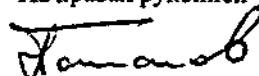


На правах рукописи



Потапов Владимир Викторович

Исследование, разработки и внедрение экологически чистой технологии переработки чугуниной стружки с целью получения брикетов, свободных от СОЖ и пригодных для выплавки чугуна высокого качества при производстве отливок в автомобильной промышленности

05.16.02

Металлургия черных, цветных и редких металлов

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва – 2009

Работа выполнена в Московском государственном вечернем металлургическом институте

Научный руководитель- лауреат премии Правительства РФ в области

науки и техники

доктор технических наук

профессор

Коростелев Алексей Борисович

Официальные оппоненты: лауреат премии Правительства РФ в области

науки и техники

доктор технических наук

профессор

Павлов Александр Васильевич

лауреат Государственной премии СССР

кандидат технических наук

профессор

Якушев Алексей Михайлович

Ведущая организация - АМО ЗИЛ

Защита состоится 17 декабря 2009г. в 14-00 на заседании диссертационного совета Д 212.127.01 при Московском государственном вечернем металлургическом институте по адресу: 111250, г. Москва, Лефортовский вал, 26

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного вечернего металлургического института.

Автореферат разослан « 12 » ноября 2009 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

кандидат технических наук доцент



Т.И.Башкирова

2010 A
2952

3

РОС. НАЦИОНАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА
С.-Петербург
03 20/2 кв 119

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

С 2000 года сложилась устойчивая тенденция увеличения потребления черных вторичных металлов в России.

В 2007 году общий сбор черных вторичных металлов вышел на уровень 32 млн. тонн, при этом в 2005 году 20 млн. тонн использовалось металлургическими предприятиями РФ, а по прогнозам в 2012 году потребность в черных вторичных металлов составит 37 млн. тонн. Прогнозируемый дефицит потребности черных вторичных металлов составит 13,5%.

В 2000-2005 годах основными видами черных вторичных металлов потребляемых отечественной промышленностью были 2А, 3А, 5А, 8А, 10А по ГОСТ 2787-75.

В настоящее время с целью удовлетворения своих потребностей Северсталь, ММК, НЛМК и другие металлургические заводы вынуждены создать собственные ломозаготовительные структуры по всей Европейской части России. Металлургические предприятия Уральского региона уже с 2005 года испытывают дефицит черных вторичных металлов. Введенные в 2007 году электрометаллургические мощности на Урале остались не загруженными.

Для производства автомобильного литья ОАО «ГАЗ» ежемесячно закупает 3 тысячи тонн чугунов и использует 8 тысяч тонн черных вторичных металлов вида 2А, 3А, 10А. Сторонним организациям ежемесячно продается 7 тыс. тонн черных вторичных металлов, не нашедших применение в металлургическом производстве. Для производства чугунов на ОАО «ГАЗ» используются ваграночные, индукционные и дуговые печи.

Одним из наиболее ценных видов черных вторичных металлов с точки зрения ресурсосбережения являются отходы механической обработки металлов, к которым относится, в частности, чугунная стружка, образующаяся на автомобилестроительных предприятиях в значительных объемах.

Наиболее целесообразным представляется использование чугунной

стружки в качестве шихты при выплавке чугуна. Металл стружки имеет заданный физико-химический состав и может полностью заменить дорогостоящий чугун, используемый на предприятиях в литейном производстве.

Образующаяся на предприятиях автомобилестроения металлическая стружка загрязнена остатками смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), что не даёт возможности её прямого использования в литейном производстве. Кроме того, доставка и загрузка стружки в плавильные агрегаты затруднена вследствие её сыпучего состояния. При погрузочно-разгрузочных операциях часть стружки теряется, попадая в окружающую среду и загрязняя её. При складировании стружки в больших объемах внутри куч происходят термические процессы. Стружка саморазогревается. При этом происходит окисление стружки. Все это сопровождается испарением СОЖ и загрязнением атмосферы. В течении месяца стружка спекается в куски оксидов FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , и гидроксидов $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ низкой плотности.

Таким образом, чугунная стружка является чрезвычайно ценным и одновременно экологически опасным черным вторичным металлом, требующим решения вопроса её рециклинга. Существующие методы переработки стружки экологически несовершенны, недостаточно эффективны и не дают возможности рационального возврата в производственный цикл.

В связи с этим разработка эффективной рациональной технологии переработки чугунной стружки, позволяющей исключить её экологическую опасность и одновременно повысить её потребительские свойства, является актуальной проблемой.

Автор выражает искреннюю благодарность за научную, практическую и консультативную помощь главному металлургу ОАО «ГАЗ», кандидату технических наук Колпакову А.А., управляющему металлургическим производством ОАО «ГАЗ» Долженкову В.Н., главному конструктору электротермического оборудования и печей ОАО «ГАЗ» Мишину А.Ф., главному механику ОАО «ГАЗ» Леоньеву А.Г., начальнику департамента экологии РусПромАвто, доктору технических наук Цымбалову С.Д.

Исследования проводились на базе лаборатории главного металлурга ОАО « ГАЗ» и экологического мониторинга ОАО«ГАЗ» (Аттестат аккредитации РОСС RU.401.513.996 от 11.06.03)

Цель и задачи исследований

Целью диссертационной работы являлось получение брикетов низкой себестоимости, способных заменить чугуны и пригодных для выплавки чугуна высокого качества при производстве отливок автомобильной промышленности путем исследования, разработки и внедрения экологически чистой технологии переработки чугунолитейной стружки, с высоким содержанием СОЖ.

Для достижения цели в работе были поставлены и решены следующие основные задачи:

- проведен анализ и систематизация теоретических, экспериментальных и производственных данных по переработке черных вторичных металлов автомобилестроительных производств;
- изучен состав и свойства черных вторичных металлов, образующихся на автомобилестроительных предприятиях;
- обоснована возможность и целесообразность обезвреживания и переработки чугунолитейной стружки методом «горячего» брикетирования;
- изучены параметры процессов отстаивания, брикетирования и термической обработки чугунолитейной стружки с высоким содержанием СОЖ;
- разработаны составы шихты с использованием брикетов взамен чугунов для получения чугуна высокого качества при ваграночной, индукционной и дуговых плавках.
- разработан технологический регламент и проект линии по переработке чугунолитейной стружки, загрязненной СОЖ, на ОАО «ГАЗ».

