

УДК 669.17.046.001.5

**В.П.Пиптюк¹⁾, И.Д. Буга³⁾, С.Е.Самохвалов²⁾, В.Ф.Поляков¹⁾,
В.В.Моцный³⁾, С.Н.Павлов¹⁾, Ю.П.Махлай³⁾, В.А.Кондрашкин¹⁾**

**КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНОВОЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА ПРИ ОБРАБОТКЕ НА УСТАНОВКЕ
КОВШ-ПЕЧЬ МОЩНОСТЬЮ 35 МВ·А**

¹⁾Институт черной металлургии НАН Украины (ИЧМ),

²⁾Днепродзержинский государственный технический университет,

³⁾ОАО Днепровский металлургический комбинат им. Ф.Э. Дзержинского³⁾

Приведены основные исходные параметры для численного исследования гидродинамики расплава при обработке на установке ковш-печь (УКП) переменного тока мощностью 35 МВ·А. Приведенные технологические и конструктивные данные использованы в качестве исходных для адаптации математической модели и исследования процессов гидродинамики в ковшах вместимостью 250 т.

ковш-печь, гидродинамика, процессы массопереноса, математическая модель

Современное состояние вопроса. Использование установок ковш-печь (УКП) при внепечной обработке стали находит все большее распространение на металлургических и машиностроительных предприятиях Европы, Китая, России, Украины и др. стран. Расширение масштабов применения УКП LF типа (донное перемешивание расплава инертным газом) объясняется универсальностью технологических возможностей такого оборудования, а именно: подогрев и поддержание температуры металла на заданном уровне в течении длительного времени, десульфурация и доводка металла по химическому составу, гомогенизация расплава и т.п.

Оснащение сталеплавильных и сталелитейных цехов УКП обосновано ужесточением конкуренции на рынке металлопродукции, повышением требований потребителей к ее качеству и заинтересованностью производителей в снижении себестоимости металла.

Постановка задачи. Проведенными в ИЧМ исследованиями [1–3] показаны пути повышения эффективности технологии обработки расплава на УКП LF типа, которые позволяют получить дополнительное ресурсо-, энергосбережение при производстве стали массового назначения.

В указанных и других публикациях исследователей ИЧМ обоснована необходимость учета гидродинамических процессов, происходящих в ковшовой ванне УКП при продувке расплава инертным газом, для наиболее рационального использования такого оборудования и совершенствования технологии внепечной обработки. Изучение происходящих на УКП процессов методом математического моделирования по методике разработанной авторами позволило не только выявить особенности влияния

переменных факторов (расхода аргона, режима продувки для двух и более фурм, конструктивно-компоновочного расположения продувочного узла, высоты налива металла в ковше, конусности и других особенностей футеровки ванны и т.п.) на перемешивание расплава, но и обосновать наиболее рациональные режимы продувки, нагрева и т.п. Ниже приведены основные параметры УКП переменного тока фирмы VAI Siemens, эксплуатируемой в условиях ККЦ ДМКД, которые использованы в качестве исходных данных при изучении гидродинамических процессов в металлической ванне ковша вместимостью 250 т.

Основные материалы работы. Используемая в настоящий момент технологическая схема внепечной обработки стали в конвертерном цехе предусматривает возможность обработки стали как на установке комплексной доводки металла, состоящей из аргонных установок (АУ-1 и АУ-2) и установки комплексной доводки стали (УКДС), так и на УКП (рис.1). Выпущенная из конвертера плавка по сталевозному пути (№1 или №2) в обязательном порядке подается на одну из аргонных установок, где производится замер температуры и отбор пробы и лишь потом передается на УКП (или УКДС).

