

ПЕРЕРАБОТКА ЛОМА ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ ПОСРЕДСТВОМ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ СМЕСЕЙ

© 2014

Л. Н. Козина, старший преподаватель кафедры
«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

В. В. Перерва, магистрант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Д. О. Бухонов, магистрант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Е. С. Журилкина, магистрант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Аннотация. В настоящее время существует проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, и особый вклад в это вносят «кладбища техники». Но есть способ утилизации техники – это резка при помощи экзотермических смесей.

Ключевые слова: «кладбища техники», переработка, тяжелые металлы, экзотермическая смесь, загрязнение окружающей среды, термитная резка.

Цель – снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду путем уменьшения объема лома черных металлов посредством утилизации с помощью экзотермических смесей.

В настоящее время существует проблема загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами, и особый вклад в это вносят «кладбища техники» – территории, на которых брошенная техника ожидает переработки уже несколько десятков лет. Длительность нахождения некоторых экземпляров на свалке отсчитывается с двадцатых годов прошлого века, причем пополнение кладбищ техники происходит и до сегодняшнего дня, следовательно, выделение в окружающую среду тяжелых металлов происходит постоянно.

Свалок крупногабаритной техники, пришедшей в негодность или потерявшей свои потребительские свойства, достаточно большое количество, и эти свалки с каждым годом занимают все больше места на нашей планете.

Большую часть объектов свалок составляют корабли и подводные лодки, когда-то принадлежавшие военно-морскому флоту. Кто отвечает за суда-утопленники, российское законодательство однозначно ответить не может. Капитаны за корабли не отвечают, а судовладельцы скрываются и объявляют себя банкротами, ведь штрафы сопоставимы со стоимостью судна.

В таблице 1 приведены примеры наиболее известных в России «кладбищ техники», а также занимаемые ими площади.

Таблица 1 – Масштабы свалок крупногабаритной техники

Название	Местонахождение	Занимаемая площадь, м ²
1	2	3
Кладбище кораблей	Авачинская бухта, Камчатская область	≈ 26 250,12
	Бухта Труда, акватория Владивостока	≈ 19 706,96
	Акватория Кольского залива, Мурманская область	≈ 13 906,45
	Керченский пролив, акватория Черного и Азовского морей	≈ 63 64,54
Кладбище подводных лодок	Бухта «Незаметная», Мурманская область	≈ 5 280,66
Кладбище вагонов	База запаса ОАО «РЖД», Московская область, рядом с Домодедово	≈ 3 912,45
Σ		75 421,18

И это лишь малая часть того, что известно общественности.

Свалки лома черных металлов пагубно влияют на экологию и здоровье человека.

Загрязнение морской среды различными токсическими веществами антропогенного происхождения приводит к существенным нарушениям физико-химического состава природных вод, оказывает отрицательное воздействие на морские организмы и морские экосистемы в целом [1, 2].

Существуют доказательства наличия серьезных поражений у организмов, содержащих вы-

сокие концентрации металлов. Это – патология кровяной плазмы у рыб, поражение жаберной мембраны, гистопатология тканей. Кроме того, присутствие в воде высоких концентраций меди и цинка снижает резистентность у рыб, вызывая эпидемические заболевания. Некоторые токсичные металлы производят прямое действие на хромосомы, вызывая генетические повреждения гидробионтов [1, 5].

На рисунке 1 приведены результаты исследования загрязнения вод Кольского залива Баренцева моря тяжелыми металлами. Воды Кольского залива загрязнены ртутью, свинцом, железом, никелем, марганцем, медью [1].

