

УДК 633.11:631.53

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ И  
БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ  
МОЛИБДЕНОВОГО И ВОЛЬФРАМОВОГО, В ТОМ ЧИСЛЕ  
НЕКОНДИЦИОННОГО СЫРЬЯ, В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**Чумичева Любовь Михайловна**

старший преподаватель

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация:** в статье приведены материал, технология использования отходов собственного производства, для получения высокого металлургического качества отливок.

**Ключевые слова:** отливка; лигатура; шихтовые материалы; химический состав; вторичное использование отходов.

Важнейшее направление совершенствования и развития отечественного литейного производства в условиях рыночных отношений -

это максимальное снижение себестоимости производимых литых заготовок при условии соблюдения высокого качества выпускаемой продукции.

В связи с необходимостью поиска источников дешевого сырья, перед многими предприятиями встает проблема полного использования любых отходов собственного производства. Это направление реализуется, в первую очередь, за счет использования дешевых шихтовых материалов, полученных из отходов механообрабатывающих цехов существующих на предприятии.

Доступность и простота технологий повторного использования дефицитных технологических материалов является перспективной, поэтому работы, направленные на решение таких вопросов всегда вызывают интерес.

Одной из наиболее перспективных энергоэффективных и экологически чистых ресурсосберегающих технологий является выплавка чугунных заготовок с использованием в шихте утилизированных отработавших ресурс отходов собственного машиностроительного производства. Технология использования вторичных отходов позволяет вторично использовать дорогостоящие ресурсы (теплостойкую, инструментальную высоколегированную сталь и другие отходы отработанной продукции) без потери качества переплавленного металла при обеспечении высоких служебных свойств выпускаемой продукции.

Использование в существующем технологическом процессе литейного производства заготовок поршневых колец дорогих лигатур, входящих в состав исходных материалов, приводит к резкому удорожанию конечного продукта. Поэтому разработка новых ресурсосберегающих технологий, исследования и работы, направленные на решение данной проблемы, являются перспективными.

Целью настоящей работы является-ресурсосбережение при производстве отливок (заготовок) поршневых колец из серого легированного чугуна в литейных цехах, за счет использования при их изготовлении отходов заводского инструментального производства.

При токарной обработке заготовок режущим инструментом (в частности фрезами) из высоколегированных сплавов разных марок в механообрабатывающих цехах заводов, полученные отходы обычно не подразделяют по маркам, а собирают в один контейнер. Иногда их просто выбрасывают в специально отведенные свалки. Пока еще многие заводы предпочитают не связываться со сложной и нерешенной проблемой переплава отходов, а просто списывают, отдают их за бесценок на крупные металлургические комбинаты. К тому же, нет полной ясности в вопросах технологичности, экономичности процессов утилизации отходов производства.

Обрабатываемый режущий инструмент, использующийся на заводах, изготавливается из дорогой и дефицитной стали, поэтому возникла необходимость с одной стороны улучшить качество литья и, одновременно, попытаться решить проблему наиболее эффективного вторичного использования стальных отходов инструментального производства.

Химический состав материала для режущего инструмента из быстрорежущей стали Р6М5 %:

Углерод (С= 0,8-0,88); Хром (Cr=3,8-4,4); Молибден (Мо=5,0-5,5); Вольфрам (5,5-6,5); Ванадий (1,7-2,1):

Как видим, сталь Р6М5 не содержит в химическом составе никель, химический символ «Н», поэтому, процентный состав никеля, входящего в химический состав лигатуры чугуна можно восполнить, используя отходы материала «нихром» марки Х20Н80 или Х15Н60, который идет (в термических и инструментальных цехах заводов) для изготовления нагревательных элементов электропечей сопротивления при термической обработке.

Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии извлечения в товарную продукцию компонентов молибденового и вольфрамового, в том числе некондиционного сырья, в плавильных процессах - актуальная задача, которая требует исследований с привлечением технологических методов.