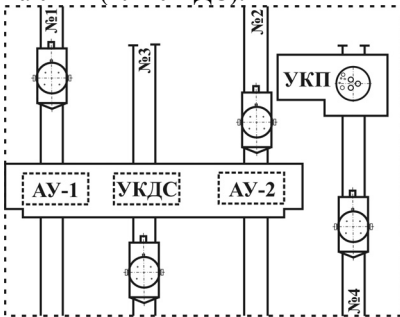


Рис.1. Схема участка внепечной обработки стали в ККЦ ДМКД

На рис.2 представлена совмещенная конструктивно-компоновочная схема крышки агрегата и дна сталеразливочного ковша эксплуатируемой УКП при производстве стали полуспокойного и спокойного марочного сортамента в условиях ДМКД. Расположение и размеры технологических отверстий взяты в соответствии с чертежами данного оборудования. Технологические отверстия в крышке УКП, предназначенные для ввода кусковых (1) и проволочно-порошковых добавок (2), отбора проб металла (3) и замера температуры (4), ввода аварийной погружной фурмы (5), имеют следующие размеры: 1 – 360 мм; 2 – 180x120 мм; 3 – 150 мм; 4 – 150 мм; 5 – 400 мм.

Схема вертикального сечения сталеразливочного ковша с основными размерами приведена на рис.3. На рис.4 представлена схема донной щелевой продувочной фурмы, которыми оснащены эксплуатируемые в ККЦ ДМКД сталеразливочные ковши с основной футеровкой. Щели сечением 12x0,2 мм выходят с торцевой стороны фурмы (диаметр 119 мм) и расположены по окружности в один ряд. Используемая технология внепечной обработки стали на УКП (ВТИ 230-С456-09) предусматривает применение

аварийной погружной фурмы (рис.5) в ситуациях, когда донные фурмы по техническим причинам не могут обеспечить необходимую интенсивность перемешивания расплава.

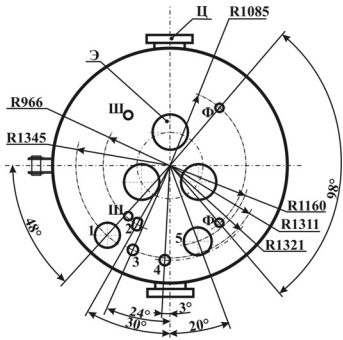


Рис.2. Компонентная схема совмещения крышки УКП и днища ковша (250 т). Обозначения: Э – электроды; Ц – цапфы; Ш – шибер; Ф – донная фурма; цифры 1–5 – соответствующие технологические отверстия.

Рис.3. Схема вертикального осевого сечения сталеразливочного ковша КС-250.

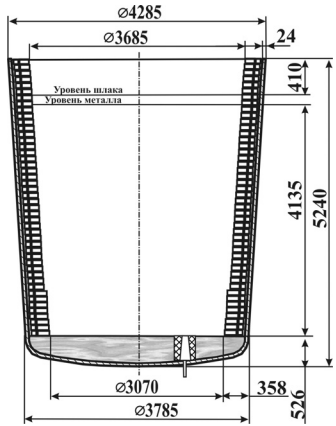
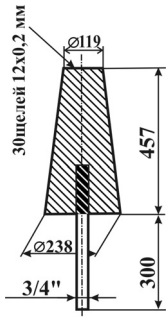


Рис.4. Схема донной продувочной фурмы ковша.

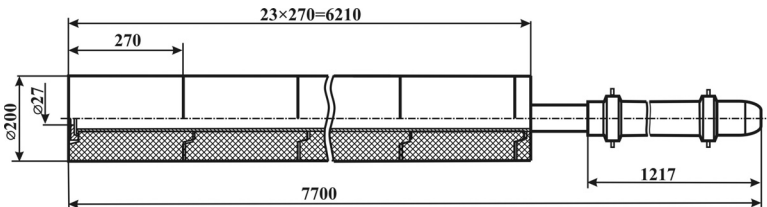


Рис.5. Схема аварийной погружной фурмы УКП

Таблица 1. Химический (марочный) состав (%) осевой стали

Требования	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu		Al
ГОСТ 4728-96	0,42 – 0,50	0,60 – 0,90	0,15 – 0,35	0,040	0,040	0,30	0,30	0,25		≥0,15
рекомендуемые*)	0,43 – 0,49	0,65 – 0,75	0,2 – 0,25	0,025	0,025	0,03	0,03	0,03		0,015 – 0,025

*) при разливке стали в слитки в условиях ККЦ ДМКД.