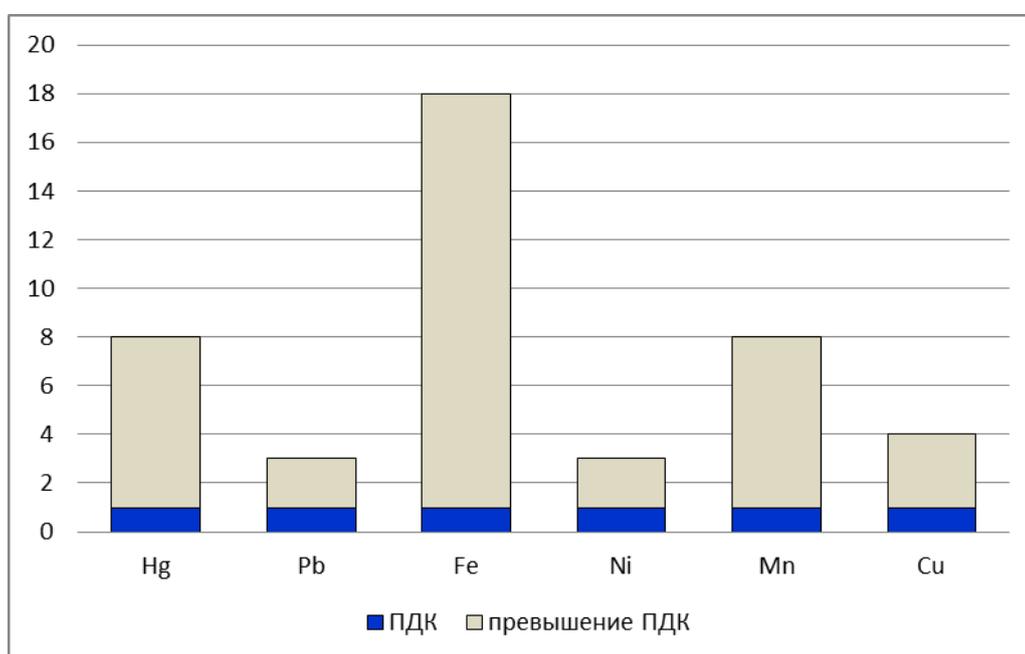


Рисунок 1 – Соотношение норм ПДК тяжелых металлов к превышаемым значениям

Концентрации ряда тяжелых металлов в водах залива были выше предельно допустимых концентраций прибрежных вод морей рыбохозяйственного значения. Максимальные значения были на уровне: ртути – 7 ПДК, свинца – 2 ПДК, железа – 17 ПДК, никеля – 2 ПДК, марганца – 7 ПДК, меди – 3 ПДК [1].

Кроме того, загрязнение Кольского залива Баренцева моря является серьезной экологической проблемой, т. к. из-за низкой температуры процесс самоочищения в нем затруднен [1, 3].

Нашему организму тоже отнюдь не безразлично количественное содержание микроэлементов, т. к. в зависимости от концентрации вещество может быть и полезным и вредным. Тяжелые металлы непосредственно влияют на

организм человека, изменяя его функции и свойства [4].

Тяжелые металлы, попадая в наш организм, остаются там навсегда, вывести их можно только с помощью белков молока и белых грибов. Достигая определенной концентрации в организме, они начинают свое губительное воздействие – вызывают отравления, мутации. Кроме того, что сами они отравляют организм человека, они еще и чисто механически засоряют его – ионы тяжелых металлов оседают на стенках тончайших систем организма и засоряют почечные каналы, каналы печени, таким образом, снижая фильтрационную способность этих органов [5, 6].

Соответственно, это приводит к накоплению токсинов и продуктов жизнедеятельности клеток нашего организма, т. е. самоотравление организма, т. к. именно печень отвечает за переработку ядовитых веществ, попадающих в наш организм, и продуктов жизнедеятельности организма, а почки – за их выведение наружу.

Тяжелые металлы являются протоплазматическими ядами, токсичность которых возрастает по мере увеличения атомной массы.

Таким образом, при злоупотреблении любым из вышеперечисленных веществ может развиться либо болезнь, либо произойдет мутация, поэтому следует беречь себя и соблюдать все положенные нормы по употреблению того или иного элемента [29].

Согласно известным технологиям изделие необходимо разделить на части для последующей переплавки. Большую проблему составляет переработка крупногабаритной техники, например, судов и подводных лодок. Причиной этого является несовершенство технологий.

У брошенной техники толщина металла колеблется от 30 до 368 мм. Поэтому были проанализированы механические и тепловые технологии переработки лома черных металлов толщиной более 30 мм.

Среди известных технологий механической резки металлов являются гидравлические ножницы, устанавливаемые на стрелу экскаватора, и угловая шлифовальная машина, которая является общедоступным инструментом. Каждая из этих технологий может работать в полевых условиях, что является их преимуществом.

Среди известных технологий тепловой резки металлов чаще всего используют газокислородный резак, преимуществом которого является его универсальность и удобство в обращении. Но также есть и еще один способ, который еще ранее не использовался для резки крупногабаритной техники – это резка при помощи экзотермических смесей, которая, по литературным данным, никогда ранее не применялась для резки крупногабаритной техники. Сырьем для экзотермической реакции служат отходы металлургического производства, как правило – это железная окалина и дешевые порошки вторичного алюминия.

В настоящее время это малоизученный способ. Во время экзотермической реакции разбивается температура до 3 000 °С, способная

прожечь любую толщину обшивки судна за несколько секунд.

