

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АРГОНОВОЙ ПРОДУВКИ В
СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА СТАЛИ

*Турсунов Н.К. доктор технических наук, профессор
кафедры «Материаловедение и машиностроение»*

*Ташкентский Государственный Транспортный Университет
Узбекистан, г. Ташкент*

Тоиров О.Т. докторант

*кафедра «Материаловедение и машиностроение»
Ташкентский Государственный Транспортный Университет
Узбекистан, г. Ташкент*

Саидирахимов А. А. инженер

*АО "Литейно-механический завод"
Узбекистан, г. Ташкент*

Annotatsiya: Ushbu maqola suyuq po'latni pechdan tashqari qayta ishlashga, xususan, sifatini yaxshilash uchun metallni inert gazlar bilan tozalashga bag'ishlangan. Inert gazlardan foydalanishning asosiy afzalliklari, tozalash moslamalarini samarali joylashtirish, shuningdek, suyuq po'latning gomogenizatsiya vaqtining inert gazning hajmli oqim tezligiga bog'liqligi ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: suyuq po'lat, argon bilan tozalash, matematik modellashtirish, tozalash uchun blok, gomogenlash.

Аннотация. Данная статья посвящена внепечной обработке жидкой стали, в частности, продувки металла инертными газами для повышения его качества. Рассматриваются основные преимущества использования инертных газов, эффективное расположение продувочных блоков, а также зависимость времени гомогенизации жидкой стали от объемного расхода инертного газа.

Ключевые слова: жидкая сталь, продувка аргоном, математическое моделирование, продувочный блок, гомогенизация.

Annotation. This article is devoted to the out-of-furnace treatment of liquid steel, in particular, the purging of metal with inert gases to improve its quality. The main advantages of using inert gases, the efficient arrangement of purge blocks, as well as the dependence of the homogenization time of liquid steel on the volume flow of inert gas are considered.

Key words: liquid steel, argon purge, mathematical modeling, purge block, homogenization.

Одна из основных задач, которые ставят перед собой металлурги, является снижение производственных затрат при поддержание высокого качества металла. Эта цель достигается, за счет оптимизации проводимых технологических процессов. Общепринятая технология гомогенизации стали инертными газами является важной стадией производства стали. Продувка инертного газа (аргон) в расплав в сталеразливочном ковше является наиболее доступным. Процессы гомогенизации при продувке аргоном в расплав на ковше исследовали многие ученые.

Обычно рекомендуется продувать снизу. Продувка осуществляется в ковше инертным газом, преимущественно аргоном, что облегчает очищение жидкой стали. Газообразный аргон (Ar) предпочтителен для очищения из-за его инертного характера, помимо его очень низкой растворимости в жидкой стали. Транспортирующийся инертный газ движется со дна ковша к верх, т.е. к шлаку и расширяется за счет нагрева и снижения ферростатического давления по ходу подъема. Однако процесс продувки потребует гораздо меньшей скорости потока газа. Газообразный аргон продувают при умеренной скорости, менее $0,6 \text{ Нм}^3/\text{мин}$, что является экстремумом для достижения гомогенизации жидкой стали по температуре и по химическому составу. Интенсивность перемешивание газа имеет большое значение, потому что сталелитейные заводы хотят связать качество и состав стали на эффект перемешивания.

Основными преимуществами продувки жидкой стали инертными газами является:

- удаление растворенных газов из жидкой стали;
- гомогенизация по температуре и составу;
- удаление неметаллических включений;
- равномерное диспергирование легирующих элементов и добавок;
- повышение скорости химической реакции.

Из-за более низкой стоимости огнеупоров, лучшая эффективность и более простая установка является продувка расплава инертными газами снизу чем по методу погружение фурмы сверху.

Цель настоящей работы состоялась в том, чтобы получить данные о влияние объемного расхода инертного газа и положения продувочного блока на днище ковша в процессе гомогенизации. На рисунке 1 показаны исследуемые положения продувочного блока. В работе изучено только позиции O, A, D, E. Определение условий физического подобия основывалось на проверенной и использованной процедурах.

