- АПК» в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс–2014". – Уфа: ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – С. 68-73.
4. Karimov Khasan. Reasoning Barley Grain Drying Modes for Vacuum-Infrared Drying Machines / Vladimir Martynov, Ildar Gabitov, Ildar Ganeev, Ilgam Masalimov, Valeri Permyakov, Ildar Ganeev, Ilnur Saitov and Bulat Saitov. // Journal of Engineering and Applied Sciences 13. – 2018. Special Issue 11. P.8803-8811.
 5. Пермяков, В.Н. Проектирование камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде Arm Winmachine / В.Н. Пермяков, Х.Т. Каримов // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2015. – №3 – С. 111-113.
 6. Муслимов, Р.В. Расчет каркаса конвейерной сушильной установки с применением программы Arm Winmachine / Р.В. Муслимов, Х.Т. Каримов // Материалы VI Всероссийской студенческой конференции «Студент и аграрная наука». – Уфа: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство образования Республики Башкортостан, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный аграрный университет, Совет молодых ученых университета, 2012. – С. 96.
 7. Масалимов, И.Х. Обоснование параметров сушильной камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде ArmWinmachine / И.Х. Масалимов, Х.Т. Каримов // Материалы Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. – С. 269-273.
 8. Каримов, Х.Т. Расчет каркаса мобильной вакуумной инфракрасной сушильной установки с применением программы ArmWinmachine / Х.Т. Каримов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Технологии реновации машин и оборудования» в рамках XI Промышленного салона и специализированных выставок "Промэкспо, станки и инструмент", "Сварка. Контроль. Диагностика". – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 111-114.
 9. Ибрагимов, Р.Р. Использование приложений КОМПАС 3D при изучении дисциплины "Детали машин и основы конструирования" / Р.Р. Ибрагимов, Х.Т. Каримов, В.Ш. Валеев // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Совершенствование основных профессиональных образовательных программ в вузе: проблемы и возможные пути их решения». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2018. – С. 264-267.
 10. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: автореферат. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Талхиевич. – Уфа, 2019. – 20 с.
 11. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Талхиевич. – Уфа, 2019. – 195 с.
 12. Пермяков, В.Н. Совершенствование мобильной вакуумной инфра-красной сушилки в STRUCTURE 3D / В.Н. Пермяков, Х.Т. Каримов // Фундаментальные основы механики. – 2016. – №1 – С. 136-139.

Солдатов В.Г., Петраков О.В., Вавилин Я.А.
Рафинирование стали от примесей цветных металлов

*Брянский государственный технический университет
(Россия, Брянск)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-45

idsp: ljjournal-05-2020-45

Аннотация

Производители стальных отливок ответственного назначения, к которым предъявляются повышенные требования по усталостной прочности и хладостойкости, часто сталкиваются с проблемами различного рода дефектов и низких эксплуатационных характеристик изделий по причине загрязненности стали различными примесями. Самыми вредными и трудноудаляемыми среди этих примесей являются примеси цветных металлов, которые попадают в сталь из исходных шихтовых материалов. Загрязненная такими примесями сталь чрезвычайно сложно поддается рафинированию, и все технологические операции по очистке металла являются трудоемкими и дорогостоящими.

Ключевые слова: сталь, примеси цветных металлов, рафинирование.

Abstract

Manufacturers of steel castings for responsible purposes, which are subject to increased requirements for fatigue strength and cold resistance, often face problems of various types of defects and low performance characteristics of products due to contamination of steel with various impurities. The most harmful and difficult to remove among these impurities are non-ferrous metal impurities that fall into the steel from the initial charge materials. Steel contaminated with such impurities is extremely difficult to Refine, and all technological operations for cleaning the metal are labor-intensive and expensive.

Keywords: steel, non-ferrous metal impurities, refining.

Основным исходным материалом для выплавки качественной стали является металлическая шихта, состоящая из отходов собственных производств и товарного лома. Обязательные регламентируемые показатели качества шихтовых материалов: определенность химического состава, насыпная плотность и габаритные размеры отдельных составляющих. Основные требования к химическому составу металлической шихты предъявляют с учетом требований по содержанию в готовой стали основных и примесных элементов, не удаляемых в ходе металлургического процесса выплавки.