Научная новизна работы заключается в следующем:

- исследована степень поглощения различных компонентов СОЖ чугунолитейной стружкой; установлен эффект концентрирования нефтепродуктов из СОЖ в стружке при её отстаивании и отжиме;
- изучены процессы отстаивания и отжима чугунолитейной стружки от СОЖ;

получены графо-аналитические зависимости параметров процессов; произведено многофакторное планирование эксперимента по отжиму и термической обработке чугунной стружки; получены математические модели процессов;

– разработаны научно-обоснованные обобщенные рекомендации по переработки чугунной стружки на основе технологии «горячего» брикетирования;

– разработана комплексная экологически безопасная технология переработки чугунной стружки, с высоким содержанием СОЖ.

Практическое значение работы

В результате исследований установлена целесообразность обезвреживания и переработки ОСОЖ-содержащих черных вторичных металлов методом «горячего» брикетирования. Разработанная экологически безопасная промышленная технология позволяет перерабатывать чугунную стружку в металлические брикеты, заменяющие чугун при производстве автомобильных отливок. Вовлечение чугунной стружки в производственный цикл позволяет снизить потребность литейного производства в чугунах до 100%. При этом снижается расход ферросилиция и ферромарганца, увеличивается на 1,2% выход годного литья, снижается процент брака. Полученные отливки соответствуют ГОСТ 1412-85.

Полученные брикеты в 2,5 раза дешевле чугунов, что имеет существенное значение для экономики предприятия..

Разработан технологический регламент на проектирование линий, которые могут быть применимы практически на всех предприятиях автомобилестроения. Технология «горячего» брикетирования внедрена на ОАО «ГАЗ».

Реализация результатов исследований

В качестве базового предприятия был выбран ОАО «ГАЗ», являющийся наиболее характерным представителем отечественной отрасли

автомобилестроения. Результаты диссертационной работы использованы при разработке и внедрении новой шихты в литейном производстве и линии для переработки ОСОЖ-содержащей чугунной стружки на ОАО «ГАЗ».

Апробация работы

Результаты работы были доложены и получили положительную оценку на Международном конгрессе по управлению отходами «ВЭЙСТТЭК», Москва, 2005; Международной конференции «Лом черных и цветных металлов», Москва, 2006; Международном научно-промышленном форуме «Великие реки», Н.Новгород, 2005; Межвузовской научно-практической конференции «Интеграционные процессы в развитии химии, экологии, экономики и образования сегодня», Н.Новгород, 2006, ежегодной международной тематической конференции « Новые тенденции и проблемы экологии и рационального использования вторичных ресурсов», Москва, МИСиС, 2006г.

Разработанная технология переработки чугунной стружки получила бронзовую медаль в конкурсе инновационных проектов и разработок на 5-ом Международном салоне инноваций и инвестиций, прошедшей в 2005 г. на ВДНХ при поддержке правительства РФ. На 6-ом Международном Салоне инноваций и инвестиций в 2006 г. на ВДНХ за внедрение технологии горячего брикетирования ОАО «ГАЗ» получил серебряную медаль. Проект рециклинга чугунной стружки получил бронзовую медаль Международного салона инноваций «Эврика», Брюссель, 2006г

В рамках национальной экологической премии "ЭкоМир-2006" разработанной технологии присужден диплом лауреата 2-ой степени в номинации "Экологическая наука и технологии" по программе "Разработка и реализация экологических проектов".

Автор стал лауреатом конкурса « Инженер года 2008г.» с присвоением сертификата профессионального инженера России за работы в области брикетирования и получения чугунных брикетов»

На защиту выносятся:

- результаты теоретических и экспериментальных исследований по переработке чугунной стружки;
- технология переработки чугунной стружки, загрязненной остатками смазочно-охлаждающей жидкости, с получением металлических брикетов;
- графо-аналитические зависимости, описывающие процессы отстаивания, отжима, термической обработки и прессования чугунной стружки.
- результаты исследований поведения брикетов при ваграночной, индукционной и дуговой плавках;
- результаты плавок брикетов

Публикации. По материалам выполненных исследований опубликовано 18 печатных работ, в том числе 9 статей, из них 4 в журналах рекомендованных ВАК для диссертационных работ, 6 материалов в виде тезисов докладов.

Получены патенты с участием автора на полезную модель: автоматической линии переработки металлической стружки (пат. №48328), устройство транспортирования и выдачи изделий (пат. №48953). Получен патент РФ № 2296187 «Способ очистки брикетов из водомаслосодержащей металлической стружки».

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4-х глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа имеет общий объем 146 страниц машинописного текста, содержит 36 таблицы, 32 рисунка, библиографический список из 144 наименований и 3 приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, ее научная новизна и практическая значимость, определены цель и задачи исследований.

Первая глава посвящена анализу современного состояния образования и потребления черных вторичных металлов в РФ. Проанализированы

технологические процессы в результате которых образуются черные вторичные металлы в автомобильной промышленности. Проанализировано вовлечение различных видов черных вторичных металлов в металлургическое производство автомобильного завода.

В качестве приоритетного вида черного вторичного металла, вопрос переработки и утилизации которого стоит особенно остро, выбрана чугунная стружка. Установлено, что основной проблемой, возникающей при переплавке чугунной стружки, является содержание в ней нефтепродуктов и других загрязняющих веществ. Процесс механической обработки чугуна проводится с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), которые содержат в своём составе воду, масла, а также эмульгирующие и стабилизирующие органические добавки в незначительных количествах. При механообработке СОЖ, попадающая в зону резания, утрачивает свои изначальные потребительские свойства, и удаляется вместе со стружкой, в которой количество удаляемой СОЖ достигает 20% от массы стружки. Именно содержание в стружке остатков СОЖ (ОСОЖ) в первую очередь создаёт экологическую опасность стружки и препятствует её дальнейшему использованию.

Показаны возможные направления использования чугунной стружки.. Рассмотрены механические, термические, реагентные и электрофизические методы переработки чугунной стружки, загрязненной СОЖ, направленные на снижение их экологической опасности, а также на подготовку к дальнейшему использованию, транспортированию или хранению.

Отмечено, что способы переработки чугунной стружки, практикуемые в настоящее время, имеют ряд значительных недостатков, как с экологической, так и с технологической точки зрения. Применение существующих технологий не дает возможности замены чугунов на брикеты, пригодные для получения автомобильных деталей при плавке в вагранках, индукционных и дуговых печах.

