

**ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ МЕТАЛЛ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАВАЮЩЕЙ ПРИБЫЛЬНОЙ ВСТАВКИ**

*Представлено описание и проведен анализ особенностей применения разработанных специализированных устройств для осуществления газодинамического воздействия на затвердевающий в литейной форме металл крупных отливок.*

*Ключевые слова: газодинамическое воздействие, технология, устройство, конструкция.*

**Введение.** В существующих способах литья большая часть нагрузок, связанных с используемым давлением, реализуется за счет прочности литейной формы, или емкости, в которой она находится, что существенно ограничивает возможный диапазон давления и массу отливок. При реализации технологии газодинамического воздействия нарастающее газовое давление в герметизированной за счет металла, находящегося в литейной форме, системе «отливка – устройство для ввода газа», подается через жидкую фазу к фронту кристаллизации вплоть до полного затвердевания.

**Анализ предыдущих публикаций.** Технология газодинамического воздействия может применяться для получения литых заготовок различной конфигурации, изготавливаемых из разных сплавов, как в постоянных, так и в разовых формах [1 - 3, 5, 7, 8].

Для осуществления технологии разработаны устройства, конструктивно учитывающие специфику способа литья, конфигурацию, материал и массу отливки [4, 6]. При этом, все варианты устройства предполагают наличие основных элементов, таких как газопровод, холодильник и система регулирования подачи сжатого газа. При этом давление в течение всего процесса затвердевания передается непосредственно жидкой фазе внутри отливки.

**Целью работы** является анализ конструктивных особенностей и технологических особенностей применения разработанных устройств для осуществления газодинамического воздействия на металл, затвердевающий в крупных литейных формах.

**Основной материал.** При литье крупных отливок или слитков с высокой продолжительностью затвердевания особенно необходимо максимально полно использовать резерв перегрева расплава в прибыльной зоне. При этом конфигурация (конструкция) холодильника должна не только обеспечивать герметизацию системы отливка-устройство для ввода газа, но и утепление максимально возможного объема металла в прибыли.

Схема конструкции, предусматривающая использование плавающей вставки из огнеупорного материала, представлена на рисунке 1.

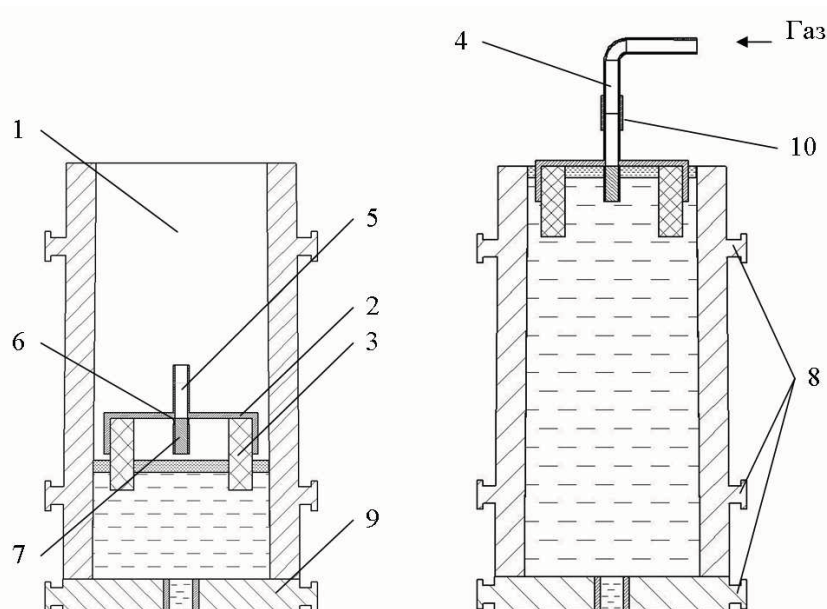


Рисунок 1 - Схема устройства с плавающей вставкой из огнеупорного материала (пояснения в тексте)

Устройство состоит из литейной формы 1, металлического корпуса 2, вставки из огнеупорного материала 3, которая расположена в металлическом корпусе, газопровода 4, соединенного с системой внешнего обеспечения газом высокого давления (на схеме не показана). Металлический корпус оборудован осевым газоподающим патрубком 5 со сквозными отверстиями 6, расположенными непосредственно под внутренней поверхностью верхней стенки металлического корпуса, а торец и отверстия газоподающего патрубка перекрыты га-

