

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЧУГУНА

М.Р. ТУРАКУЛОВ, Н.Қ. ТУРСУНОВ, ЮНУСОВ С.З., КЕНЖАЕВ С.Н.

*Ташкентский государственный транспортный университет*

***Turakulov Murot Rustamovich***

*Senior lecturer*

*Senior Lecturer of the Department of Materials Science and Mechanical Engineering, Tashkent State Transport University (TSTU),*

*Republic of Uzbekistan, Tashkent*

***Tursunov Nodirjon Kayumjonovich***

*Doctor of Philosophy (PhD) of the Department «Materials Science and Mechanical Engineering», Tashkent State Transport University (TSTU),*

*Republic of Uzbekistan, Tashkent*

***Yunusov Salokhiddin Zunnunovich***

*Dr. tech. sciences, professor*

*of the Department of Materials Science and Mechanical Engineering, Tashkent State Transport University, Tashkent,*

*The Republic of Uzbekistan*

***Kenjayev Sirojiddin Nematullayevich***

*Assistant,*

*Department of Materials Science and Mechanical Engineering,*

*Tashkent State Transport University,*

*Republic of Uzbekistan, Tashkent*

## АННОТАЦИЯ

В статье представлена эффективная технология выплавки синтетического чугуна в индукционной печи с различной долей стального лома, в составе металлошихты. Показано, что с увеличением стального лома в металлошихте увеличивается время плавки, удельный расход электроэнергии. В статье также показана технология изготовления формовочных и стержневых смесей для получения синтетического чугуна. Отражен состав и свойства стержневой смеси. Актуальность темы заключается в том, что увеличение грузоперевозок в мире предъявляет повышенные требования к чугуну, используемой, для изготовления железнодорожных деталей и ставит новые задачи в области металлургии, при этом надежность и долговечность являются важнейшими из них.

**Ключевые слова:** синтетический чугун, формовочная смесь, стержневая смесь, песок кварцевый, выплавка, синтетический чугун, индукционная печь, литье.

## ANNOTATION

The article presents an effective technology for smelting synthetic iron in an auxiliary furnace with a separate share of steel scrap, in composite metal batches. It is shown that with the predominance of steel scrap in the metal charge, the maximum melting time, specific energy consumption. The article also discusses the technology of manufacturing molding and core sands for the production of synthetic cast iron. The composition and properties of core mixtures are reflected. The relevance of the topic lies in the fact that the increase in cargo transportation in the world places increased demands on cast iron used for the manufacture of railway parts and sets new challenges in the field of metallurgy, while reliability and durability are the most important of them.

**Keywords:** synthetic cast iron, molding sand, core sand, quartz sand, smelting, synthetic cast iron, induction furnace, casting

Выплавка синтетических чугунов является основным средством подъема чугунолитейного производства на качественно новый этап, так как их можно отнести к конструкционным материалам, существенно отличающимся от применяемых ваграночных чугунов не только прочностными свойствами, но природой и технологией получения. Переплавка металлических отходов является основным путем их утилизации и представляет собой самую крупную сферу потребления твердых отходов в промышленности. В литейном производстве это касается проблемы в выплавки синтетического чугуна. В настоящее время накоплен большой положительный опыт производства синтетического литейного чугуна на ряде металлургических заводов Узбекистана и России. При этом присадку ферросилиция в чугун осуществляли в потоке чугуна на желобе доменной печи, либо непосредственно в чугуновозный ковш. Однако, высокая степень усвоения ферросилиция (85-90 %) достигалась только при условии соблюдения наиболее благоприятных для растворения ферросилиция условий [1].

На ряде металлургических заводов в ковш перед заливкой чугуна подавали жидкий ферросилиций. Организационно-технологические недостатки таких технологий в принципе достаточно очевидны, что, собственно, и

подтверждается тем фактом, что они не получили серьезного распространения. Эти технологии при получении синтетического чугуна дают широкие возможности в получение отливок, которые в свою очередь применяются в железнодорожном подвижном составе. В виду того, что на сегодняшний день есть дефицит доменных печей, мы нашли альтернативу при получении отливок в индукционных печах. Индукционные печи обладают высокой технологической гибкостью, т. е. позволяют получать чугун любого химического состава, выпускать жидкий металл произвольными порциями, длительно хранить металл без изменения его свойств, использовать шихтовые материалы малого объемного веса, механизировать и автоматизировать процессы выплавки.