Определены требования к разрабатываемым технологиям переработки чугунной стружки, которые сводятся к следующим основным положениям:

- необходимо полностью удалить ОСОЖ из стружки, обеспечив экологическую чистоту процесса переработки,
- обеспечить механическую и тепловую прочность получаемого продукта,
- сохранить свойства металла, предотвратив его окисление и изменение химического состава в процессе переработки,
- иметь низкую стоимость получения брикетов.

Во второй главе приведено обоснование выбора технологической последовательности переработки стружки, представлены результаты экспериментальных исследований по обработке чугунной стружки.

В соответствии с поставленными задачами были проведены следующие исследования: определены характеристики исходной чугунной стружки, образующейся на ОАО «ГАЗ»; установлены оптимальные параметры процессов механической и термической обработки стружки; изучены физико-химические характеристики продукта получаемого в результате обработки стружки.

В работе введено сокращение ОСОЖ, обозначающее остатки смазочно-охлаждающей жидкости. В составе ОСОЖ можно выделить два основных компонента: органическая составляющая (в дальнейшем условно называемая «маслом») и водная составляющая (условно называемая «водой»).

На первом этапе работы были проанализированы партии чугунной стружки, образующейся в различных подразделениях ОАО «ГАЗ». Результаты анализа показали, что содержание ОСОЖ в стружке непосредственно после механообработки достигает 20-25%. Наиболее простым методом уменьшения содержания ОСОЖ является пассивное отстаивание стружки. Однако проведенные исследования показали, что таким методом возможно снизить содержание ОСОЖ до 8-10% при продолжительности отстаивания 6 часов. Увеличение продолжительности отстаивания не ведёт к снижению концентрации ОСОЖ (рис. 1).

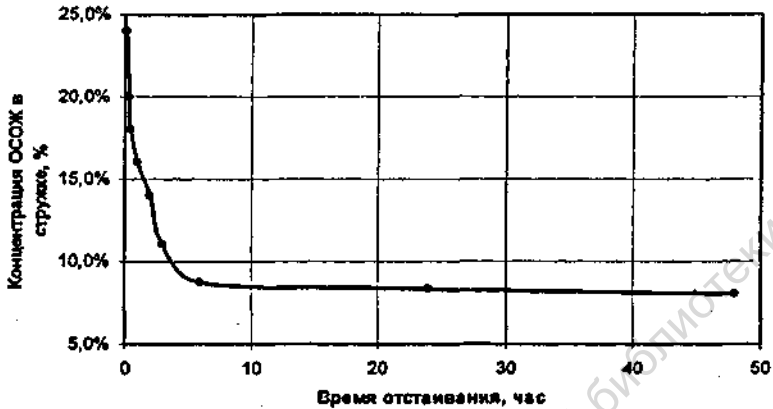


Рис.1. Зависимость концентрации ОСОЖ в стружке от продолжительности отстаивания

Анализ ОСОЖ после отстаивания показал, что концентрация масла в отстоянной ОСОЖ составляет 4%, в то время как в ОСОЖ, оставшейся в стружке, концентрация масла достигает 33%, что говорит о тенденции концентрирования масла в стружке и первостепенном удалении водной составляющей.

Для снижения содержания ОСОЖ в стружке ниже 8% предполагается использовать отжим с одновременным брикетированием (иначе называемый «холодное» прессование). Поэтому на следующем этапе работы был проведён комплекс исследований данных процессов. В ходе исследований установлена зависимость содержания ОСОЖ в брикетах от среднего содержания ОСОЖ в исходной стружке. При проведении регрессионного анализа получена математическая зависимость изучаемых параметров (рис.2).

Для определения оптимального давления прессования и максимальной степени отжатия проводился отжим стружки при различных давлениях. Установлено, что минимальное содержание ОСОЖ, которое можно достичь при отжатии, составляет 3,7% при давлении 2000 кг/см^2 (рис. 3). Повышение

давления свыше данного значения не оказывает влияния на конечное содержание ОСОЖ в брикете.

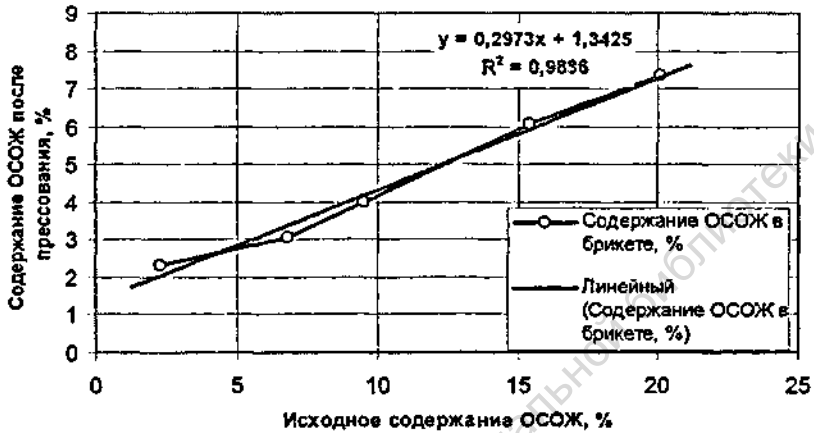


Рис. 2. Зависимость содержания ОСОЖ в брикетах от среднего содержания ОСОЖ в стружке (давление прессования – 2000 кг/см²)

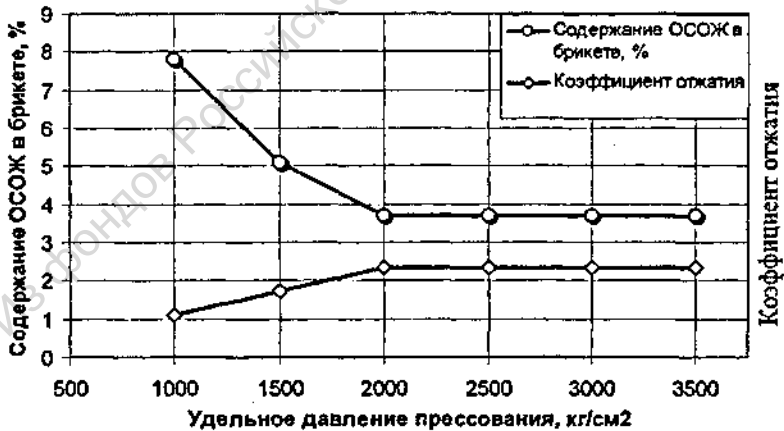


Рис. 3. Зависимость содержания ОСОЖ в брикете от удельного давления прессования (исходное содержание ОСОЖ – 8,7%)

С целью установления взаимного влияния давления прессования, исходной концентрации ОСОЖ и габаритов получаемого брикета были проведены планирование и постановка полнофакторного эксперимента, по результатам которых получена математическая модель процесса «холодного» прессования:

$$C_{бр} = 6,01 - 2,63 \cdot P + 3,51 \cdot C_{исх} - 2,18 \cdot P \cdot C_{исх}, \quad (1)$$

где $C_{бр}$ – зависимая переменная – конечное содержание ОСОЖ в брикете; P – удельное давление прессования; $C_{исх}$ – исходное содержание СОЖ в стружке.