Стандартная экзотермическая реакция протекает с большим выделением тепла и выглядит следующим образом [7]:



Me_1 – металл, стоящий левее в ряду напряжений химических элементов;

Me_2 – металл, стоящий правее в ряду напряжений химических элементов;

Q – теплота реакции [7; 8].

Элементарная термитная смесь – железная окалина плюс алюминиевый порошок в стехиометрическом соотношении.

Чтобы осуществить термохимическую реакцию между восстановителем и окислителем, необходимо наличие определенных условий, как то: химическая чистота компонентов термитной шихты, соответствующего измельчения их, определенное соотношение составляющих термита в шихте, доведение термитной смеси до температуры начала реакции [7, 8].

В составе железоалюминиевого термита восстановителем является алюминий в порошкообразном состоянии, а окислителем – порошок железной окислы. Химическая чистота восстановителя и окислителя необходима для обеспечения определенной активности и теплотворной способности термита [7, 8].

Большое влияние на ход реакции оказывает измельчение составляющих термитной шихты. Более крупные компоненты используются в реакциях с большими порциями шихты. Для небольших порций термита применяют более измельченные порошки [7].

Кроме определенной химической чистоты и измельчения составляющих термита, в термитной шихте необходимо создать правильные соотношения компонентов [7, 8]. Наиболее оптимальный состав термитной шихты – это 30 % алюминия и 70 % железной окислы. Если процентное соотношение алюминия будет выше 30 %, то при протекании реакции будет наблюдаться пироэффект – световая вспышка, сопровождающаяся выделением дыма. Если же процентное соотношение алюминия будет меньше 30 % – будет снижаться теплотворная способность реакции.

Чтобы осуществлялась реакция между алюминием и железной окалиной, термитная шихта должна быть нагрета до температуры воспламенения, которая для железо-алюминиевого термита при химической чистоте компонентов и измельчении, а также правильно выбранном соотношении составляющих достигает 1340–1360 °С [7, 8].

При разработке технологии переработки лома черных металлов посредством экзотермических смесей был проведен патентный поиск существующих технологий, используемых для термитной резки.

Выбраны два аналога:

1. Экзотермический стержень-резак (патент РФ № 2206437), который предназначен для резки металлов и неметаллов в полевых и экстремальных условиях (в соответствии с рисунком 2).

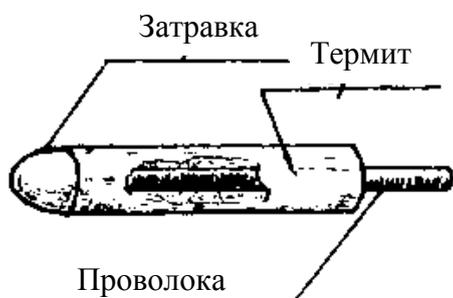


Рисунок 2 – Экзотермический стержень-резак

Стержень-резак предназначен для резки металлов и неметаллов в полевых и экстремальных условиях без применения газа, электроэнергии и специального оборудования. Запальная часть стержня состоит из смеси порошка магния, хлората калия и связующего. Режущая часть включает порошок алюминия, хлората калия и связующее. Ручка изготовлена из смеси кварцевого песка и связующего [9].

2. Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами (патент РФ № 2477208), используемое для наплавки металла на детали с поверхностными дефектами (в соответствии с рисунком 3).

Изобретение может быть использовано для ремонта деталей, имеющих открытые поверхностные дефекты типа раковин, трещин, прогаров. Сущность изобретения заключается в том, что предлагаемое устройство содержит ограждение, выполненное из термостойкого материала в виде цилиндра с поперечным сечением в форме эллипса, описывающего контур де-

фекта на поверхности изделия. Ограждение снабжено крышкой с центральным отверстием для поджигания экзотермической смеси. Пещерка ограждения заполнена экзотермической смесью со связующим. В отличие от прототипа в верхней части ограждения перед крышкой установлена перегородка из термостойкого материала, в центре которой выполнено отверстие. Кроме того, в перегородке выполнены несколько отверстий, которые расположены вокруг центрального отверстия. Диаметр всех отверстий в перегородке одинаков и равен диаметру отверстия в крышке [10].