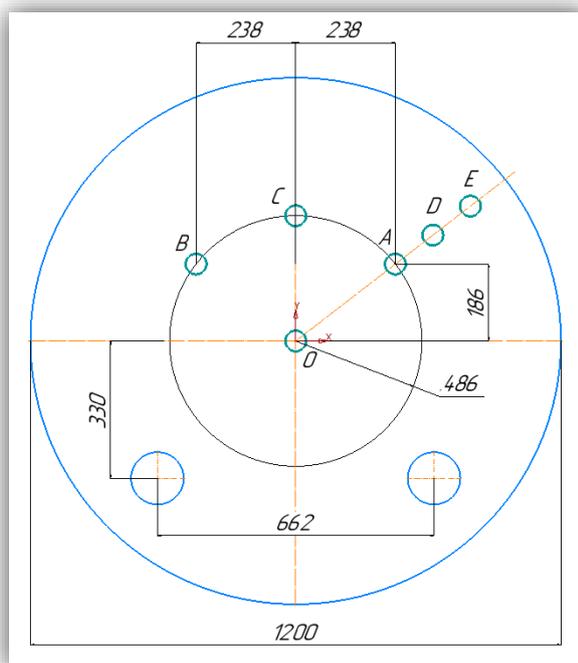


Рисунок 1 - Положения элементов мешалок на днище ковша, используемые для моделирования

Препятствия, возникающие при физическом моделировании, в большинстве случаев можно преодолеть с помощью математического моделирования процесса. Совсем недавно, математическое моделирование было наиболее распространенным инструментом, поскольку воодушевлены динамичным развитием IT-технология и появление более точных числовых процедуры и компьютерное программное обеспечение. В математическом моделировании процесс перемешивания металлической ванны основано на уравнениях Навье-Стокса. В 1979 г. Джулиан Секели и др., которые предприняли попытку численно стимулировать явление турбулентного течения в ковше во время продувки газа с применением уравнений Навье-Стокса. С тех пор, проблема моделирования перемешивание разрабатывалась в многочисленных публикациях; и к этому вопросу было посвящено отдельное направление исследований, описывающиеся как CFD (вычислительная гидродинамика). Исследования проводились с помощью числовых моделирований (вычислительная гидродинамика – CFD). На рисунке 2 показано математическое моделирование продувки стали в сталеразливочном ковше с продувочным блоком.

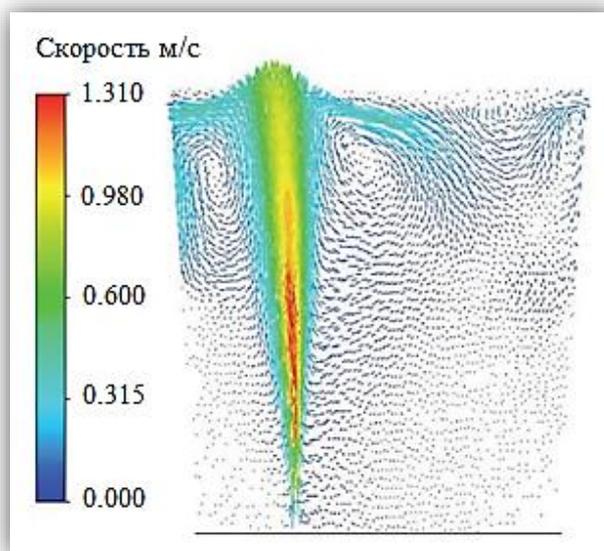


Рисунок 2 - Моделирование продувки стали в сталеразливочном ковше

Современное математическое моделирование на основе CFD позволяет ознакомиться с течением жидкой стали, присутствующей в ковше, следовательно, определить время необходимое для гомогенизации жидкого металла.

Для целей промышленной интерпретации время гомогенизации, измеренное на модели обработаны графически и показано влияние объемного расхода аргона для достижения время гомогенизации для четырех положений продувочных блоков в днище ковша с маркировкой O, A, D и E; полученная регрессия функции и коэффициенты их детерминации для отдельных смоделированные варианты показано на рисунке 3.