При выплавке синтетического чугуна на уменьшение количества неметаллических включений в металле одновременно влияют относительная чистота материалов и рафинирующее действие переплава. В конечном итоге синтетический сплав значительно беднее неметаллическими включениями, чем обычный чугун, выплавленный из чушкового металла. Исходным сырьем для получения синтетического чугуна служат стальной лом, листовая обрезь, стружка и другие дешевые низкосортные металлоотходы. В настоящее время коэффициент использования металла в машиностроении составляет 0,7, т. е. 30% металла идет в отходы, большая часть которых имеет малый объемный вес, что затрудняет их дальнейшую переработку [2].

Из синтетического чугуна изготавливают разнообразные отливки ответственного назначения: колодки локомотивные, фрикционы, коленчатые валы, блоки цилиндров и головки двигателей внутреннего сгорания, арматуру для работы при высоких давлениях и повышенных температурах, износостойкие отливки, станочное литье и т.д. Синтетическое железо, то есть изготовленное из чугуна стального лома, известно уже более 70 лет. Его производство позволило разработать рукавные электроиндукционные печи (ЭИФ). Эти печи представляют собой прогресс в процессе плавки и металлургии жидкого металла, в частности по сравнению с традиционным чугуном в вагонной печи.

На ранних стадиях производства синтетические чугуны были загружены выше по механическим свойствам ( $R_m$  и  $HВ$ ) при той же степени насыщения ( $Sc$ ) по сравнению с чугунами, полученными с высокой долей дорогого

литейного чугуна. Это признание истолковывается как эффект высокого содержания азота в стали, хотя еще не было проверено на практике. Повышение механических свойств чугуна (в среднем около 20%) часто является предпочтительным на практике. Редукция практикуется для повышения степени насыщения чугуна.

Однако в последнее время практика показала дальнейшие изменения и технологических свойств синтетического чугуна, особенно более высокую склонность к твердым пятнам, хрупкости, усадкам, напряжениям и более высокую чувствительность чугунов в отличие от твердости отливок при различной толщине стенки. Эти отрицательные результаты зафиксированы особенно для тяжелых толстостенных отливок из чугунов с более высокой прочностью и ударной вязкостью.

Он характеризуется приемлемыми механическими свойствами, отличными литейными характеристиками и благоприятными физическими свойствами.

**Таблица 1.**

**Критерии качества синтетического серого железа**

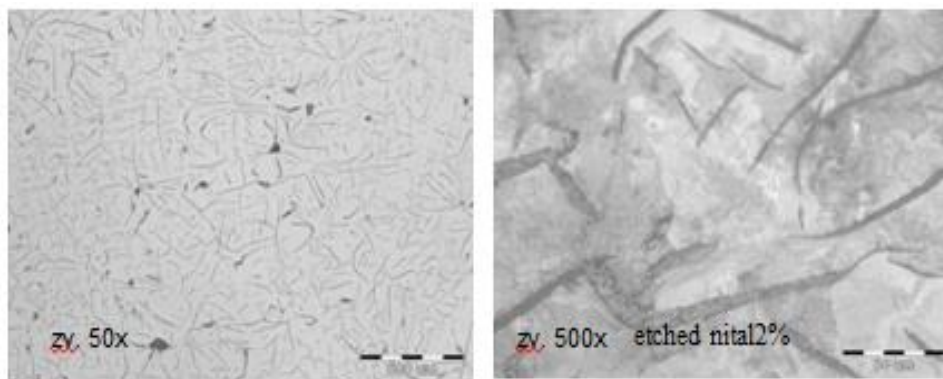
<b>Оцениваемые критерии качества</b>	
Степень зрелости чугуна RG (%)	82,57
Относительная твердость RH	1,469
коэффициент качества m	0,771
0,771 номер качества GZ	56,21

Из критериев качества (табл.1) можно констатировать, что получаемые чугуны имеют меньшую степень зрелости, т. е. имеют меньшую прочность, чем их химический состав. Синтетический чугун, с другой стороны, обладает высокой относительной твердостью, что в конечном итоге снижает его качество.