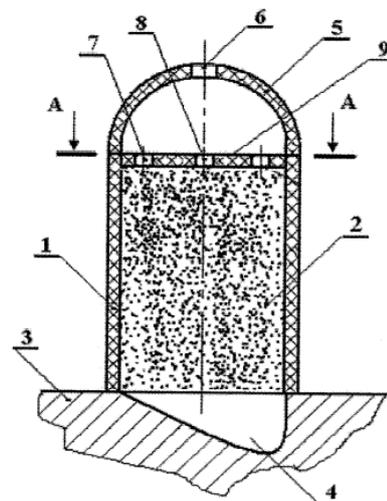


Рисунок 3 – Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами

Второй аналог обладает существенным плюсом – он стационарен, достаточно форму установить на поверхность, поджечь и реакция дальше будет происходить без участия рабочего. Однако данный способ предназначен для наплавки. Следовательно, требуется специальная дозировка термитной шихты, тепло во время реакции которой способно проплавить разрезаемую поверхность.

Поэтому в разработке устройства для термитной резки именно второй аналог выбран за прототип.

Было решено остановиться именно на стационарной форме, как у прототипа, но переделать уже данную известную форму для осуществления резки.

Предлагаемую форму рекомендовано изготовить из керамического материала в форме полутрубки с зауженной частью с внутренней стороны для меньшей площади резки (в соответствии с рисунком 4).

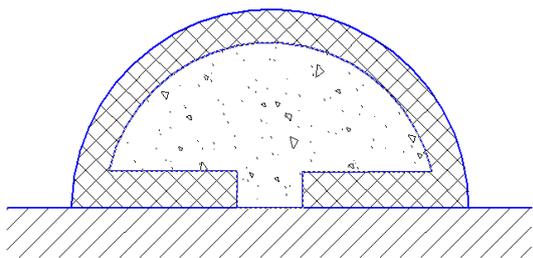


Рисунок 4 – Устройство для термитной резки

Форму заполняют экзотермической смесью. Для предотвращения высыпания смеси форму заклеивают с торцов и с основания, например картоном. Или применяют связующее вещество для компонентов смеси. Форму уста-

навливают на разрезаемую поверхность, поджигают сбоку и после реакции удаляют.

Резка происходит как за счет теплотворной способности экзотермической смеси, так и за счет давления перегретых во время реакции газов. Перегретые газы устремляются вверх и, не найдя выхода, сталкиваясь с оболочкой формы, устремляются вниз, оказывая давление на разрезаемую поверхность

Данная форма может быть использована для резки металлов с большой толщиной, а именно для резки крупногабаритной техники, такой, как старое судно или подводная лодка.

Переработка свалок лома черных металлов, а именно утилизация старого судна будет состоять из следующих этапов, которые представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Последовательность операций переработки старого судна

Разметка разрезаемой поверхности. Данный этап содержит в себе разметку корабля, то есть нанесение на корабль линий и меток, по которым будет в дальнейшем накладываться форма с термитной шихтой.

Изготовление форм с шихтой. Для приготовления термитной шихты будут использоваться отходы металлургического производства – железная окалина и алюминиевая стружка. Брать нужно эти компоненты в стехиометрическом соотношении 30:70 для повышения эффек-

тивности экзотермической реакции. Ингредиенты нужно измельчить при необходимости и тщательно перемешать. Далее подготовить керамическую емкость и засыпать внутрь приготовленную ранее термитную смесь.

Установка формы на разрезаемую поверхность. Форму, заполненную термитной шихтой, нужно установить на разрезаемую поверхность. Если у поверхности, на которую нужно установить форму с шихтой имеет угол наклона более 30° , то для удержания формы на

такой поверхности следует использовать бетонит – раствор, который следует нанести на емкость снизу, для того, чтобы при поджигании термита емкость не соскользнула с разрезаемой поверхности.

Поджиг термита. Для поджига термита будут использоваться термитные спички. Термитные спички во избежание ожога рук должны быть закреплены в специальной державке, на отрезке стальной проволоки или в плоскогубцах. После введения спички в термитную смесь работающий должен отойти от формы на расстояние не менее 1,5 м. Если термит не воспламенился, то повторно зажигать его нужно с большой осторожностью, не ранее чем через 5 минут.

Удаление формы. После того, как прошла термитная реакция, нужно подождать в течение 5 минут, пока форма не остынет, после чего снять ее и повторить все этапы сначала.

Сбор разрезанных кусков металла. Сбор металла будет производиться спецтехникой, на которой установлен многочелюстный грейфер.

Отправка разрезанного металла на переплавку. Данный этап подразумевает вывоз разрезанных кусков металла на предприятия, занимающиеся переплавкой металлолома.

Достоинства:

1. Главным достоинством данной технологии является утилизация отходов металлургических производств, а именно – железной окалины и алюминиевой стружки. При этом в термитной шихте можно использовать также и замасленную окалину.