зопроницаемой пробкой 7. Газопроницаемая пробка выполняется из пористого огнеупорного материала. На литейной форме предусмотрены цапфы 8. Форма расположена на поддоне 9. Газопровод и газоподающий патрубок соединены между собой муфтой 10.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Собирают устройство и размещают его в литейной форме 1, фиксируя его положение на определенном расстоянии от дна рабочей полости литейной формы. Далее начинают заливку. При подъеме уровня расплава в форме происходит погружение вставки из огнеупорного материала в слой теплоизолирующей засыпки, а затем и в расплав под действием собственной массы и массы металлического корпуса, при этом, металлический корпус на протяжении процесса заполнения формы не погружается в жидкий металл, а находится выше уровня поверхности теплоизолирующей засыпки. В конце заполнения литейной формы расплавом в прибыльной зоне устройство останавливается и металлический корпус погружается в расплав, после этого прекращают заливку и в этом положении выдерживают в течение времени, необходимого для осуществления герметизации системы отливки - элементы подачи газа. После этого к газоподающему патрубку 5 с помощью муфты 10 присоединяют газопровод 4 и подают сжатый газ. На жидкий и кристаллизующийся металл оказывается газодинамическое воздействие по выбранному режиму вплоть до полного затвердевания отливки. После затвердения отливки подачу сжатого газа прекращают и систему соединяют с атмосферой, чем выравнивают давление в литейной форме с атмосферным.

На рисунке 2 представлена схема варианта конструкции устройства для осуществления комбинированной технологии газодинамического воздействия и электрошлакового обогрева (КТГВЭШО) прибыльной части отливки или слитка.

Устройство для реализации способа состоит из металлического корпуса 1, электродов 2 (графитовых), оборудованных контактными элементами 3, которые вместе с электродами свободно двигаются вдоль металлических токопроводящих стержней 4, на которых закреплены шайбы 5. Токопроводящие стержни герметично крепятся к металлическому корпусу с помощью электронепроводных прокладок 6, шайб 7 и гаек 8. Электроды оборудованы насадками 9 из электронепроводного огнеупорного материала. Во вставке 10 из электронепроводного

проводного огнеупорного материала расположен вкладыш 11 из твердого флюса и закреплен металлическими фиксаторами 12. Металлический корпус оборудован осевым газоподающим патрубком 13, который с помощью муфты 14 соединяется с газопроводом 15 системы внешнего обеспечения газом высокого давления (на схеме не показана). Газоподающий патрубок перекрыт газопроницаемой пробкой 16.

Работа устройства осуществляется следующим образом. После сборки устройства с помощью подъемно-транспортного оборудования его размещают в литейной форме.

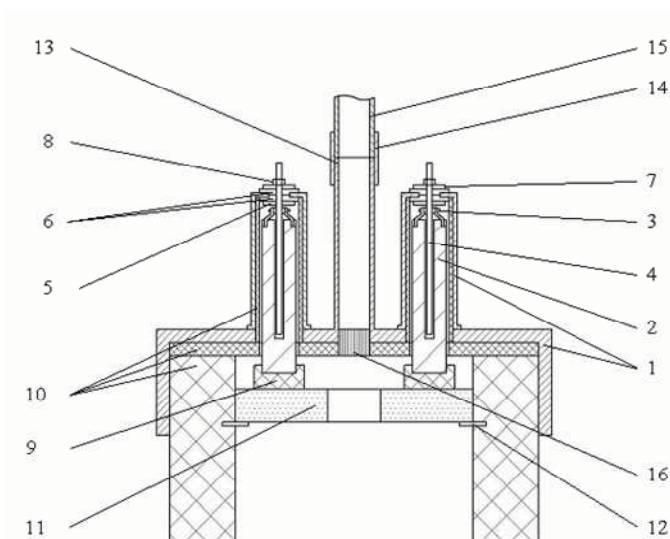


Рисунок 2 - Схема устройства для осуществления КТГВЭШО  
(пояснения в тексте)

Далее начинают заполнение литейной формы расплавом. При подъеме уровня расплава в форме происходит погружение вставки из огнеупорного материала в слой теплоизолирующей засыпки, а затем и в расплав, при этом, металлический корпус вместе с вкладышем из флюса на протяжении процесса заполнения формы не погружается в жидкий металл, а находится выше уровня поверхности теплоизолирующей засыпки. В прибыльной зоне устройство останавливается и металлический корпус погружается в расплав. В это время происходит расплавление вкладыша 11 и погружение электродов 2 с насадками 9 в расплав флюса. Далее, к токопроводящим стержням 4 присоединяют токопроводящие кабели (на схеме не указано), к газоподающему патрубку 13 с помощью муфты 14 присоединяют газопровод 15. После этого подают напряжение, в слое жидкого флюса выделяется тепло и, соответственно, осуществляется обогрев металла при-

большой части отливки на протяжении необходимого промежутка времени. Температуру нагрева расплава регулируют силой тока ( $I$ , А) и напряжением ( $U$ , В) сварочного трансформатора (на схеме не указано). В процессе электрообогрева подают сжатый газ через газопроницаемую пробку 16. Таким образом, на жидкий и кристаллизующийся металл оказывается дополнительное газодинамическое воздействие.