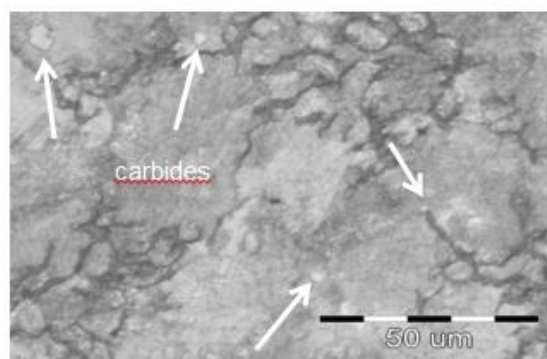
Исследовано также влияние науглероживания и легирования чугуна SiC, который считается эффективным инокулятором. Положительное действие этого разрешающего элемента проявлялось уменьшением клиновидности и появлением свободного цементита в металлической основе.

Микроструктура всех расплавов была перлитной с 92 – 96% долей перлита, рис. 1. Цементита в структуре расплавов не наблюдалось. В синтетическом сером чугуне (100% стальной лом) наблюдалась полная

перлитная микроструктура и обнаружены карбиды, рис. 2. Присутствие этих карбидов было причиной более высокой твердости в этом сером железе.



**Рис. 1. Типичная микроструктура серого чугуна стандартных расплавов**



**Рис. 2. Микроструктура синтетического серого железа, протравленного 2% ниталом, 500x**

Сущность процесса выплавки синтетического чугуна состоит в металлургическом обогащении жидкого железа углеродом и кремнием в произвольных пропорциях, а также в применении высокотемпературной обработки, что позволяет получать сплавы с заранее заданными химическим составом и свойствами. Для формирования высоких свойств чугуна в отливках необходимо разрушение несовершенной структуры исходных шихтовых материалов. Применение для выплавки синтетического чугуна индукционных печей позволяет осуществлять глубокую термовременную обработку, рафинирование, модифицирование и легирование жидкого металла [3].

Исходным сырьем для получения синтетического чугуна служат стальной лом, листовая обрез, стружка и другие дешевые низкосортные металлоотходы. В настоящее время коэффициент использования металла в машиностроении составляет 0,7, т. е. 30% металла идет в отходы, большая часть которых имеет

Материалы для формовочных и стержневых смесей должны быть проверены при входном контроле отделом технического контроля (ОТК 100%)

согласно ГОСТ 24297-2013 с соответствующей отметкой в учётных сопроводительных документах.

Песок кварцевый сухой и воздушный - сухой с влажностью не выше:

-для формовочных смесей до 3%;

-для стержневых смесей до 2%;

Смесь формовочная отработанная должна быть отсепарированная, просеянная через сито с ячейкой не более 5x5 мм, глина формовочная сухая, молотая, просеянная через сито с ячейкой 2x2 мм, сульфитная барда должна храниться в закрытой емкости с крышкой. Не допускается попадание мусора. Подавать в бегуны в ведрах, серебристый графит должна храниться в мешках в закрытой помещении [4,5].

Приготовление смесей на основе связующего материала NOVANOL 165 производить по ТИ №39.002.2014. Приготовление смесей на основе жидкого стекла в смесителе мод. ИСМ-050-02 производить по ТИ № 39.003.2014. Вместо хромитового песка использовать кварцевый песок. Состав и свойства стержневой смесей показано в таблице 1.

**Таблица 1**

**Состав и свойства стержневой смесей**

Состав смеси, %				Свойства смеси
Кварцевый песок	Novanol 165	Стекло жидкое	Вода техническая	Прочность на растяжение твердых образцов, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )
100	4,5-6,0	-	-	0,15-0,2 (1,5-2,0)
100		10,0-12,0	2,0	Не менее 0,2 (не менее 2,0)

Метод отбора и подготовки пробы для испытания по ГОСТу 23408-78; общие требования к методам испытаний по ГОСТу 23409.0-78; метод определения содержания влаги производится по ГОСТу 23409.5-78, метод определения - газопроницаемости производится по ГОСТу 23409.6-78, метод определения прочности производится по ГОСТу 23409.7-78 [6].

Примечание: Формовочные и стержневые смеси отбирать на определение содержания влаги, газопроницаемости и на прочность не менее 1 раза в смену.

