

ЕРОНЬКО С.П. (ДонНТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДСОСА ВОЗДУХА В КАНАЛ КОВШОВОГО ЗАТВОРА ПРИ РАЗЛИВКЕ СТАЛИ

Проанализированы причины проникновения воздуха между контактными поверхностями огнеупорных плит в канал ковшового затвора и приведены результаты лабораторного эксперимента по определению интенсивности процесса подсоса воздушной смеси в случае образования в сталевыпускном канале зон пониженного давления.

Успешное решение проблем, связанных с вторичным окислением стали во время разливки, в значительной мере зависит от того, насколько изучены физические явления, протекающие в канале шибера затвора, используемого для дозированного перелива жидкого металла из разливочных и промежуточных ковшей. Одним из факторов, оказывающих негативное влияние на качество производимой стали, является эжекция воздуха в канал ковшового затвора во время разливки. Следует отметить, что данный вопрос недостаточно изучен и требует детальной проработки.

В силу известных причин исследования гидро-газодинамических процессов, характеризующих условия формирования струи расплава и ее взаимодействие со стенками выпускного канала, связаны со значительными трудностями, поэтому для получения необходимой информации по изучаемой проблеме целесообразно применять методы модельного эксперимента [1].

В данной статье приведены результаты изучения основных факторов, обуславливающих проникновение воздуха в разливочный канал шибера затвора при разливке стали. В ходе проводившихся лабораторных экспериментов решались три основные задачи:

- выявлялись причины, вызывающие развитие процесса попадания воздуха из окружающего пространства в выпускной канал ковша, оборудованного скользящим затвором;

- определялась интенсивность подсоса воздуха между контактирующими рабочими поверхностями огнеупорных плит промышленного образца ковшового затвора;

- осуществлялся поиск оптимальных технических решений, направленных на устранение негативного влияния на разливаемую сталь кислорода воздуха, попадающего в канал ковшового затвора.

Для получения качественной картины гидродинамических процессов, протекающих в разливочном канале, использовалась лабораторная установка, схематично представленная на рис.1. Она включала резерву-

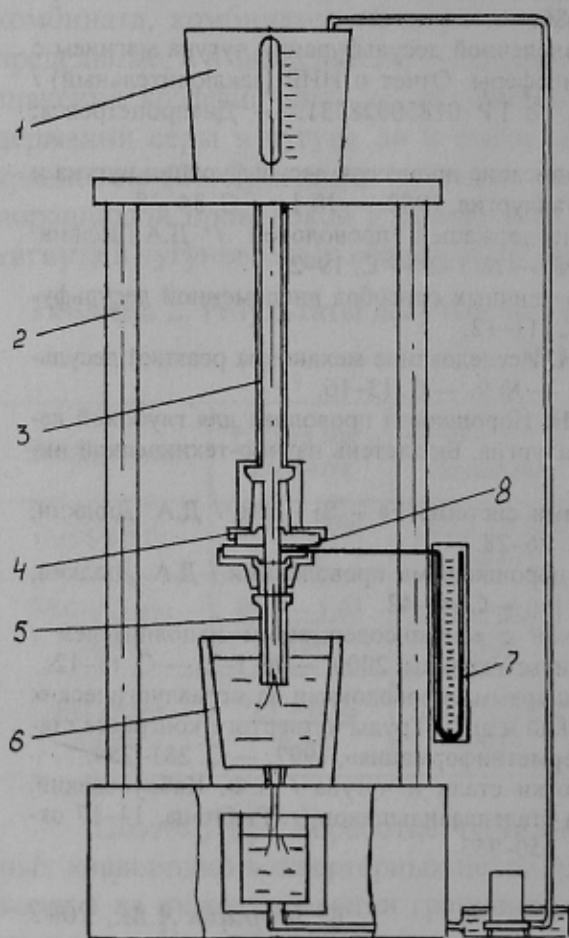


Рис. 1. Схема лабораторной установки

ар 1, размещенный на двух колоннах 2 на 4-х метровой высоте и посредством трубопровода 3 связанный с изготовленной в масштабе 1:2 плоской прозрачной моделью скользящего затвора 4, снабженного погружным стаканом 5, нижняя часть которого располагалась в полости модели промковша 6. Съемка потоков жидкости, моделирующей расплав, и траекторий движения пузырьков проникающего воздуха проводилась видеокамерой, позволяющей осуществлять покадровый просмотр отснятого материала. Контроль разрежения в разливочном канале модели затвора выполняли с использованием жидкостного U-образного манометра 7, соединенного гибким резиновым шлангом с капиллярной трубкой 8, вводимой через специальное отверстие под нижнюю плиту модели затвора.