Таблица 2. Технологические параметры обработки стали на УКП в ковше вместимостью 250 т

Номинальная вместимость ковша, т	250	Интенсивность продувки расплава аргоном (на каждую футрму), л/мин	Угол наклона трупоточки для подачи кусковых добавок относительно вертикальной оси УКП, град	Угол ввода порошковой проволоки относительно вертикальной оси УКП, град	Высота свободного падения кусковых добавок, мм	Скорость ввода порошковой проволоки, м/с	Градулометрический состав кусковых добавок, мм	Диаметр порошковой проволоки и алюминниевой ка-танки, мм
	80–800	15	15	15	2230	до 5	5–50	7–18

В качестве представительной марки стали, принятой в исследованиях процессов гидродинамики ковшевой ванны при обработке на УКП вышеупомянутого типа и мощности, принята осевая сталь (ОС). В табл.1 приведен марочный химический состав осевой стали.

В табл.2 приведены некоторые дополнительные технологические и конструктивные данные, использованные в качестве исходных для адаптации математической модели и исследования процессов гидродинамики при обработке осевой и др. марок стали на УКП такого типа и мощности.

Выводы. Приведены основные исходные данные для адаптации ранее разработанной математической модели и исследования с ее помощью гидродинамики расплава в ковшевой ванне вместимостью 250 т при обработке на УКП переменного тока мощностью 35 МВ·А. Расположение технологических агрегатов, компоновка основных узлов, их наименование и размеры указаны в соответствии с чертежами данного оборудования. В отличие от ранее проведенного численного анализа гидродинамики ковшевых ванн разной вместимости (60, 140 и 350 т) при обработке на УКП, особенностью настоящих исследований является подготовка новых программ, обеспечивающих возможность изучения гидродинамики при комбинированной (одновременной снизу и сверху) продувке расплава в ковше.

1. *Пиптюк В.П.* Массо- и теплоперенос в 140-т установке ковш-печь переменного тока. / В.П.Пиптюк, С.Е.Самохвалов, И.А.Павлюченков и др. // Сталь. – 2007. – №11. – С.46–50.
2. *Пиптюк В.П.* Гидродинамика металлической ванны на установках ковш-печь переменного и постоянного тока / В.П.Пиптюк, С.Е.Самохвалов, И.А.Павлюченков и др. // Металл и литее Украины. – 2008. – №7–8. – С.32–37.
3. *Пиптюк В.П.* Изучение методами моделирования возможностей повышения эффективности использования установок ковш-печь / В.П.Пиптюк, В.Ф.Поляков, Э.В.Приходько и др. // Бюллетень НТиЭИ "Черная металлургия". – 2009. – №8. – С.22–28.

Статья рекомендована к печати докт.техн.наук, проф. Д.Н.Тогобицкой

В.П.Піптюк, І.Д.Буга, С.Є.Самохвалов, В.Ф.Поляков, В.В.Моцний, С.М.Павлов, Ю.П.Махлай, В.А.Кондрашкін

Конструктивно-компоновальні та технологічні параметри для чисельного дослідження гідродинаміки розплаву при обробці на установці ківш-піч потужністю 35 МВ·А

Наведено основні початкові параметри для чисельного дослідження гідродинаміки розплаву при обробці на установці ківш-піч (УКП) змінного струму потужністю 35 МВ·А. Приведені технологічні і конструктивні дані використані як початкові для адаптації математичної моделі і дослідження процеси гідродинаміки в ковшах місткістю 250 т.