При ручном изготовлении стержней в неразъемных ящиках произвести следующие операции:



-очистить внутреннюю поверхность ящика от пыли и нанести на его стенки разделительный состав;

-насыпать порцию стержневой смеси в ящик (немного больше половины высоты), установить каркас и произвести уплотнение смеси деревянной трамбовкой;

-насыпать смесь несколько выше борта ящика (на 6 - 8 мм) и снова уплотнить;

-счистить лишнюю смесь с поверхности ящика линейкой и наколоть душником вентиляционные каналы так, чтобы конец душника не доходил до дна ящика на 5-10мм;

-сушить стержней углекислым газом; мелкие стержни продувать углекислым газом партиями под зонтом (герметичный ящик). Для этого под зонт 2 раза подают углекислый газ в течение 20 - 30 секунд с перерывом в 2-3 минут;

-средние стержни продувать в тело по металлической трубке от 1 минут непосредственно в стержневых ящиках, благодаря чему исключается возможность их деформации;

-давление продувки должна быть 1 атмосфер и оптимальная температура смеси при её продувке 18...22 °С;

-после сушки обстучать ящик (растолкать стержень) деревянным молотком;

-осторожно снять стержневой ящик со стержня;

-при необходимости произвести ремонт стержня;

-не разрешается простой химически упрочнённых стержней более 12 час.

Использование дешевых металлоотходов для выплавки синтетического чугуна обеспечивает снижение его себестоимости на 25...30 % по сравнению с обычными чугунами вторичного переплава. Исследована эффективность технологий выплавки синтетического чугуна в индукционной печи с различной долей стального лома в составе металлошихты. Показано, что с увеличением стального лома в металлошихте увеличивается время плавки, удельный расход электроэнергии, расход кокса, твердость колодки и уменьшается выход годного.

Из синтетического чугуна изготавливают разнообразные отливки ответственного назначения: колодки вагонные и локомотивные, фрикционные клинья, поршни Д100, гильзы цилиндров Д100, коленчатые валы, блоки

цилиндров и головки двигателей внутреннего сгорания, износостойкие отливки, станочное литьё и т. д.

Ожидаемый валовый доход в производстве:

1. Вагонных и локомотивных колодок - 3.815 млрд.сум/год.
2. Фрикционных клиньев - 1,931 млрд.сум/год.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Влияние увеличенной доли стального лома в сырье проявлялось значительным увеличением твердости по Бринеллю НВ в синтетическом сером чугуна, в то время как предел прочности при растяжении соответствовал обычному серому чугуна. Более высокая доля стального лома (в среднем 34,4%) показала более высокую степень зрелости РГ серого чугуна примерно на 10% и более высокое качественное число ГЗ – 100,64. Дополнительно известно положительное влияние SiC в шихте на уменьшение клиновидного и свободного цементита в структуре получаемого синтетического чугуна. Также нецелесообразно использовать сырье с низким содержанием S для получения высококачественного серого чугуна.

Использование стального лома в партии имеет большое значение не только с экономической точки зрения, но и с точки зрения достижения желаемых механических свойств, в частности твердости. Высокая доля стального лома в шихте не вызвала ухудшения качественных свойств синтетического серого чугуна.

### **Список литературы:**

1. Вайнберг А.М. Индукционные плавильные печи; Учебное пособие для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергия, 1967. 416 с.: ил.
2. Турсунов, Н. К., Семин, А. Е., & Санокулов, Э. А. (2017). Исследование в лабораторных условиях и индукционной тигельной печи вместимостью 6 тонн режимов рафинирования стали 20 ГЛ с целью повышения ее качества. Тяжелое машиностроение, (1-2), 47-54.
3. Турсунов, Н. К. (2022). ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАФИНИРОВАНИЯ СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА. Лучший инноватор в области науки, 1(1), 667-673.
4. Фарбман С.А., Колобнев И.Ф. Индукционные печи для плавки металлов и сплавов. Изд. доп. и перераб. М.: Metallurgy, 1968. 496 с.
5. Турсунов, Н. К., Тоиров, О. Т., Железняков, А. А., & Комиссаров, В. В. (2021). Снижение дефектности крупных литых деталей подвижного состава



железнодорожного транспорта за счет выполнения мощных упрочняющих рёбер.

6. Турсунов, Н. К. (2021). Повышение качества стали, используемой для изготовления литых деталей подвижного состава, за счет применения модификаторов.

7. Ruzmetov, Y., & Valieva, D. (2021). Specialized railway carriage for grain. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 05059). EDP Sciences.

8. Kayumjonovich, T. N., Komissarov, V. V., & Pirmukhamedovich, A. S. (2022). EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS SLIPPING IN A FRICTION PAIR OF STEEL MATERIALS. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(6), 1062-1073.