

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛИ

*Сейдаметов С.Р., докторант кафедры «Материаловедения и машиностроения» Ташкентский государственный транспортный университет Республики Узбекистан*

*Юлдашева Г. Б., PhD, доцент кафедры «Материаловедения и машиностроения» Ташкентский государственный транспортный университет Республики Узбекистан*

*Валиева Д.Ш., докторант, кафедры «Материаловедение и машиностроение», Ташкентский Государственный Транспортный Университет Узбекистан, г. Ташкент*

**Аннотация:** В работе исследована процесс рафинирования металлического расплава с использованием внепечной обработки в ковше позволяющая производить отливки с минимальной отбраковкой по литейному дефекту. Была спроектирована и изготовлена модель установки для процесса удаления неметаллических включений из жидкости при продувке инертным газом через донную пробку и верхнюю фурму. В частности, оценивалось влияние верхней фурмы на интенсивность перемешивания и времени продувки на количество удаленных неметаллических включений.

**Ключевые слова:** неметаллические включения, продувка, фурма, сталь, время выдержки.

**Abstract:** The paper studies the process of metallic melt refining using out-of-furnace treatment in a ladle, which allows to produce castings with minimal rejection by casting defect. A plant model was designed and made for the process of removing non-metallic inclusions from liquid by blowing with inert gas through the bottom plug and the top lance. Particularly the influence of

top lance on stirring intensity and blowing time on the amount of removed non-metallic inclusions was estimated.

**Key words:** nonmetallic inclusions, blowing, lance, steel, holding time.

С каждым годом повышаются требования потребителей к качественной стали. Качество стали, прежде всего, определяется содержанием вредных примесей, при этом существенное влияние на него оказывают неметаллические включения. Известно, что в процессе разрушения металла значительную роль играет не только количество включений, но и их распределение, морфология, т.е. форма, размер, состав.

Неметаллическими включениями называются содержащиеся в стали и отливках соединения металлов с неметаллами, таких как кислород, сера, азот, фосфор, водород и др. Почти все включения, кроме специальных дисперсных, являются концентраторами напряжений в отливках, ускоряют зарождение, развитие трещин и оказывают существенное влияние на характер разрушения. Степень влияния включений на свойства отливок зависит от типа, формы, размеров, состава, расположения, твердости, температуры плавления, стабильности и других характеристик.

Наиболее часто встречающиеся в структуре литой стали типы неметаллических включений представлены на рис. 1.

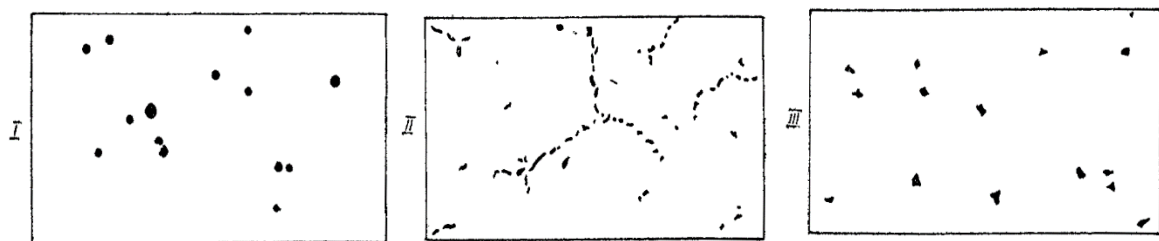


Рис. 1 Типы включений в среднеуглеродистой стали,  $\times 200$ :

I – глобулярные дезориентированные;

II – эвтектические, ориентированные по границам зерен;

III – угловатые дезориентированные

Методика

В работе выбран метод рафинирования стали в ковше с донной

продувкой, с комбинированным верхним вводом десульфурствующих шлакообразующих порошкообразных материалов в токе аргона.

Вдуваемые в расплав шлакообразующие порошкообразные материалы являются реагентами, с максимальной скоростью взаимодействия с металлом и высокой степенью использования вдуваемых смесей. Достоинством метода является введение реагента и металла струей газоносителя, который оказывает положительное воздействие на металлический расплав (рис.2).

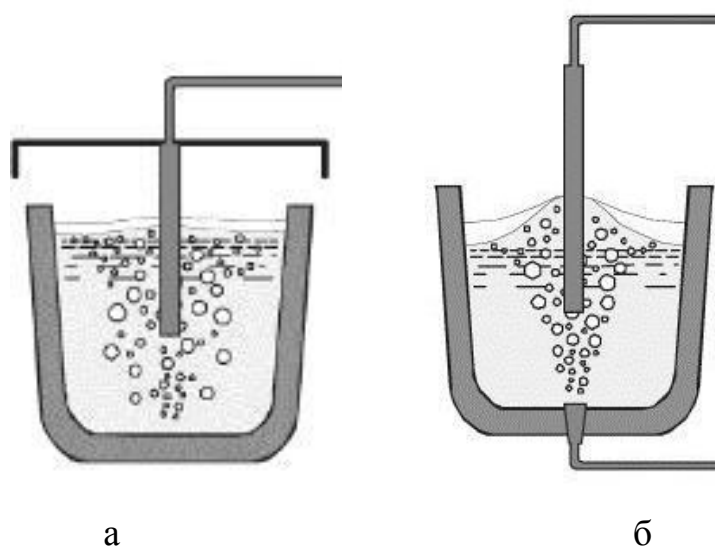


Рис. 1 - Схема продувки металла в ковше (а-верхняя продувка, б-комбинированная продувка)

Была спроектирована и изготовлена модель установки для процесса удаления неметаллических включений из жидкости при продувке газом через донную пробку и верхней фурмы. В частности, оценивалось влияние верхней фурмы на интенсивность перемешивания, продолжительности продувки на количество удаленных неметаллических включений.