При этом установлено, что габариты брикета, выраженные через его массу, не оказывают статистически значимого воздействия на конечное содержание ОСОЖ в брикете.

При исследовании состава ОСОЖ, удаленных и оставшихся в стружке после отстаивания и прессования, установлен эффект концентрирования масляной составляющей ОСОЖ в стружке. Так в процессе обработки содержание масла в стружке изменяется с 3,0% до 2,7%, в то время как содержание воды снижается с 15% в исходной стружке до 1,2% в отстаиванной и сбрикетированной стружке. При этом отжатая жидкость представлена в основном водной составляющей ОСОЖ (рис. 4).

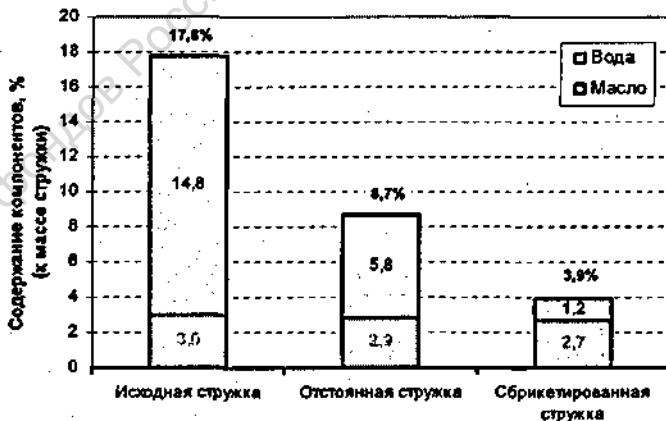


Рис. 4. Изменение концентрации компонентов ОСОЖ в стружке на различных этапах обработки

Данный эффект объясняется первоочередным удалением воды из стружки благодаря её низкой кинематической вязкости и высокой адгезионной способности масла к поверхности металла. Установленный эффект имеет принципиально важное значение для дальнейшей термической обработки брикетов.

В ходе проведенных исследований получены зависимости плотности и пористости получаемых брикетов от давления прессования (рис. 5).

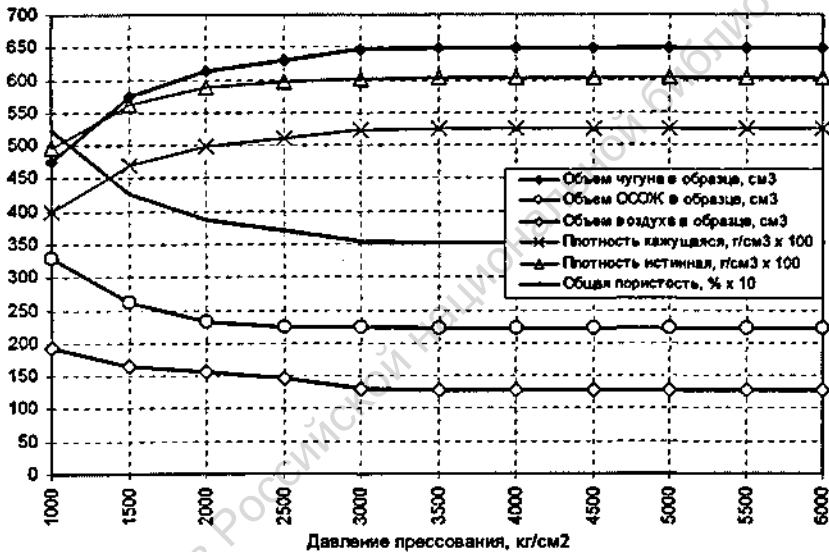


Рис. 5. Зависимость плотности и пористости брикетов от давления прессования

Установлено, что при давлениях от 2 до 3 тыс. кг/см² происходит увеличение плотности за счет снижения воздушной пористости. При этом отжим жидкости не наблюдается. Повышение давления прессования выше названных значений не оказывает влияния на плотность и механическую прочность брикетов, что объясняется так называемым «расклинивающим» эффектом или эффектом Дерягина.

Исследования брикетов на разрушающие нагрузки показали, что при принятых давлениях прессования максимальные достигнутые значения механической прочности составляют 20-25 кг/см² (рис. 6).

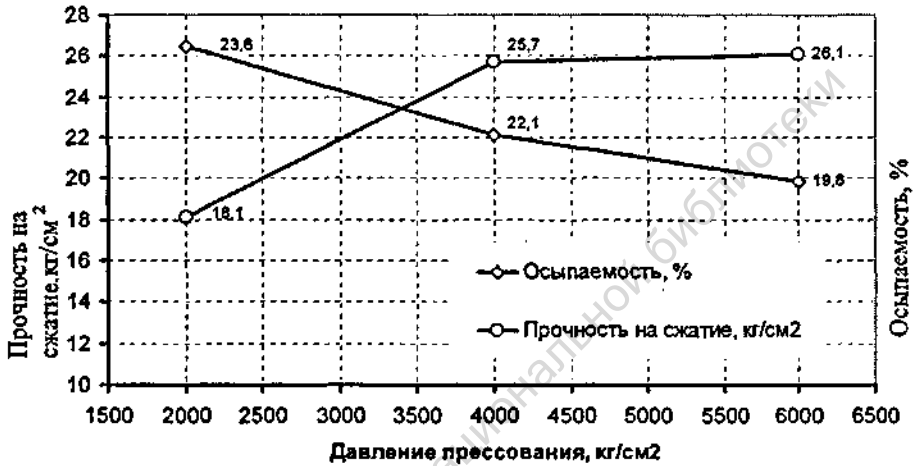


Рис. 6. Зависимость механической прочности брикетов от давления холодного прессования

Таким образом, в результате первого этапа исследований были получены брикеты из чугушной стружки, содержащие до 4% ОСОЖ и имеющие низкую механическую прочность. Такие брикеты нельзя использовать в вагранках, индукционных и дуговых печах и они нуждаются в дальнейшей термической обработке с целью полного удаления ОСОЖ

Следующий этап исследований был направлен на установление оптимальных параметров процессов термической обработки. Полученные брикеты нагревали до различных температур в диапазоне от 250 до 1000 °С со временем экспозиции от 5 до 60 минут. В результате исследований установлено, что практически полное удаление ОСОЖ происходит при температурной обработке свыше 800 °С в течение 15 минут (рис.7,8). При этом

происходит переход жидкости в парообразное состояние, увеличение давления паров, вследствие чего поры увеличиваются, брикет разрыхляется и остатки смазочно-охлаждающей жидкости выходят из брикета.