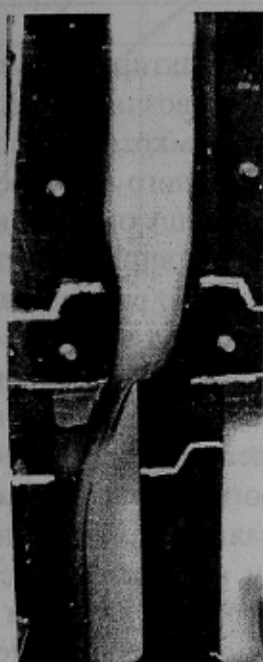


Рис. 2. Отрыв потока жидкости от стенок канала затвора при дросселировании струи

В результате визуальных наблюдений и изучения полученных изображений потоков жидкости в канале плоской прозрачной модели затвора было установлено, что основными причинами развития процесса проникновения воздуха в разливочный канал являются: возникновение в нем зон пониженного давления, обусловленного эжектирующим действием движущейся с большой скоростью струи жидкости; наличие микроскопических пор на рабочих поверхностях огнеупорных плит или зазора между ними, возникающего в реальных условиях разливки при расклинивающем действии образовавшейся на стенках канала металлической корки.

Вероятность появления зон разрежения в разливочном канале резко увеличивается в случае дросселирования струи, т.е. в момент появления на ее пути преграды (выступающей кромки нижней огнеупорной плиты), при огибании которой происходит отрыв жидкостного потока от стенки канала (рис.2). Из-за разности давлений в образовавшуюся полость через микроскопические каналы, существующие между контактирующими рабочими поверхностями плит, проникает из окружающей среды атмосферный воздух, захватываемый истекающей струей и уносимый ею вглубь жидкой ванны [2]. В таблице приведена информация о разрежении, возникающем в разливочном канале в зоне контакта огнеупорных плит модели затвора при различной степени перекрытия его канала, полученная в ходе экспериментальных исследований. При этом данные о коэффициенте расхода струи получили расчетным путем сопоставляя фактические значения массовой скорости разливки, зафиксированные на физической модели, с теоретическими, определяемыми с использованием известной формулы:

$$G = \mu \rho S_k (2gH)^{1/2},$$

где μ — коэффициент расхода струи; ρ — плотность моделирующей жидкости; S_k — площадь поперечного сечения разливочного канала; g — ускорение силы тяжести; H — высота столба жидкости над разливочным устройством.

Поскольку обеспечиваемые значения скорости истечения жидкости при моделировании процесса разливки соответствуют реальным значениям скорости струи стали, разливаемой из ковшей вместимостью 100–250 т, а значения кинематической вязкости воды и жидкой стали одного порядка, можно предположить, что степень разрежения в

канале ковшового затвора будет близкой к зафиксированной степени разрежения в канале его модели.

Таблица. Влияние гидродинамических условий движения струи жидкости на разрежение в канале модели затвора

Степень перекрытия канала модели затвора	Скорость струи жидкости в канале, м/с	Коэффициент расхода струи	Разрежение в канале модели затвора, мм.в.ст.
0	5,3	0,91	180 – 200
0,25	4,8	0,72	200 – 240
0,50	4,1	0,64	160 – 180

Оценку интенсивности проникновения воздуха между контактирующими рабочими поверхностями огнеупорных плит в зависимости от степени возникающего в канале затвора разрежения выполнили с помощью эксперимента, суть которого поясняет рис.3. Отверстия канала промышленного образца затвора 1, собранного в соответствии с требованиями действующей технологической инструкции, с помощью резиновых уплотнений 2 и металлических дисков 3,4 стягиваемых при помощи винта 5 и гайки 6, герметично закрывались. Посредством двух штуцеров, ввинченных в резьбовые отверстия верхнего диска 4, и резиновых шлангов закрытая полость канала затвора сообщалась через ротаметр 7 с вакуумным насосом 8 и U-образной трубкой 9, заполненной подкрашенной жидкостью. При включении вакуумного насоса, настроенного на нужную производительность, в закрытой полости канала промышленного образца создавалось разрежение, вызывающее подсос воздуха, приток которого контролировался по показаниям ротаметра. По данным эксперимента построили зависимость интенсивности проникновения воздуха между огнеупорными элементами от различной степени разрежения, возникающего в канале двух и трехплитного затворов (рис.4). При этом в качестве огнеупорных изделий затвора использовались магнезитовые плиты с периклазовыми вставками, а усилие их прижатия изменяли в пределах 5–50 кН. Как видно из приведенного графика, количество попадающего в разливочный канал воздуха зависит от типа ковшового затвора. Так, интенсивность подсоса воздуха при использовании