#### Результаты

На экспериментальной установке была проведена серия экспериментов по изучению процессов удаления включений из жидкости при продувке через донную пробку (1) и совместно с верхней фурмы (2), с разной длительностью продувки. Графические результаты представлены

на рис. 3.

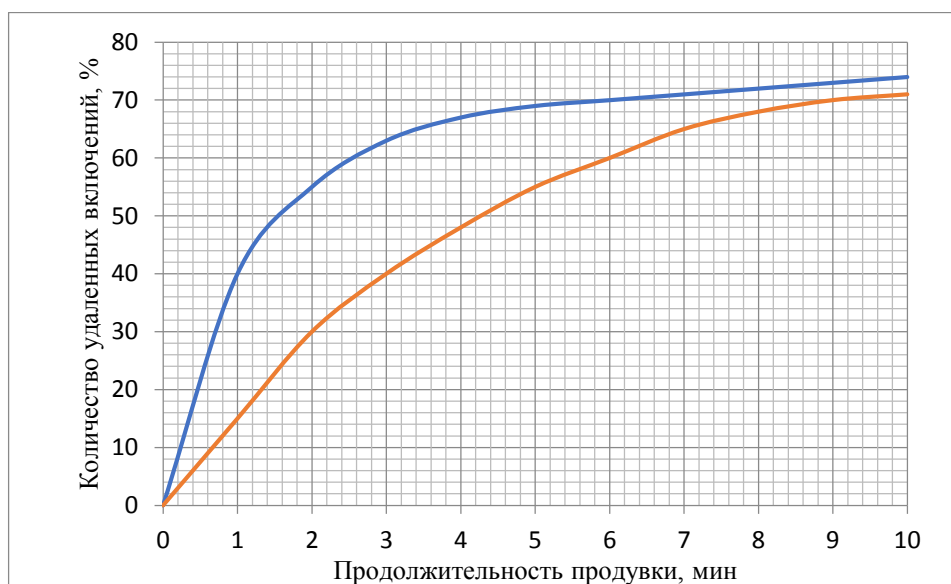


Рисунок-3. Зависимость количество удаленных включений от продолжительности продувки. 1- при продувке через донную пробку; 2- комбинированная с верхней фурмой

**Заключение.** Установлено наличие пороговых значений интенсивности и продолжительности продувки, после достижения которых дальнейшая обработка становится малоэффективной.

#### **Использованные источники:**

1. К.В. Григорович, Т.В. Шibaева, А.М. Арсенкин. Влияние технологии раскисления трубных сталей на состав и количество неметаллических включений. *Металлы*. 2011. № 5. С. 164–170.
2. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. — М.: Мир, Издательство АСТ, 2003. - 528 с
3. Otabek Toirov and Nodirjon Tursunov, “Development of production technology of rolling stock cast parts”, *E3S Web of Conferences* 264, 05013 (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405013>.
2. Tursunov, N.K., Semin, A.E., Sanokulov, E.A. Study of desulfurization process of structural steel using solid slag mixtures and rare earth metals, (2016) *Chernye Metally*, (4), pp. 32-37.

3. Tursunov N. K., Semin A. E., Kotelnikov G. I. Kinetic features of desulphurization process during steel melting in induction crucible furnace. *Chernye Metally*. 2017. No. 5. pp. 23–29.
4. Tursunov N. K., Semin A. E., Sanokulov E. A. Study of dephosphoration and desulphurization processes in the smelting of 20GL steel in the induction crucible furnace with consequent ladle treatment using rare earth metals. *Chernye Metally*. 2017. No. 1. pp. 33–40.
5. Otabek Toirov, Nodirjon Tursunov, Shavkat Alimukhamedov, and Lochinbek Kuchkorov, “Improvement of the out-of-furnace steel treatment technology for improving its mechanical properties”, *E3S Web of Conferences* 365, 05002 (2023).  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336505002>.
6. Lochinbek Kuchkorov, Shavkat Alimukhamedov, Nodirjon Tursunov, and Otabek Toirov, “Effect of different additives on the physical and mechanical properties of liquid-glass core mixtures”, *E3S Web of Conferences* 365, 05009 (2023).  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336505009>.
7. Murot Turakulov, Nodirjon Tursunov, and Shavkat Alimukhamedov, “Development of technology for manufacturing molding and core mixtures for obtaining synthetic cast iron”.  
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336505006>.
8. Kayumjonovich, T. N. (2022). NON-METALLIC INCLUSIONS IN STEEL PROCESSED WITH MODIFIERS. *Web of Scientist: International Scientific Research Journal*, 3(5), 1848-1853.