются технологии переплавки в доменных печах и набирает популярность переработки отходов в шахтных печах ОХУСУР которые представляют собой модификацию вагранки.

Все вышеприведенные процессы имеют большой недостаток в виде необходимости их переплавки. Расплавление металлов грязный процесс, сопровождаемый выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, кроме этого, он является крайне энергозатратным и требует приложения большого человеческого труда с высоким риском получения производственных травм [1-2].

Решением этой проблемы может быть применение новых технологий. Эти технологии должны позволять производить утилизацию минуя процесс переплавки, то есть нужно применять отходы, прошедшие через диспергирование и прессовку. Перспективным направлением является использование отходов для восстановления с упрочнением или упрочнение новых деталей на стадии их изготовления.

Для решения этой проблемы был предложен способ утилизации отходов электроконтактными методами. Конкретно можно использовать металлические отходы для получения функциональных покрытий электроконтактной приваркой. Данный способ позволяет проводить упрочняющие мероприятия с минимальными, практически отсутствующими потерями привариваемого материала, высокой безопасностью и экологичностью.

Так при электроконтактной приварке в качестве присадочных материалов можно использовать отработанные полотна, сломанные сверла, изношенные напильники, обломки, порошки и другие металлические отходы в их исходной форме без дополнительной их переработки.

Данные покрытия наносятся без их расплавления что обеспечивает низкую зону термического влияния. При этом покрытия наносятся как на тела вращения, так и на плоские детали. Процесс осуществляется за счет прохождения через материал покрытия и сыновы электрического тока, короткими импульсами [6-7].

Экспериментально установлено, что образцы, с функциональным покрытием, полученным электроконтактной приваркой ножовочных полотен, изготовленных из стали 11P3AM3Ф2 на основу сталь Ст3, имеют прочность  $\sigma_{\text{в}} = 329$  МПа, а образцы из стали Ст3 без покрытий -  $\sigma_{\text{в}} = 462$  МПа.

Твёрдость и микротвёрдость полученных покрытий из полотен 11P3AM3Ф2 приваренных на основу из стали Ст3 доходит до 64 HRC, а

среднее значение достигает 60,6 НРС, при этом микротвёрдость таких покрытий достигает 954 МПа.

Износостойкость полученных покрытий в 7,3 раза выше эталона из стали 45 и в 2 раза выше стали 65Г прошедшей через электроконтактное упрочнение.

Основываясь на проведенных исследованиях, была разработана технология, позволяющая упрочнять плоские поверхности рабочих органов сельхоз техники электроконтактной приваркой отходов из инструментальной стали. При этом эксплуатационные испытания показали повышение ресурса в 1,8...2,0 раза в сравнении с новыми серийно выпускаемыми рабочими органами.

#### **Выводы:**

1. Показано, что все получаемые отходы вне зависимости от их источника образования податся классификации по химическому составу, моменту их образования, а также возможности их использования в том же производстве.

2. Высокую важность развития имеют методы утилизации металлических отходов, позволяющих избежать процесса их дальнейшей переплавки сопровождаемый загрязнением окружающей среды и высокими затратами. К таким методам можно электроэрозионное диспергирование, лишённое этих недостатков, а получаемые порошки можно использовать в различных технологиях восстановления с упрочнением и упрочнения новых деталей в процессе производства.

3. Основываясь на проведенных исследованиях, была разработана технология проводить упрочнение плоских деталей с применением в качестве присадочного материала отработанных ножовочных полотен. Так функциональное износостойкое покрытие, полученное приваркой полотен из стали из стали 11P3AM3Ф2 позволяет повысить ресурс рабочих органов почвообрабатывающих машин в среднем в 1,7-2,1 раза в сравнении с новыми не упрочнёнными деталями.

#### **Список литературы**

1. Утилизация отходов машиностроения и металлургии при упрочнении и восстановлении деталей машин. Часть 1 / Р. А. Латыпов, А. В. Серов, Н. В. Серов, И. Ю. Игнаткин // Металлург. – 2021. – № 5. – С. 81-87. – DOI 10.52351/00260827\_2021\_05\_81. – EDN ACDWRG.

2. Technology of Hardening Plowshares by Electrocontact Welding Using Waste from Tool Production / R. Latypov, A. Serov, N. Serov, O. Chekha // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – Vol. 247. – P. 197-203. – DOI 10.1007/978-981-16-3844-2\_21. – EDN WTMMAS.

3. Серов, Н. В. Особенности некоторых методов упрочнения материалов / Н. В. Серов, В. М. Соколова // Доклады ТСХА, Москва, 06–08 декабря 2018 года. Том выпуск 291, часть 2. – Москва: Российский

государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2019. – С. 92-97. – EDN KHSKVY.

4. Бурак, П. И. Оборудование, металлические порошки и аморфные ленточные припои, используемые в промышленности / П. И. Бурак, А. В. Серов, Н. В. Серов // Сборник научных трудов молодых ученых, магистрантов и студентов / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина"; под ред. В. Т. Водяникова, В. В. Стрельцова. – Москва: Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2010. – С. 184-187. – EDN YNAUXP.

5. Критерий возможности использования компактных материалов для получения функциональных покрытий электроконтактной приваркой на цилиндрические поверхности / А. В. Серов, П. И. Бурак, Р. А. Латыпов, Н. В. Серов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2018. – № 1(83). – С. 52-58. – DOI 10.26897/1728-7936-2018-1-52-58. – EDN YPMTTC.

6. Методика назначения оптимальных режимов электроконтактной приварки / А. В. Серов, Н. В. Серов, П. И. Бурак, В. М. Соколова // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2019. – № 6(94). – С. 35-39. – DOI 10.34677/1728-7936-2019-6-35-39. – EDN ZBWHAZ.

7. Патент № 2605259 С2 Российская Федерация, МПК В23Р 6/00, А01В 15/04. Способ восстановления и упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин: № 2015113931/02: заявл. 15.04.2015: опубл. 20.12.2016 / Н. В. Серов, А. В. Серов, П. И. Бурак; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева" (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева). – EDN WOUERV.

УДК 62-278

**СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ДИАФРГАМ МЕМБРАННО-ПОРШНЕВОГО НАСОСА, ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВОГО КОМПАУНДА**

*Свиридов Алексей Сергеевич, младший научный сотрудник лаборатории №12.3 ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», sviridov.vim@ya.ru*