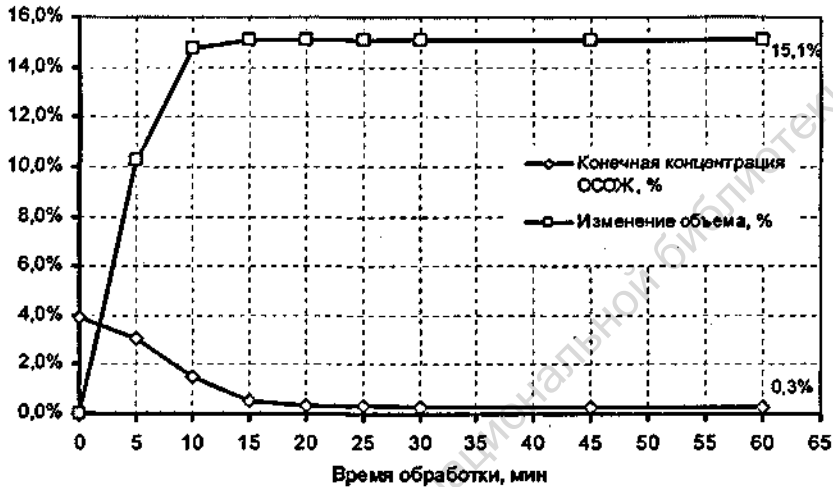


Рис. 7. Изменение содержания ОСОЖ и объема брикетов в зависимости от времени нагрева (температура обработки – 800°C)

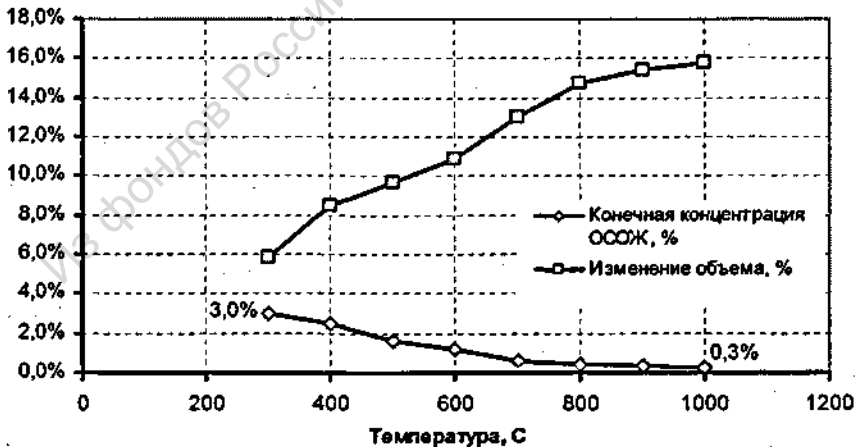


Рис. 8. Изменение содержания ОСОЖ и объема брикетов в зависимости от температуры нагрева (время температурной обработки – 30 мин)

Для установления совместного влияния температуры и продолжительности обработки на конечное содержание ОСОЖ в брикете было проведено планирование эксперимента и получена регрессионная модель процесса термической обработки:

$$C_{ост} = 2,5 - 0,9 \cdot T - 0,8 \cdot \tau - 0,5 \cdot T \cdot \tau, \quad (2)$$

где $C_{ост}$ – остаточная концентрация ОСОЖ в брикете; T – температура процесса; τ – продолжительность процесса.

Предложенная термическая обработка брикетов в выбранных температурных режимах связана со сгоранием выделяемых при нагревании брикетов остатков СОЖ. Таким образом, процессы температурной обработки приводят к образованию значительных количеств газообразных токсичных веществ, в том числе кашцерогенных, что обуславливает потенциальную экологическую опасность разрабатываемой технологии.

Для экологически безопасного удаления ОСОЖ из брикетов предложен способ термической обработки в проходной печи оригинальной конструкции, включающий подачу продуктов сгорания топлива в камеры дожигания с одновременной подачей дополнительного воздуха. При этом конструкция печи позволяет провести низкотемпературное (800°C) сжигание примесей с высоким коэффициентом избытка кислорода ($1,05 < \alpha < 2,4$), а окончательное дожигание ведется при температуре $1000-1100^{\circ}\text{C}$ с низким коэффициентом избытка кислорода ($0,85 < \alpha < 1,05$).

Это позволяет максимально сократить количество вредных примесей, поступающих в атмосферу, не нанося тем самым экологического ущерба окружающей среде. Анализ работы печи показывает, что концентрация вредных веществ в продуктах сгорания не превышает установленных ПДВ по всем показателям (рис. 9).

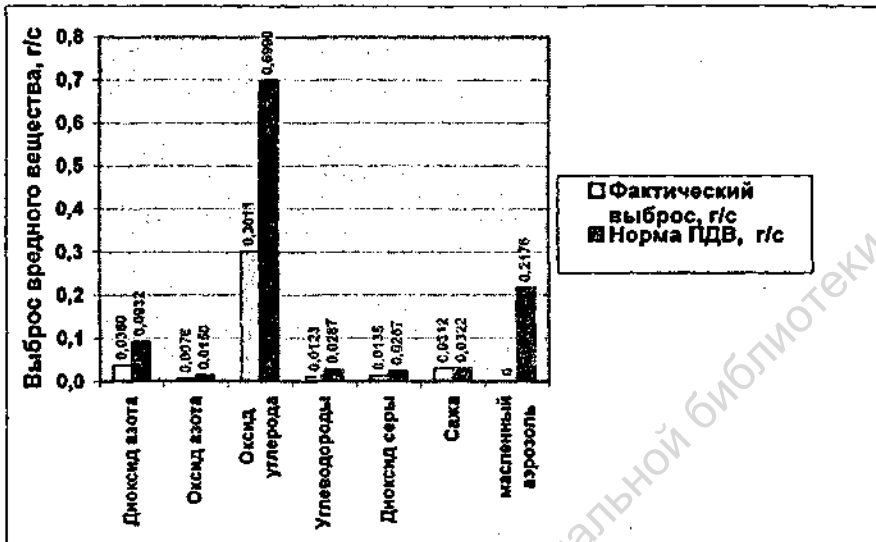


Рис. 9. Концентрация вредных веществ в продуктах сгорания ОСОЖ

Содержащиеся в ОСОЖ нефтепродукты, участвуя в горении, снижают расход газа на 50%, что повышает степень ресурсосбережения при реализации технологии обработки чугуна стружкой.