Снижение содержания таких вредных примесей как сера, фосфор и газов достигают за счет оптимизации режима выплавки, рафинирования и технологии внепечной обработки стали в ковше. Удаление примесей цветных металлов при выплавке стали в классических печных агрегатах трудно осуществимо, что может значительно увеличивать процент брака и стоимость готовых отливок. В качественных конструкционных сталях наличие сотых и тысячных долей процента нежелательных примесей цветных металлов заметно ухудшает их свойства. Низкие температуры плавления этих примесей и высокая склонность к ликвации по границам зерен усиливают их негативное воздействие на качество стальных отливок.

Проблема рафинирования стали от примесей цветных металлов усугубляется постоянным их накоплением с увеличением процентного содержания в возврате собственного производства и стальном ломе в процессе их повторного использования и оборота.

Примеси цветных металлов образуют в процессе кристаллизации стали легкоплавкие эвтектики по границам дендритов, что ослабляет металлическую связь между зернами, провоцирует развитие различного рода трещин, повышает склонность к отпускной хрупкости, приводит к снижению служебных характеристик изделий из выплавленной стали. Все это препятствует получению металла с требуемыми свойствами. Наличие в ломе мышьяка, олова, свинца (0,02 – 0,04%), повышает хладноломкость выплавленной стали. Пластичность стали снижается с увеличением содержания меди, молибдена и олова. Содержание 0,001% сурьмы придает стали хрупкость, мышьяк ухудшает свариваемость. Эти примеси также ухудшают обрабатываемость стали давлением в горячем состоянии. По этим причинам к сталям для отливок ответственного назначения предъявляют жесткие требования по содержанию таких примесей.

Содержание вредных примесей в готовой стали напрямую зависит от состава шихтовых материалов используемых при выплавке. Все эти примеси можно подразделить на три группы: не поддающиеся удалению; поддающиеся удалению в ограниченной степени; удаляемые примеси. При получении качественной стали с минимальным содержанием вредных примесей предъявляются повышенные требования к используемым исходным материалам, которые дополнительно нужно подготовить к плавке путем тщательной сортировки и специальной обработки.

При выплавке стали в открытых печных агрегатах газовая фаза в основном имеет окислительный характер. В дуговых сталеплавильных печах можно создать

нейтральную и даже восстановительную атмосферу, в этом смысле они имеют преимущество перед мартеновскими печами и позволят выплавлять в них более качественные стали.

По химическому сродству к кислороду относительно железа, как основного компонента стали, примеси цветных металлов можно расположить в следующий ряд:

Bi, Cu, Pb, Sb, Ni, Co, W, Sn, As, Mo, Fe, Zn, Cr, Mn, V, Si, Ti, B, Zr, Al, Mg, Ca.

Элементы, расположенные справа от железа, окисляются в процессе выплавки стали и могут достаточно легко удаляться из жидкого металла. Элементы слева от Fe не окисляются при выплавке, их удаление из расплава уже представляет собой довольно сложную задачу. В зависимости от химического сродства к кислороду и температуры испарения примеси цветных металлов разделяют на следующие группы:

1. Обладающие высоким химическим сродством к кислороду и окисляющиеся до следов во время выплавки (Zn, Zr, Al, Mg, Ca).
2. Имеющие химическое сродство к кислороду меньшее, чем Fe и почти полностью остающиеся в стали в растворенном состоянии в процессе выплавки (Cu, Ni, Sn, As, Sb).
3. Удаляющиеся из шлака и металла вследствие своей легкоплавкости и летучести (Zn, Pb).

Коротко рассмотрим характеристики наиболее часто встречающихся примесей цветных металлов стали. Олово Sn ($T_{пл}=232\text{ }^{\circ}\text{C}$, кипения – $2602\text{ }^{\circ}\text{C}$.) уже в относительно малых количествах является вредным для сталей. Имеет высокую склонность сегрегировать к границам зерен, что вызывает отпускную хрупкость в сталях, снижает горячую пластичность и все механические свойства. Особую трудность при удалении из жидкой стали вызывает неокисляемость олова и высокая температура кипения. Сурьма Sb ($T_{пл}=630,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, кипения - $1634\text{ }^{\circ}\text{C}$) имеет сильную склонность сегрегировать при затвердевании стали и поэтому вредно влияет на качество стали, вызывает отпускную хрупкость сталей, снижает механические свойства. Сурьма токсична и относится к ядовитым веществам. Цинк Zn ($T_{пл}=419,5^{\circ}\text{C}$, кипения $906\text{ }^{\circ}\text{C}$) во время плавления шихты улетучивается, окисляется и удаляется с отходящими газами, оксид цинка конденсируется на сравнительно холодных поверхностях. В результате на поверхности насадок регенераторов и в боровых мартеновских печей, на трубках котлов-утилизаторов конвертеров откладывается оксид цинка, что снижает стойкость и футеровки и оборудования. Свинец Pb ($T_{пл}=327,4^{\circ}\text{C}$, кипения $1750\text{ }^{\circ}\text{C}$) или испаряется из печи или быстро расплавляется, стекая вниз и, обладая высокой жидкотекучестью, просачивается в малейшие несплошности футеровки, что в дальнейшем может способствовать уходу металла через кладку. Необходимо помнить, что пары свинца опасны для здоровья работников.

