

Изобретение относится к электротехнике и металлургии, в частности к способам обработки жидких металлов и сплавов с применением электромагнитного воздействия, может быть использовано в литейном и металлургическом производствах.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ электромагнитной обработки струи жидкого металла путем наложения неоднородного магнитного поля, силовые линии которого направлены перпендикулярно оси струи и осуществления одновременно обдува ее инертным газом [1].

Однако данный способ имеет ряд существенных недостатков, таких как необходимость пропускания через струю жидкого металла постоянного электрического тока, что связано с техническими трудностями подвода тока к электропроводной жидкости. Кроме того, электрический ток, протекающий по струе, создает собственное магнитное поле, которое, взаимодействуя с током, вызывает "пинч-эффект", способствующий распаду струи металла на капли, при этом получают дополнительные потери мощности с выделением тепла в переходном участке струи, что не позволяет эффективно осуществлять дегазацию потока металла.

Сложность данного технического решения также заключается в дополнительном обдуве струи расплавленного металла инертным газом.

Задачей изобретения является повышение эффективности процесса рафинирования металлического расплава за счет интенсивного удаления газообразных неметаллических включений.

Поставленная задача решается тем, что в способе электромагнитной обработки струи жидкого металла, включающем воздействие неоднородного магнитного поля на струю металла, магнитное поле накладывают вдоль оси струи и воздействуют периодическими импульсами, уменьшая их длительность в направлении движения струи металла.

На фиг. 1 показана схема реализации предлагаемого способа: на фиг. 2 - качественная картина распределения электродинамических усилий и сил, действующих на пузырьки газа; на фиг. 3 - характер изменения во времени импульсов тока в индукторе.

На фиг. 1 изображены струя жидкого металла 1, газовые включения 2, индукторы 3, 4, запитываемые от импульсных источников питания ИИП 5, 6.

Сущность предложенного способа заключается в следующем.

Поток жидкого металла 1, содержащий газовые включения 2, при своем движении попадает в зону действия индуктора 3, представляющего собой многовитковую катушку цилиндрической формы, выводы которой подключены к источнику периодических импульсов тока ИИП 1,5. При протекании тока по обмотке индуктора в жидком металле наводятся вихревые токи, приводящие к возникновению объемных электромагнитных сил f , направленных в глубину струи металла (см. фиг. 2).

На газовые включения, находящиеся в расплавленном металле в зоне существования объемных электромагнитных сил, действует выталкивающая сила F , направленная против электромагнитной и определяемая выражением:

$$F = - \frac{3}{4} V f,$$

где V - объем газового пузырька;

$3/4$ - коэффициент соответствует газовым включениям сферической формы.

Возникновение выталкивающей силы приводит к движению газовых пузырьков к боковой поверхности потока металла. При достаточной величине воздействия или длины индуктора газовые включения за время движения металла в зоне индуктора достигают поверхности металла и удаляются из него. Как показывают результаты исследований, существует оптимальная длительность импульсов тока в индукторе, при которой на включения действует максимальная сила, зависящая от их распределения по радиусу потока металла. Причем для удаления газовых включений из глубинных слоев металла необходимы импульсы тока большей длительности, чем при удалении включений с поверхностных слоев жидкого металла.

В связи с этим для повышения эффективности дегазации жидкого металла необходимо использовать несколько индукторов, установленных вдоль по потоку металла (на фиг. 1 показан случай 2-х индукторов). Каждый индуктор подключен к своему источнику периодических импульсов тока. Причем, длительность импульсов тока уменьшается от индуктора к индуктору при движении по потоку металла. На фиг. 3 показан характер изменения во времени импульсов тока в индукторах, изображенных на фиг. 1. Здесь импульсы тока большей длительности (кривая 1) протекают в индукторе 3 (фиг. 1), а -меньшей длительности (кривая 2) - в индукторе 4.