2. Экзотермическая резка работает без применения газа, электроэнергии и специального оборудования, что делает ее универсальным методом, так как данный метод можно использовать в полевых и экстремальных условиях.

3. Термитную смесь удобно хранить и транспортировать.

4. Экзотермическая реакция при любом объеме смеси протекает за 20–30 секунд.

Недостатки:

1. Единственным недостатком данной технологии являются подготовительные операции, которые примерно будут занимать от 30 до 60 минут.

Термитные смеси развивают при горении очень высокую температуру, поэтому неосторожное обращение с ними может привести к тяжелым ожогам. Все работы, связанные с производством термитных смесей и их применением, должны производиться в соответствии с действующими Правилами, утвержденными Президиумом ЦК профсоюзов и согласованными с главным санитарным врачом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудасов В. И. Характеристика загрязнения тяжелыми металлами вод Кольского залива по данным исследованиям 2001–2004 гг. Вестник МГТУ, том 9, № 5. 2006. С. 833–838.

2. Савинова Т. Н. Химическое загрязнение северных морей. Апатиты, КНЦ РАН, ММБИ, 1990. 146 с.

3. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты. Коллектив авторов. Апатиты, КНЦ РАН. 1997. 265 с.

4. Влияние тяжелых металлов на организм.

http://knowledge.allbest.ru/ecology/2c0a65635b3bd78a5c53b88521306d27_0.html

5. Содержащиеся в воде ионы тяжелых металлов и их воздействие на организм человека. http://www.tdsmeter.ru/feed_22.html

6. Воздействие тяжелых металлов на организм человека.

<http://forum.xumuk.ru/index.php?showtopic=6813>

7. Малкин Б. В., Воробьев А. А. Термитная сварка. МинКомХоз РСФСР, 1963.

8. Нойман А., Рихтер Е. Сварка, пайка, склейка и резка пластмасс. Справочник, 1985.

9. Нофохацкий И. В. Экзотермический стержень-резак. Патент РФ № 2169065, от 13.02.1997, В23К23/00, В23К35/00.

10. Кувшинова Н. Н., Казаков Ю. В., Лапшин А. С. Устройство для ремонта деталей с открытыми поверхностными дефектами. Патент РФ № 2477208, от 07.04.2011, В23Р6/00, В23К23/00.

PROCESSING OF FERROUS SCRAP BY EXOTHERMIC MIXTURES

© 2014

L. N. Kozina, assistant professor of the chair
«Heat, ventilation, water supply and sanitation»
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
V. V. Pererva, master
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
D. O. Buhonov, master
Togliatti State University, Togliatti (Russia)
E. S. Zhurilkina, master
Togliatti State University, Togliatti (Russia)

Annotation. Currently, there is the problem of environmental pollution by heavy metals, and a special contribution to make this «graveyard of technology». But there is a way of recycling technology - is cutting by means of exothermic mixtures.

Keywords: «graveyard technology» processing, heavy metals, exothermic mixture, pollution, termites cutting.

УДК 621.791.3: 613.6

ВЛИЯНИЕ ПАЙКИ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

©2014

А. Ю. Краснопецев, кандидат технических наук, доцент кафедры
«Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)
С. А. Мальцев, магистрант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)
Е. А. Краснопецева, аспирант
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)
Л. Н. Козина, старший преподаватель кафедры
«Энергетические машины и системы управления»
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

Аннотация. В наше время пайка широко применяется при изготовлении и ремонте различных изделий, некоторые из них невозможно создать при помощи любых других процессов соединения, это такие изделия, как: теплообменные устройства авиационной промышленности, платы сотовых телефонов, ювелирные изделия. Пайка широко используется в машиностроении. Для такого широко применяемого процесса необходимо знать, где работника может подстерегать опасность. Данное знание поможет избежать несчастных случаев на производстве и уменьшит риск возникновения различных болезней.

Ключевые слова: бессвинцовые технологии, воздействие на организм человека, индукционная пайка, оловянная чума, пайка, припой, плавление, смачивание припоем, токсичные вещества.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. Пайка – это процесс образования неразъемного соединения с межзаточными связями путем нагрева соединяемых материалов ниже температуры их плавления, их смачивания припоем, затекания припоя в зазор и последующей

его кристаллизации [1].

В качестве припоев при пайке используются как чистые металлы, так и различные сплавы. Выбор припоя, используемого для выполнения конкретной задачи, зависит от состава и физико-химических свойств основного материала, а также от условий эксплуатации готового изделия.