Обозначим основные меры борьбы с примесями цветных металлов:

1. Грамотное составление шихтовки с обязательным контролем химического состава металлоотходов собственного производства, товарного лома и ферросплавов. Внимательно нужно относиться к сортировке шихты и доле возврата собственного производства.

2. Предварительная высокотемпературная обработка содержащих цветные металлы отходов и шихтовых материалов. Такая обработка при температуре около 900°C и выдержкой примерно 0,5 часа позволяет удалить легкоплавкие включения их шихты, попутно сгорают масляные загрязнения и испаряется влага.

3. Продувка жидкого металла порошками на основе извести CaO и плавикового шпата CaF_2 в струе кислорода. При такой обработке удаляются такие примеси как As, Sn, Sb – это связано с процессами их абсорбции, окисления и всплытия в шлак.

4. Применение кальций содержащих материалов и флюсов. Кальций очень активный в химическом плане элемент и может обеспечивать получение над металлом

инертной или восстановительной атмосферы, а также образовывать интерметаллические соединения типа Ca_2Sn , удаляющиеся в шлак. Хорошие результаты по удалению Pb, Zn, Sn дает обработка при повышенном давлении (до 10 Мпа) для предотвращения испарения кальция. При обработке под давлением применяют металлический Ca или покровный шлак на основе CaF_2 . Также возможно применение продувки жидкой стали аргонном с порошками кальция под восстановительным шлаком.

5. Вакуумирование жидкой стали. В этой технологии используется явление испарения цветных металлов в вакууме при повышенной температуре. Возможность и интенсивность испарения определяются давлением пара примеси над расплавом. Для испарения необходимо обеспечить глубокий вакуум и длительную выдержку, что в массовом производстве конечно трудно осуществимо и весьма затратно. На практике для обработки больших масс жидкой стали достаточно успешно применяется технология пульсационного вакуумирования, что обеспечивает дополнительное перемешивание расплава и интенсификацию процессов удаления примесей цветных металлов. Хорошую чистоту стали по примесям цветных металлов обеспечивает технология вакуумного переплава.

По мере развития технологии внепечной обработки стали появляются новые возможности и совершенствуются технологии рафинирования стали от примесей цветных металлов.

1. Кудрин, В.А. Внепечная обработка чугуна и стали / В.А. Кудрин – М.: Металлургия, 1992. – 336 с.
2. Гуляев, А.П. Металловедение: учеб. для вузов/ А.П. Гуляев. - 5-е изд., перераб. – М.: Металлургия, 1978. - 647 с.

Тойгамбаев С.К.

Передвижной канавный гидropодъемник для проведения ремонтных работ

Российский государственный аграрный университет МСХА им. К.А.

Тимирязева

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/lj-05-2020-46

idsp: ljjournal-05-2020-46

Аннотация

В статье представлена принципиальная передвижного канавного гидropодъемника, предназначенный для вывешивания над осмотровой канавой или подъемником передних или задних мостов легковых автомобилей, а так же отдельных агрегатов автомобиля. Проведены расчеты режимов и прочностные расчеты отдельных деталей.

Ключевые слова: гидropодъемник; каретка; подвижной; компоновка.

Abstract

The article presents the basic concept of a mobile ditch hydraulic lift, designed for hanging over the inspection ditch or lift front or rear axles of passenger cars, as well as individual units of the car. Mode calculations and strength calculations of individual parts were performed.

Keywords: hydraulic lift; carriage; movable; layout.

Передвижной канавный гидropодъемник, предназначенный для вывешивания над осмотровой канавой или подъемником передних или задних мостов легковых автомобилей, а так же отдельных агрегатов автомобиля.