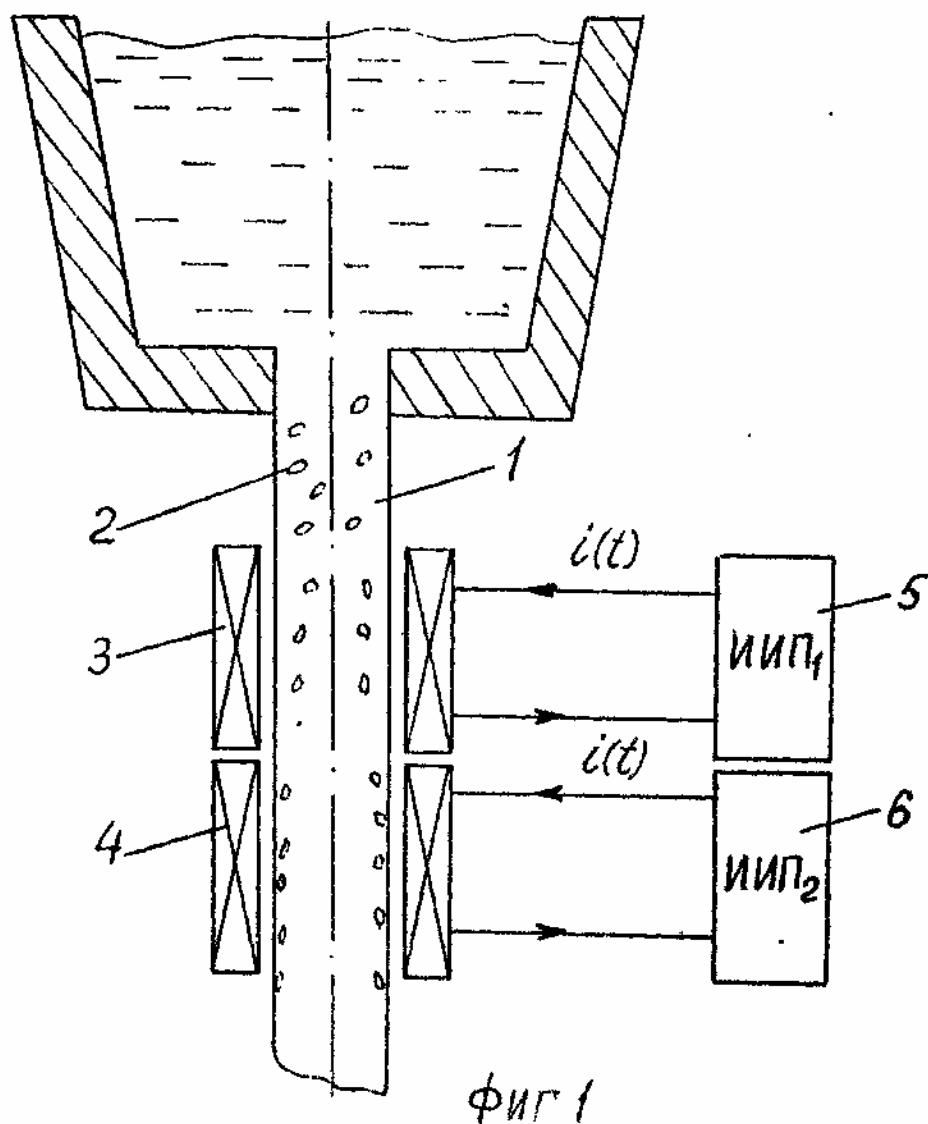
Пример. Обработку жидкого алюминиевого сплава в импульсном магнитном поле с помощью предлагаемого способа осуществляли в потоке металла, поступающего для получения слитков из сплава А7. Температура расплавленного алюминия составляла 1100 К. При движении потока жидкого алюминия, содержащего газообразные включения (водород) через индукторы 3,4 на расплавленный металл воздействовали импульсами магнитного поля с амплитудными значениями B_1 (индуктор 3) и B_2 (индуктор 4), а длительности импульсов составляли соответственно $t_1=0,12$ с, $t_2= 10^{-2}$ а. Эффективность рафинирования алюминиевого сплава оценивалась по результатам механических испытаний отливок по ГОСТ 1497-73, Механические свойства алюминия А7 в литом состоянии без рафинирования, обработанного согласно прототипа и предлагаемым способом приведены в таблице. Из табличных данных видно, что предлагаемый способ по сравнению с применяемыми в промышленности позволяет повысить прочность алюминия марки А7 в 1,3 раза, а пластичность в 1,4 раза.