Для достижения указанной цели в работе необходимо было решить следующие задачи:

- максимально приблизить технологию к реальному производству, и в силу своей простоты, сделать доступной техническому персоналу, не обладающему особыми знаниями и навыками, что очень важно для небольших цехов, учитывая специфику применения и распространения данной технологии.

- исследована возможность использования отходов инструментального производства для получения отливок поршневых колец из серого чугуна;

- проведен сравнительный анализ существующих технологий переработки отходов производства, исследована возможность использования отходов для получения отливок.

- в результате промышленных экспериментов установлены оптимальные значения количества вводимых компонентов для поршневых колец разных марок.

При необходимости может быть выполнен комплекс теоретических и экспериментальных ресурсосберегающих разработок, позволяющих решать проблему утилизации отходов инструментального производства для отливок различного назначения. На основе разработанных методик, может быть достигнуто снижение себестоимости отливок до 20%.

В процессе эксплуатации поршневые кольца двигателей подвергаются трению, износу, тепловым и коррозионным воздействиям, изгибу, кручению, динамическим и знакопеременным нагрузкам.

Мировая практика показала, что лучше всего изготавливать поршневые кольца автотракторных двигателей, как компрессионные, так и маслосъемные, из серого кольчатого чугуна, обладающего значительными технологическими и экономическими преимуществами. Именно этот материал используют отечественные производители.

Химический состав материала заготовок поршневых колец из серого чугуна %:

Углерод (C= 3,6-3,9); Кремний (Si=2,5-2,9); Марганец (Mn=0,5-0,75); Никель (Ni=0,06-0,15); Хром (Cr=0,12-0,25); Молибден (Mo=0,15-0,35); Титан (Ti<0,1); Сера (S<0,07); Фосфор (P=0,3-0,7).

Допускается отклонение по химическому составу при условии соответствия требованиям по механическим свойствам и микроструктуре.

Допускается наличие других элементов в виде примесей, суммарное содержание которых не должно превышать 0,2%.

Молибден, титан, хром и никель появляются в химическом составе серого чугуна при вводе в расплав лигатуры ФХНМо-3.

Лигатура – это промежуточный сплав, содержащий легирующие элементы, в данном случае молибден, титан, хром, вводимые в расплавленный металл, для получения требуемого химического состава чугуна и высоких механических свойств заготовок поршневых колец.

Лигатуру, на заводах поставщиках, выплавляют в индукционных тигельных электрических печах. В качестве шихты используют ферромolibден, феррохром, никель, ферросилиций. На одну метало - завалку расходуется 0,12% лигатуры.

Химический состав лигатуры ФХНМо-3 в процентах: Углерод-3,5/0,004; Кремний 10/0,012; Хром-20/0,102; Молибден -27,5/0,033; Никель12,5/0,015.

Использование лигатуры при производстве чугуна, т.е. легирование чугуна, улучшает и стабилизирует физико-механические свойства колец, что повышает долговечность и надежность работы в эксплуатационных условиях. Снижается остаточная деформация, модуль упругости и предел прочности повышаются, что четко отражено на результатах анализа физико-механических свойств поршневых колец, легированных вольфрамом и молибденом, рис. 1.

Лигатура ФХНМо-3, согласно существующей технологии на изготовление заготовок поршневых колец, вводится в разливочный ковш, когда все компоненты шихты в ковше в расплавленном состоянии, т.е. непосредственно перед разливкой металла в заформованные стопки.

Использование дорогостоящей лигатуры приводит к резкому удорожанию конечного продукта. Поэтому исследования, направленные на устранение этих факторов и связанные с разработкой новых ресурсосберегающих технологий, являются актуальными всегда.