Защитная пленка из масла около частичек стружки внутри брикета не дает окисляться железу и не позволяет выгорать углероду. При нагревании брикета происходит частичный крекинг масла с выделением углерода в виде сажи на поверхности частичек чугуна.

Как было показано выше, исходный брикет после «холодного» прессования не имел достаточной механической прочности. Термическая обработка разрыхляет брикет, увеличивает его пористость, уменьшает плотность до 4,2-4,4 г/см³, что ещё больше снижает показатели механической прочности. По этой причине такие брикеты невозможно применить в металлургическом производстве. Повысить механическую прочность брикета

возможно с помощью его повторной обработки прессованием после термической обработки.

Следующий этап исследований был направлен на установление оптимальных параметров «горячего» прессования брикетов.

Результаты исследований (рис. 10) показали, что при давлении прессования свыше 2000 кг/см^2 и температуре свыше 800°C конечная плотность брикетов составит более 6 г/см^3 .

Установленная в ходе исследований зависимость механической прочности от плотности брикетов (рис. 11) свидетельствует о достаточной прочности полученных брикетов (предел прочности на сжатие более 3000 кг/см^2 ; осыпаемость менее 2%).

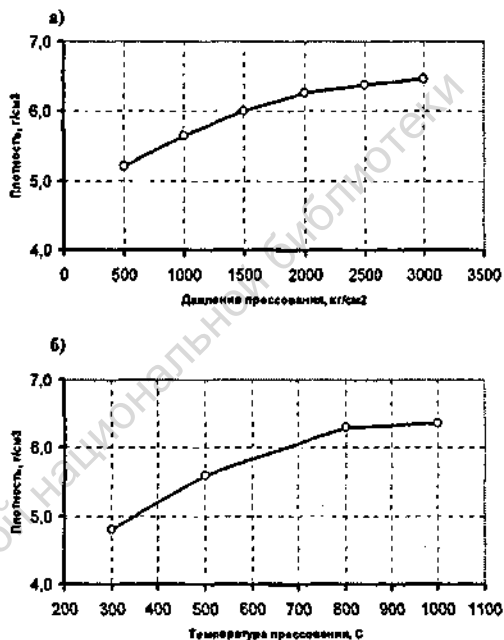


Рис. 10. Изменение плотности брикетов:
а) от давления прессования (температура брикетов – 800°C);
б) от температуры прессования (давление прессования – 2000 кг/см^2)

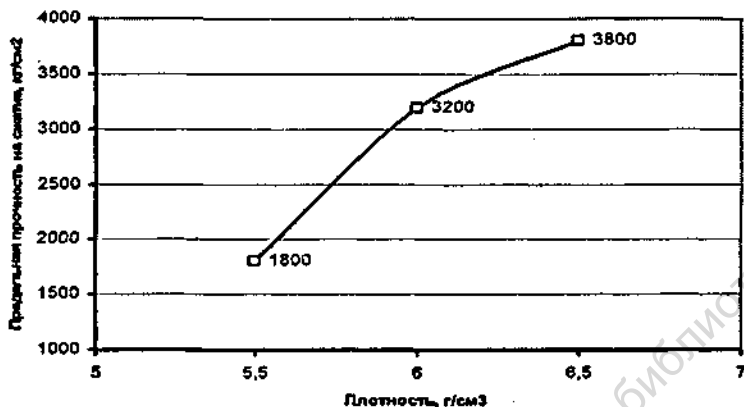


Рис. 11. Зависимость механической прочности брикетов от их плотности

В третьей главе исследовались процессы плавки полученных брикетов в индукционных, дуговых и ваграночных печах металлургического производства ОАО «ГАЗ».

Для определения металлургических свойств брикетов была разработана программа испытаний, включающая в себя:

- переплавку брикетов в лабораторных индукционных тигельных печах,
- переплавку брикетов в промышленных индукционных и дуговых печах,
- переплавку в вагранках.

Брикеты на всех перевалках и загрузке показали высокую механическую прочность. Процессы переплавки проходили без видимых отклонений от ранее существовавших технологий, продолжительность плавки не возрастала, количество шлаков в плавке не увеличилось, повышенное газо и дымо выделение при плавке не наблюдалось. При введении брикета на зеркало металла, обнаружено следующее: брикет не погружается в расплав и плавает по поверхности металла, целостность брикета не нарушается. Исследования при экспериментальных плавках в вагранке, в индукционных тигельных печах и дуговых печах показали, что замена чугунов на брикеты не влияют на свойства получаемого металла. Химический состав и механические свойства полученных деталей полностью соответствует требованиям, регламентируемым ГОСТ 1412-85.

На ОАО «ГАЗ» при индукционных и дуговых плавках получают синтетический чугун из пакета 10А. Наиболее экономически эффективно применять брикеты для замены покупных чугунов в вагранках. В 2006 году была разработана шихта с использованием брикетов для вагранок литейного цеха №5. (таб.1)

Применение брикетов позволило уменьшить объемы закупки чугунов, ферросицилия и ферромарганца, при этом брак снижен на 0,2% и увеличился выход годного литья на 1,2%(таб.2).

Таблица 1.

Состав и нормы расхода шихты литейный цех № 5 ОАО «ГАЗ»

Наименование материалов	ГОСТ или ТУ	Марка материала	Норма в % к весу металлозавалки	
			2004	2006
Возрат	Собствен	СЧ-18	40,71	42,6
Чугун	805-93	ПЛ2-1-Б-2	29,01	20,20
Брикет	2787-75	23А	-	25,0
Ферросицилий	1415-93	ФС45-2	2,97	2,62
Ферромарганец	4755-91	ФМН70А-2	1,1	0,85
Феррохром	4757-91	ФХ850Б	0,01	-
Пакеты	2787-75	10А	23,14	6,25
Доводка химсостава в электропечи				
Пакеты	2787-75	10А	-	1,48
Ферромарганец	4755-91	ФМН70А-2	-	0,6
Ферросицилий	1415-93	ФС45-2	-	0,37
Ферросицилий	1415-93	ФС75-1	0,02	-
Ферросицилий	1415-93	ФС75-6	0,02	-
Модификатор		Барипок	0,02	-

Таблица 2.