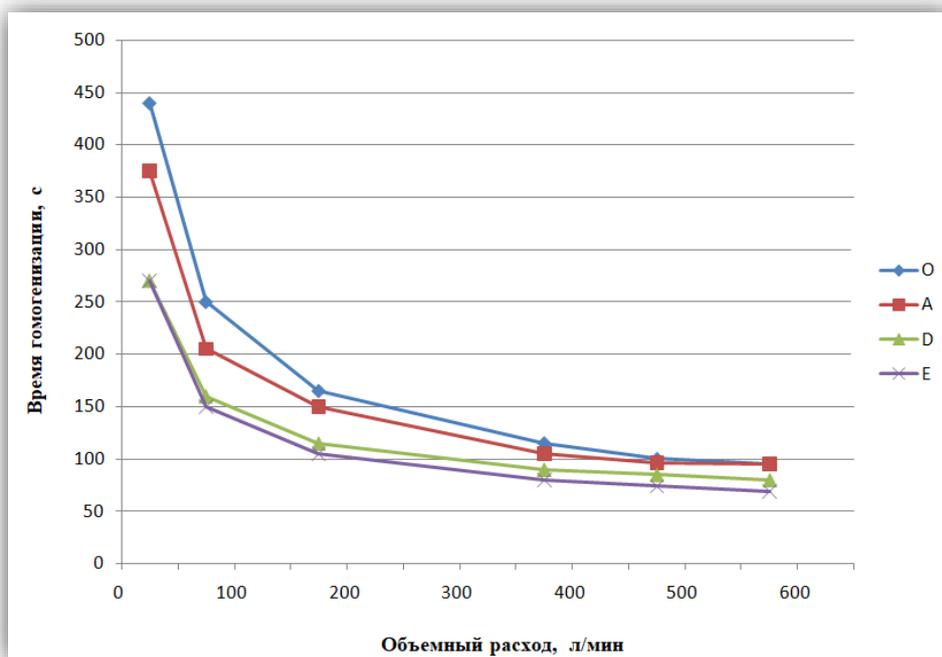


Рисунок 3 – Зависимость времени гомогенизации от объемного расхода инертного газа

Как видно из рисунка, с увеличением объемного расхода аргона уменьшается время гомогенизации. Это снижение не слишком значительная и значение времени гомогенизации варьируется от 75 до 125 секунд в области выше 400 л/мин. Вопреки к этому резко увеличивается значение времени гомогенизации до 440 секунд в зависимости от положения продувочного блока, когда расход составляет 50 л/мин.

С точки зрения времени гомогенизации, кривые также указывают на то, что существуют явные различия между продувкой с продувочными блоками на своих позициях. Позиции O и A являются наихудшими, а для позиций D и E видно относительно одинаковые и короткое время гомогенизации. Положение D можно рассматривать как наиболее выгодное положение продувочного блока, потому что у него самый короткий время гомогенизации по сравнению с другими позициями.

Заключение: Метод математического моделирования применяется для различных исследований. Основными факторами моделирования является продувка аргона через продувочные блоки, расположенные в днище ковша. Получена зависимость времени гомогенизации от объемного расхода инертного газа при различных вариантах продувки.

Показано, что расчеты, выполненные на основе математической модели, позволили прогнозировать состояния движения жидкой стали в

сталеразливочном ковше. По уравнению Навье-Стокса продувка аргоном способна уменьшить количество неметаллических включений.

Список использованных источников:

1. Турсунов, Н. К., &Тоиров, О. Т. (2021). Снижение дефектности рам по трещинам за счёт применения конструкции литниковой системы.
2. Тен, Э. Б., &Тоиров, О. Т. (2020). Оптимизация литниковой системы для отливки «Рама боковая» с помощью компьютерного моделирования. In Прогрессивные литейные технологии (pp. 57-63).
3. Toirov, O. T., Tursunov, N. Q., Nigmatova, D. I., &Qo'chqorov, L. A. (2022). USING OF EXOTHERMIC INSERTS IN THE LARGE STEEL CASTINGS PRODUCTION OF A PARTICULARLY. WebofScientist: InternationalScientificResearchJournal, 3(1), 250-256.
4. Toirov, O. T., Tursunov, N. Q., &Nigmatova, D. I. (2022, January). REDUCTION OF DEFECTS IN LARGE STEEL CASTINGS ON THE EXAMPLE OF" SIDE FRAME". In International Conference on Multidimensional Research and Innovative Technological Analyses (pp. 19-23).
5. ТУРСУНОВ, Н., & ТОИРОВ, О. СНИЖЕНИЕ ДЕФЕКТНОСТИ РАМ ПО ТРЕЩИНАМ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ. ВЯ Негрей, ВМ Овчинников, АА Поддубный, АВ Пигунов, АО Шимановский, 162.
6. Toirov, O., &Tursunov, N. (2021). Development of production technology of rolling stock cast parts. In E3S WebofConferences (Vol. 264, p. 05013). EDP Sciences.
7. Кучкоров, Л. А. У., Турсунов, Н. К., &Тоиров, О. Т. У. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ. Orientalrenaissance: Innovative, educational, naturalandsocialsciences, 1(8), 831-836.
8. 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.
9. Boburbek Toiro'g'li, T., Saminjonovich, J. T., &OtabekToiro'g'li, T. (2021). Ob'yektlarni Tanib Olishda Neyron Tarmoqing O'rni. Барқарорлик ва Етакчи Тадқиқотлар онлайн илмий журналі, 1(6), 681-684.
10. Toirov, B. T., Jumaev, T. S., &Toirov, O. T. (2021). OBYEKT LARNI TANIB OLISHDA PYTHON DASTURIDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI. Scientificprogress, 2(7), 165-168.