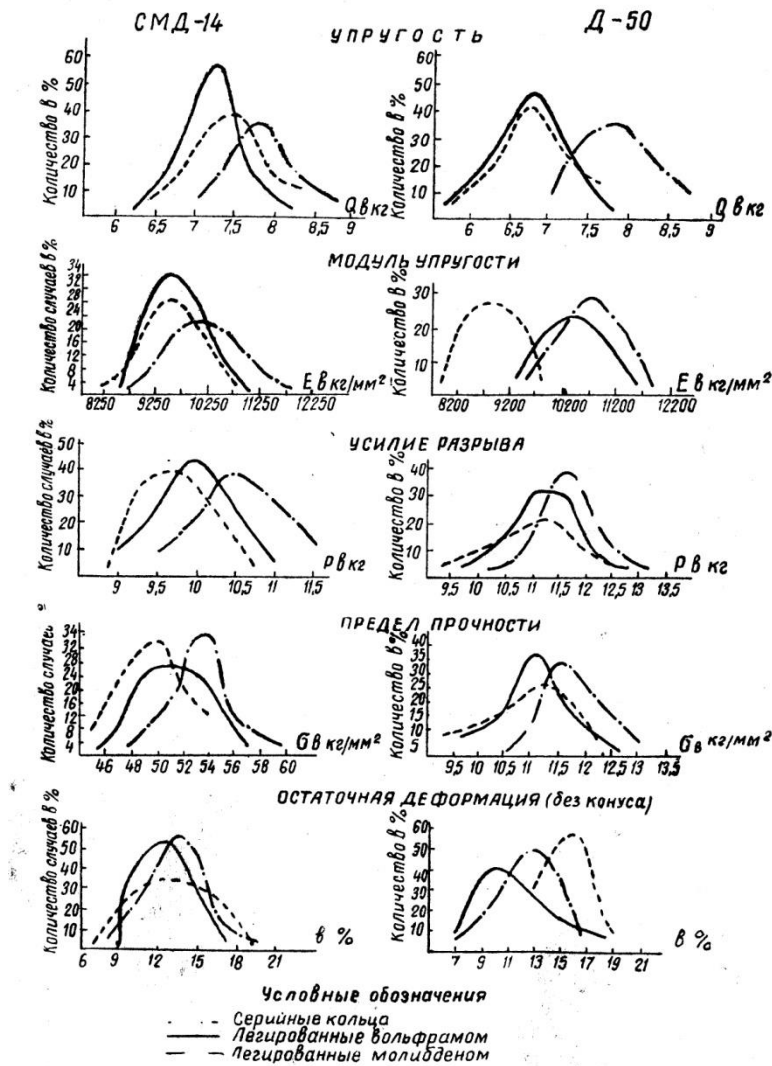


Рис.2 – Физико-механические свойства поршневых колец.

Практическая ценность работы состоит в том, что ее результаты позволяют получать отливки с использованием отходов, при обеспечении комплекса механических характеристик стабильных, с высокими служебными характеристиками. Кроме того снижается расход дефицитной лигатуры, которая приобретает строго по нормативным данным, и реально уменьшается расход электроэнергии.

Загрузка отходов инструментального производства производится в плавильную печь вместе с загрузкой исходного шихтового материала, то есть на твердую шихту, а не в расплавленный металл разливочного ковша. Предварительная обработка отходов собственного производства не предусматривается (нет необходимости).

Возможность производить завалку заменителя лигатуры на твердую шихту, согласно расчету, дает ряд существенных преимуществ.

Основные преимущества при использовании заменителя лигатуры, стальных отходов собственного производства, имеющих химический состав сходный с составом лигатуры ФХНМо-3 для модифицирования жидкого чугуна, при производстве заготовок поршневых колец из серого чугуна.

1. В состав заменителя лигатуры, отходов быстрорежущей стали Р6М5, входят сильные карбидообразующие легирующие элементы: вольфрам, молибден, ванадий, присутствие которых, с начала момента расплавления шихты обеспечивает:

- повышение температуры жидкого металла, что способствует более быстрому расплавлению шихтовых материалов;

- способствует более высокой степени насыщения жидкого металла углеродом;

- снижает угар углерода, за счет сдерживания процессов окисления и обезуглероживания жидкого металла;

- обеспечивается жидкотекучесть чугуна даже при содержании фосфора 0,3-0,35%.