Баланс металла в % к весу металлозавалки.

Показатели баланса	2004 год	2006 год
Выход годного литья	49,3	50,5
Литники и прибыли	35,1	35,4
Брак	3,7	3,5
Сливы и скраб	5,3	4,0
Угар	6,3	6,3
Безвозвратные потери	0,3	0,3

В четвертой главе приводится технология переработки и утилизации чугушной стружки, внедренная в производство.

Технологическая схема переработки стружки, разработанная автором для ОАО «ГАЗ», включает четыре стадии обработки чугушной стружки:

1. Пассивное отстаивание ≥ 6 часов в местах образования стружки.
2. Прессование-брикетирование при давлении 2000 кг/см^2
3. Термическая обработка в проходной печи при температуре 800°C .
4. Прессование брикетов при давлении 2000 кг/см^2 .

Полученные брикеты из чугушной стружки имеют плотность свыше 6 г/см^3 , что обеспечивает требуемую механическую и тепловую прочность.

Комплексная технология экологически безопасной переработки чугунной стружки, загрязненной остатками смазочно-охлаждающей жидкости представлена на рис.12. Технология предусматривает рециклинг образующихся отходов переработки стружки с возвратом в производство, утилизацию тепла, выделяющегося при сгорании природного газа и паров СОЖ, а также обезвреживание газообразных выбросов. Полученные по данной технологии брикеты из чугунной стружки возвращаются для производства отливок.

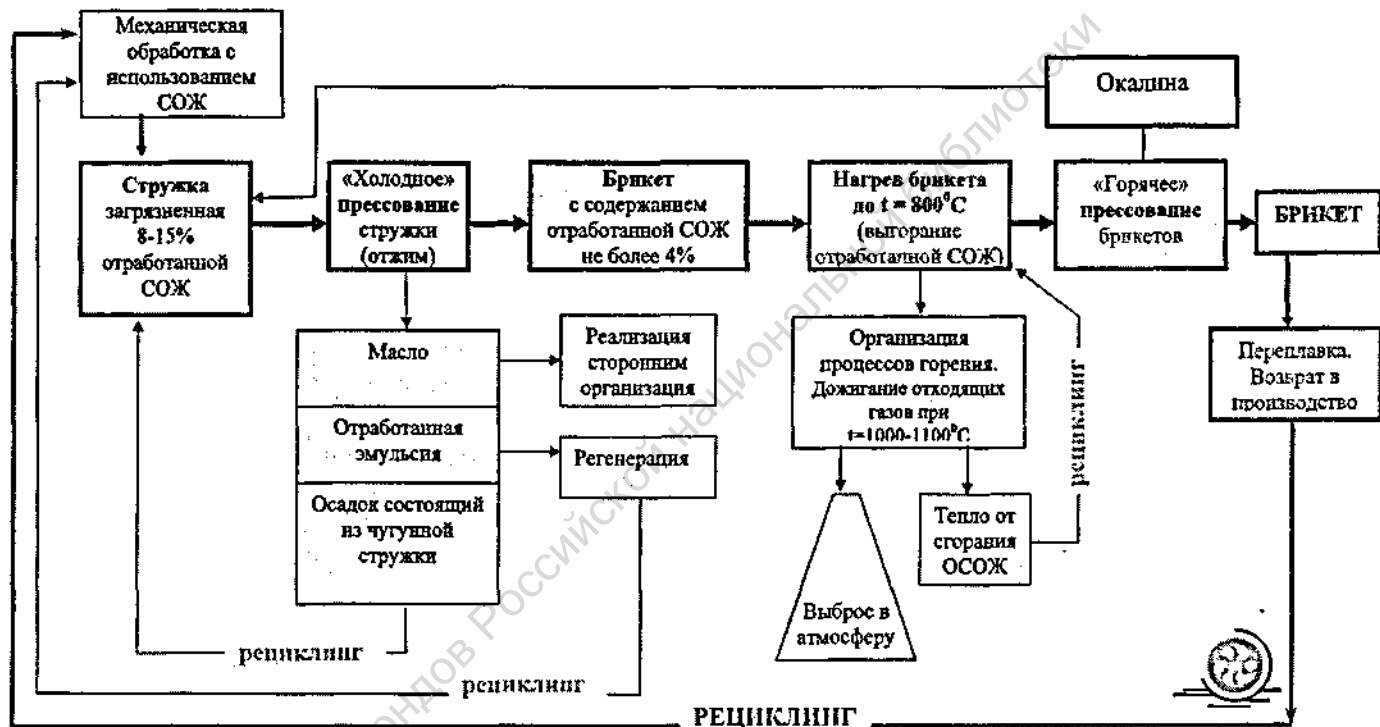


Рис. 12. Схема экологически безопасной технологии переработки чугуной стружки

Разработан технологический регламент на проектирование линии переработки чугунной стружки, загрязненной остатками СОЖ. На ОАО «ГАЗ» разработан и внедрен проект линии «горячего» брикетирования. Эта линия в настоящее время позволяет перерабатывать и возвращать в производство ежегодно свыше 16 тыс. тонн чугунной стружки.

Затраты на получение брикетов составляют 800 руб./т

Анализ экономической эффективности инвестиционного проекта по внедрению разработанной технологии показал, что при капитальных затратах на внедрение линии 37,5 млн.руб. срок окупаемости составляет 10 месяцев. Ежегодная чистая прибыль – 55 млн. руб. Накопленный дисконтированный денежный поток за весь срок эксплуатации оборудования составит 132 млн. рублей.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Чугунная стружка является экологически опасным и одновременно ценным черным вторичным металлом образующимся в процессе механической обработки чугунных изделий и должна быть использована взамен чугуна. Наиболее эффективным методом переработки и утилизации чугунной стружки является метод совмещающий естественное отстаивание, отжим, брикетирование, термическое удаление ОСОЖ и прессование очищенных брикетов до необходимых значений прочности и осыпаемости.

2. Разработан алгоритм последовательной обработки стружки:

- пассивное отстаивание стружки, обеспечивающее снижению содержания ОСОЖ до 8-12% (продолжительность отстаивания – не менее 6 часов); полученная насыпная плотность 1,8 г/см³.