Для КТГВЭШО может использоваться сварочный флюс АН-1 [9].

При осуществлении КТГВЭШО удельные затраты энергии значительно ниже, чем при плавке металла в традиционном плавильном агрегате (рис. 3) [9].

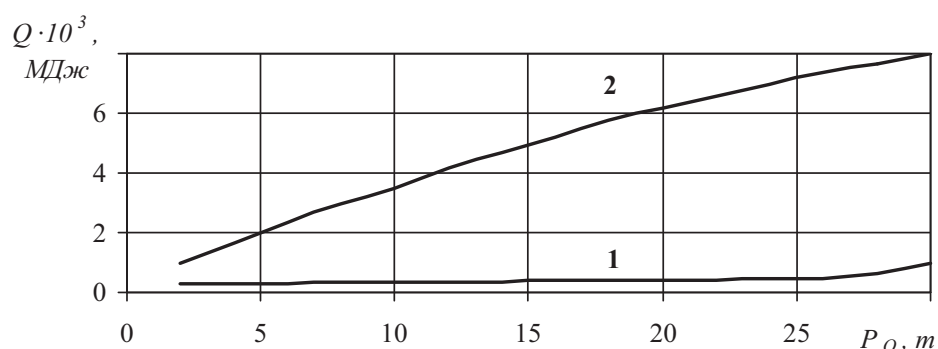


Рисунок 3 - Расчетные затраты энергии ( $Q$ ) при электрошлаковом обогреве прибыли (1) и расплавлении массы металла ( $P$ ) в индукционной печи (2)

### Выводы

1. Одним из преимуществ разработанной технологии газодинамического воздействия на затвердевающий металл является отсутствие необходимости использования специального оборудования, усложнения конструкции литниковой системы и ограничений по массе и габаритам литой заготовки.

2. С учетом обеспечения утепления металла в прибыльной части крупных отливок и слитков для эффективного питания усадки в процессе газодинамического воздействия, разработаны оригинальные конструкции холодильников в виде металлического корпуса со вставкой из огнеупорного материала, а также вставкой из электроизоляционного огнеупорного материала и оборудованного электродами и вкладышем из флюса для осуществления электрошлакового обогрева металла в прибыли, работающих по технологии плавающей прибыльной вставки. Это дает возможность максимально полно использовать резерв перегрева расплава в прибыльной зоне и эффективно осуществлять процесс газодинамического воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Селиверстов В.Ю. Технология газодинамического воздействия на расплав в литейной форме – один из перспективных способов повышения качества металла отливок [Текст] / В.Ю. Селиверстов // Сучасні проблеми металургії. Наукові праці. Днепропетровск: Системные технологии. - 2007. – Том 10. – С. 25 – 35.
2. Селиверстов В. Ю. Перспективы применения комбинированных способов управления структурообразованием литого металла [Текст] / В.Ю. Селиверстов, Ю.В. Доценко // Вісник ДДМА. - 2009. - № 1 (15). – С.267-273.
3. Пат. 28858 Україна, МПК (2006) В22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200708968; заявл.03.08.2007; опубл. 25.12.2007, Бюл.№21.
4. Пат. 28859 Україна, МПК (2006) В22D 18/00. Пристрій для отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200708969; заявл.03.08.2007; опубл. 25.12.2007, Бюл.№21.
5. Пат. 37838 Україна, МПК (2006) В22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200808859; заявл.07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл.№23.
6. Пат. 37837 Україна, МПК (2006) В22D 18/00. Пристрій для отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В. – № 200808858; заявл. 07.07.2008; опубл. 10.12.2008, Бюл.№23.
7. Пат. 46128 Україна, МПК (2009) В22D 18/00. Спосіб отримання виливків / Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Куцова В.З., Меняйло О.В., Савега Д.О. – № и 200906107; заявл.15.06.2009; опубл. 10.12.2009, Бюл. №23.
8. Пат. 55301 Україна, МПК (2009) В22D 18/00. Спосіб отримання виливків /Селівьорстов В.Ю., Хричиков В.Є., Доценко Ю.В., Куц П.Д., Савега Д.О. – № и 201006702; заявл. 31.05.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
9. Хрычиков В.Е. Направленное затвердевание чугуновых прокатных валков: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.16.04. – Киев, 1993. – 454 с.