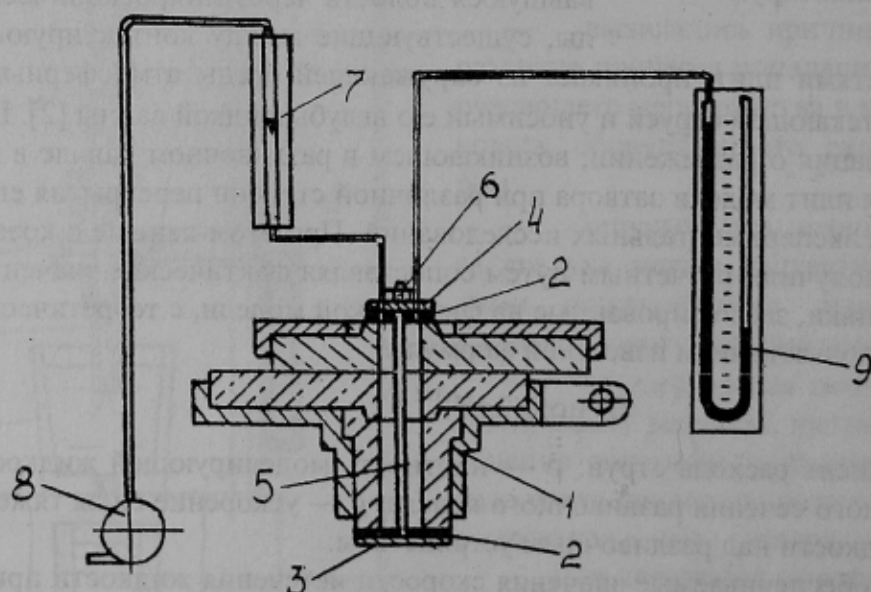


Рис. 3. Схема системы контроля интенсивности проникновения воздуха в канал затвора

трехплитного затвора в полтора раза выше в сравнении с двухплитным разливочным устройством при прочих равных условиях.

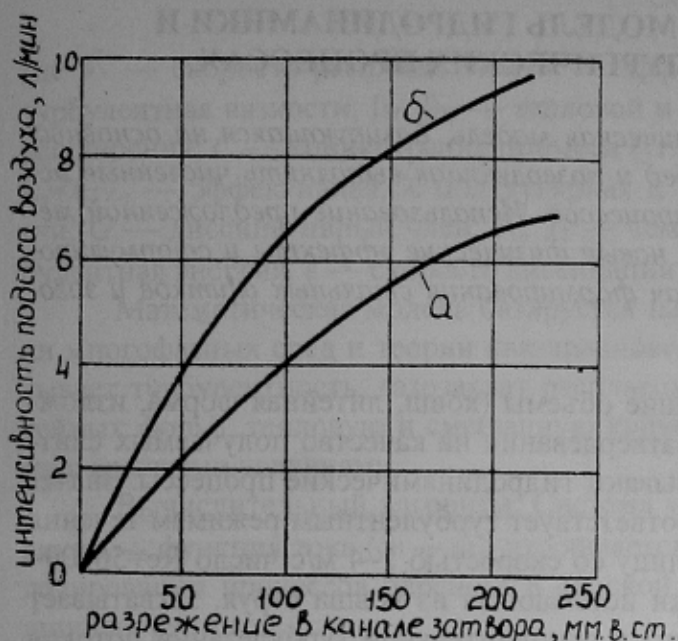


Рис. 4. Зависимость интенсивности подсоса воздуха в канал затвора от степени разрежения в нем: а — двухплитный затвор; б — трехплитный затвор

высокую стоимость аргона, в качестве альтернативного способа уменьшения концентрации кислорода в пространстве, окружающем истекающую струю металла, было предложено обеспечить снижением давления с помощью специального эжекторного устройства, при функционировании которого в качестве рабочего газа используется сжатый воздух, предназначенный для охлаждающего воздействия на элементы разливочного устройства. При этом эффективное снижение негативного влияния кислорода воздуха на разливаемый металл достигается с меньшими экономическими затратами, поскольку стоимость сжатого воздуха заметно ниже стоимости аргона, а их объемный расход на обеспечение защиты стали примерно одинаков и составляет 30–40 м³/ч [4].

Таким образом, в результате выполненных исследований установлены факторы, влияющие на процесс проникновения воздуха в канал ковшового затвора во время разливки, оценена его интенсивность и разработаны предложения, направленные на снижение негативного воздействия воздушной атмосферы на струю разливаемой стали.

Список литературы

1. Еронько С.П., Быковских С.В. Физическое моделирование процессов внепечной обработки и разливки стали. — К.: Техніка, 1998. — 136 с.
2. Еронько С.П., Ярошевская Е.С., Быковских С.В. Влияние гидродинамических условий разливки на процесс зарастания канала затвора // Изв. вузов. Черная металлургия, 1995. — № 10. — С. 7–10.
3. Теория и практика непрерывного литья заготовок / Смирнов А.Н., Глазков А.Я., Пилюшенко В.Л. и др. — Донецк: ДонГТУ, ООО «Лебедь», 2000. — 371 с.
4. Еронько С.П., Пилюшенко В.Л., Иваницкий Е.С. Оптимизация конструктивных параметров устройства для непрерывной разливки стали в разреженной атмосфере // Сб. научн. трудов ДонГТУ. Сер. Металлургия, 2001. — Вып. 31. — С. 136–142.