- отжим ОСОЖ с одновременным брикетированием обеспечивает содержание ОСОЖ в брикете 3,7-4% при давлении отжима 2000 кг/см²; получаемая плотность брикетов 5,1-5,3 г/см³.

- термическая обработка позволяет удалить ОСОЖ из брикетов до значений 0,3% при температуре обработки 800⁰С и продолжительность обработки 15±20 минут; полученная плотность брикетов 4,2-4,4 г/см³.

- «горячее» прессование брикета при температуре прессования 800⁰С и давлении прессования 2000 кг/см² позволяет достигнуть повышения плотности брикета свыше 6,0 г/см³.

3. Выявлен принципиально новый эффект концентрирования масла из ОСОЖ в стружке при её обработке. ОСОЖ в стружке до отстаивания содержит воду и масло в соотношении 82%±18%; ОСОЖ, оставшаяся в стружке после отстоя – 67%±33%. ОСОЖ, в брикете после прессования – 30%±70%.

4. Для экологически безопасного удаления ОСОЖ из брикетов предложен способ, включающий подачу продуктов сгорания топлива в камеры дожигания с одновременной подачей дополнительного воздуха. При этом конструкция печи позволяет провести низкотемпературное (800⁰С) сжигание примесей с высоким коэффициентом избытка кислорода ($1,05 < \alpha < 2,4$), а окончательное дожигание ведется при температуре 1000–1100⁰С с низким коэффициентом избытка кислорода ($0,85 < \alpha < 1,05$). Содержащиеся в ОСОЖ нефтепродукты, участвуя в горении, снижают расход газа на 50%, что повышает степень ресурсосбережения при реализации технологии обработки брикетов.

5. Полученные брикеты способны заменить чугуны при плавках в вагранке, индукционных и в дуговых печах. При этом снижается расход ферросилиция и ферромарганца, увеличивается выход годного литья на 1,2%, снижается брак. Качество полученных отливок соответствует ГОСТ 1412-85.

6. Внедрение разработанной технологии на ОАО «ГАЗ» позволит получить дисконтированную прибыль 132,4 млн. руб. за весь срок эксплуатации линии брикетирования. При этом дисконтированный срок окупаемости проекта составляет 0,76 года.

Список публикаций по теме диссертации

1. Потапов В.В., Опыт работы с отходами в ОАО «ГАЗ». / В.В. Потапов, С.Д. Цымбалов, О.М. Новикова О.М. // ВЭЙСТТЭК: тез. генер. докл. междунар. конгресса. – Москва, 2005. – С. 29-30.

2. Потапов В.В., Горячее брикетирование чугунной стружки с высоким содержанием охлаждающей эмульсии / Потапов, В.В. // Экология производства. – 2006. – №1 – С. 13-14.

3. Потапов В.В., Изготовление чугунных брикетов методом горячего прессования / В.В. Потапов, А.Ф. Мишин, А.Ф. Романченко, Л.Н. Губанов // Рынок вторичных металлов. – 2005. – №6 – С. 30-31.

4. Потапов В.В., Переработка чугунной и стальной стружки методом горячего прессования. / В.В. Потапов // ЛОМ черных и цветных металлов 2006: тез. генер. докл. междунар. конгресса. – Москва, 2006. – С. 42.

5. Потапов В.В., Способ получения чугунов из чугунных стружек с высоким содержанием СОЖ / В.В. Потапов // Оборудование: технич. альманах. – 2006. – №1 – С. 30-33.

6. Потапов В.В., Технология брикетирования чугунной стружки. / В.В. Потапов, Л.Н. Губанов // Великие реки-2005: ген. докл., тез. докл. междунар. конгресса. – Н.Новгород, 2005. – С. 396-398.

7. Потапов В.В., Новое в переработке металлических отходов. / Потапов В.В., Баранцев А.Г., Цымбалов С.Д.// Сборник докладов 12-ой международной конференции «Алюминий сибиря – 2006». - Красноярск, 2006. – С.277-280.

8. Потапов В.В., Исследование процессов брикетирования металлической стружки загрязненной остатками, смазочно-охлаждающей жидкости. / В.В. Потапов, В.А.Филин // Интеграционные процессы в развитии химии, экологии, экономики и образования сегодня: сб. матер. науч.-техн. конф. препод. вузов, ученых, специалистов. – Н.Новгород: НГТА, 2006. – С.126-130.

9. Потапов В.В., Правовые проблемы утилизации автотранспорта в Россия / В.В. Потапов, О.А. Козлова // Проблемы развития минерально-сырьевого комплекса и ресурсосберегающих технологий в Поволжье: сборник статей. – Нижний Новгород: АНОЛХЖ «Вертикаль. XXI век», 2005. – С. 43-44.

10. Патент № RU 2296187(от 27.03.07) Способ очистки брикетов от водомасло содержащей металлической стружки Потапов В.В., Романченко

А.Ф., Мишин А.Ф.

11. Патент RU № 48328 (от 10.10.05). Автоматическая линия переработки металлической стружки / Потапов В.В., Ромагченко А.Ф., Путилов М.Д., Мишин А.Ф.

12. Патент RU № 48953 (от 10.11.05). Устройство транспортирования и выдачи изделий / Потапов В.В., Романченко А.Ф., Мишин А.Ф.

13. Потапов В.В. Технология переработки чугуновой стружки, загрязненной смазочно охлаждающей жидкостью. / В.В. Потапов, В.А. Филин «Экология и промышленность России» 2006г. № 11 стр. 18-21/

14. Потапов В.В. Комплексная переработка чугуновой стружки / В.В. Потапов «Автомобильная промышленность» 2007г № 1 стр. 26-27 /

15. Потапов В.В. Холодное брикетирование чугуновой стружки / В.В. Потапов, А.Б. Коростелев «Литейное производство» №11 2009г. стр. 31-33/

16. Потапов В.В. Исследование процесса отделения СОЖ от чугуновой стружки методом холодного прессования / В.В. Потапов, А.Б. Коростелев «Металлургия и машиностроение» №5 2009 г. стр. 37-39 /

17. Потапов В.В. Обоснование и разработка технологии рециклинга чугуновой стружки / В.В. Потапов, А.Б. Коростелев WASMA 2009г. октябрь Труды конференции /

18. Потапов В.В. Критические параметры компактирования металлов из дисперсного состояния / В.В. Потапов, А.Б. Коростелев WASMA 2009г. октябрь Труды конференции /

Подписано в печать 22.10.2009. Формат 60 x 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ 670.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ. 603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.

2010 A
2952

D-2952

Из фондов Российской национальной библиотеки