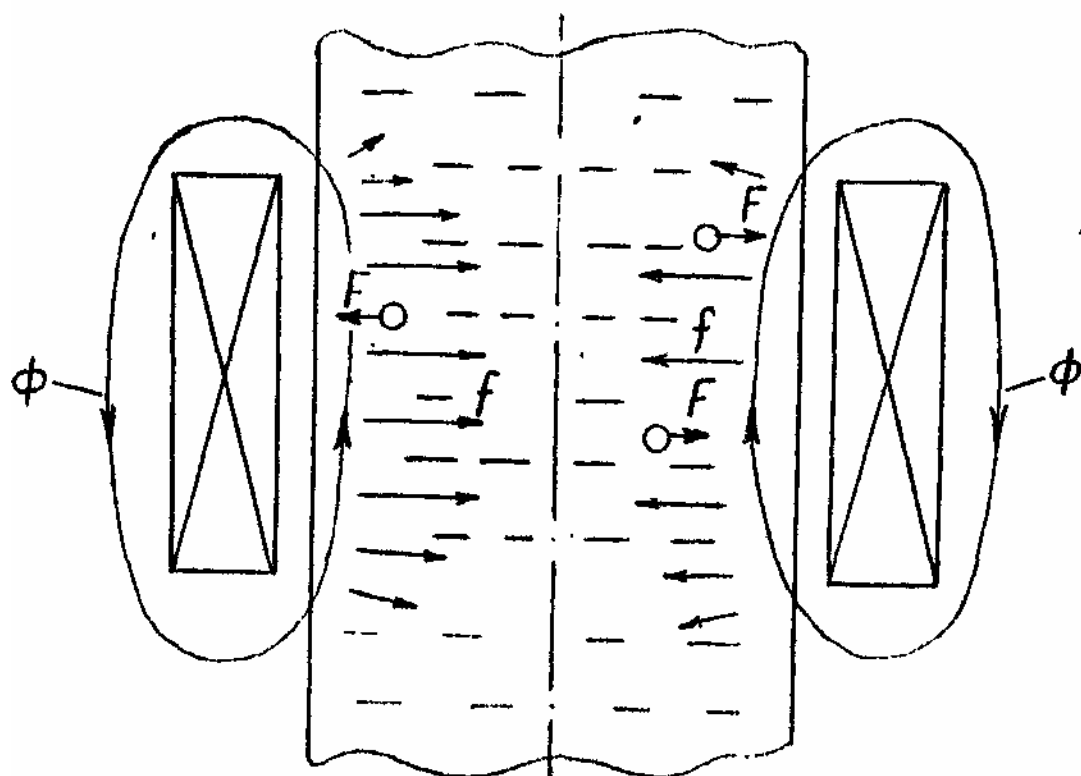
Исследование проб отрафинированного алюминия марки А7 на газосодержание согласно ГОСТ 21232-81 показали, что с помощью предлагаемого способа содержание снизилось с 0,35 до 0,14-0,12 см³/100 г металла.

Таким образом, использование импульсного магнитного поля при обработке потока металла позволяет

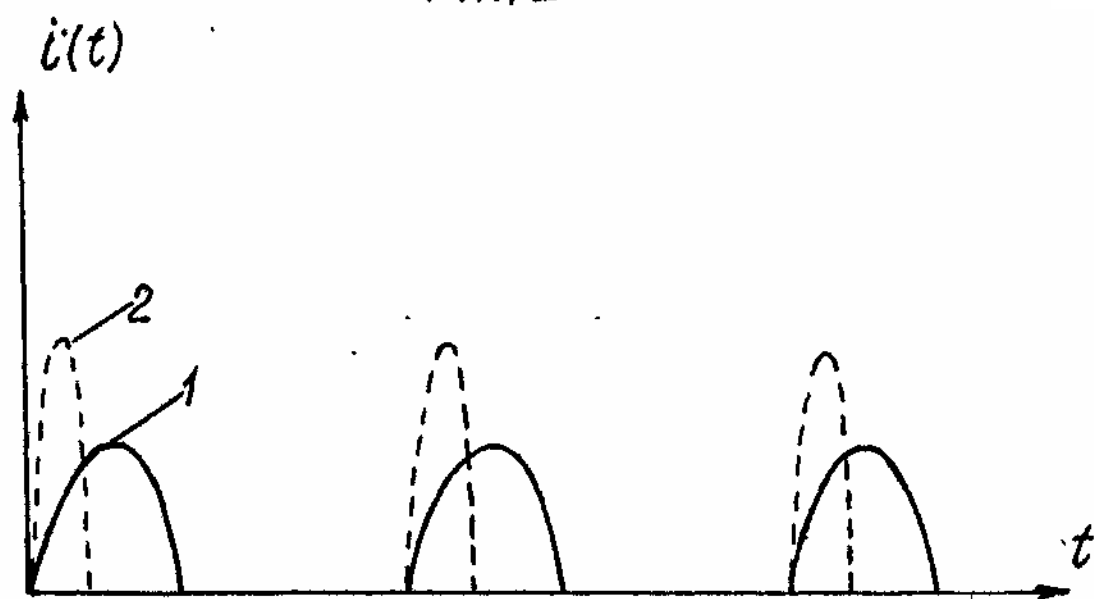
повысить механические свойства алюминиевых сплавов по сравнению с известными способами обработки металла за счет создания больших амплитудных значений электромагнитной силы, действующей на расплав. Экономическая эффективность изобретения состоит в увеличении выхода годного металла.

Сплав	Способ литья	Способ обработки жидкого металла		Механические свойства	
				σ_B , МПа	δ , %
А7 А7	в кокиль в кокиль	Без рафинирования		53	11,8
		Наложение магнитного поля и воздействие инертным газом (прототип)		62	24,9
		Предлагаемый способ обработки в импульсном магнитном поле			
		В1, Тл	В2, Тл		
		0,2	0,3	73	33,0
		0,4	0,5	76	32,4
		0,6	0,8	80	39,6
		0,8	1,0	81	34,7
		1,0	1,5	85	38,8





Фиг. 2



Фиг. 3