- легирующие элементы вольфрам, молибден, хром связывают углерод в карбиды типа « $M_eC$ », создавая тем самым дополнительные центры кристаллизации и обеспечивая устойчивость чугуна против роста при графитизации при длительных выдержках перед заливкой.

- обеспечивается способность высокого перегрева чугуна за счет более высокой температуры плавления жидкого металла;

- путем сохранения дисперсности цементита пересыщенного жидкого раствора более быстро происходит его распад в момент модифицирования ферросилицием перед заливкой;

- за счет активного всплывания шлаковых включений при высоком перегреве, улучшается качество отливок;

За счет вышеперечисленных факторов обеспечивается более высокое качество литейной заготовки и снижение внутрিলитейного брака.

Ввиду более высокой температуры плавления вольфрама, молибдена, хрома, входящих в состав отходов инструментального производства, расплавление исходных литейных шихтовых материалов идет с более высокой скоростью. Вольфрам в очень сильной степени активизирует процесс расплавления шихты, время расплавления исходных загрузочных материалов сокращается до полутора часов, т. е. существенно. Экономия электроэнергии в данном случае очевидна. Все это делает металлические сплавы важнейшими материалами, значение которых непрерывно возрастает.

Превращение одних веществ (сырья, полуфабрикатов) в другие, обладающими полезным и заданным комплексом свойств, главная задача науки.

После расплавления шихты и доведения расплава до определенной температуры жидкий металл идет на заливку заформованных стоек. Результат анализа отливок поршневых колец, полученных литьем с использованием отходов собственного производства свидетельствовал, что:

По химическому составу материал отливок соответствует требованиям чертежа.

Твердость отливок поршневых колец, полученных литьем с использованием отходов производства, находится в пределах требований ТУ и чертежа.

Исследование механических свойств образцов отливок поршневых колец показало, что экспериментальные отливки удовлетворяют необходимым требованиям стандартов.



Исследование металлографического анализа образцов вырезанных из отливок показало, что микроструктура экспериментальных отливок удовлетворяет необходимым требованиям чертежа.

Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии извлечения в товарную продукцию компонентов молибденового и вольфрамового, в том числе некондиционного сырья, в плавильных процессах актуальная задача любого металлургического процесса.

Такая технология отвечает требованиям экономичности производства и высокому качеству продукции - конкурентно способная.

#### **Список литературы:**

1. <http://autonewsruussia.ru/news/694-novye-materialy-vsobreemnom-avtomobilestroenii.html>
2. <http://pandia.ru/text/78/077/6543.php>
3. <https://refdb.ru/look/3260374-pall.html>
4. Могилев В.К., Лев О.И. Справочник литейщика. – М.: Машиностроение, 1998. – 272 с.
5. Поляк М.С. Технология упрочнения. Технологические методы упрочнения: В 2 т. – М.: Машиностроение, 1995.
6. Криволапов И.П., Щербаков С.Ю., Манаенков К.А. Актуальность подготовки инженерных кадров для обеспечения экологической безопасности сельскохозяйственного производства // В сборнике: Экологическая педагогика: проблемы и перспективы в свете развития технологий Индустрии 4.0 Материалы Международной научной школы, организованной при финансовой поддержке Администрации Тамбовской области. Под общей редакцией Е.С. Симбирских. 2017. С. 22-24.

**RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE USE OF  
PRODUCTION WASTE TO PRODUCE HIGH QUALITY CASTINGS ARE  
PRESENTED**

**Chumicheva Lyubov Mikhailovna**  
Senior teacher

Michurinsk State Agrarian University  
Michurinsk, Russia

**Abstract :** the article presents materials, the technology of using domestic waste products to obtain high metallurgical quality of reflux.

**Key words:** casting; ligature; charge materials; chemical composition; recycling of waste.