

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОРТОВЫХ ЗАГОТОВОК ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ МЕТАЛЛА

Керимов Р.И., Байрамов А.Т.
ООО “Baku Steel Company”, г. Баку

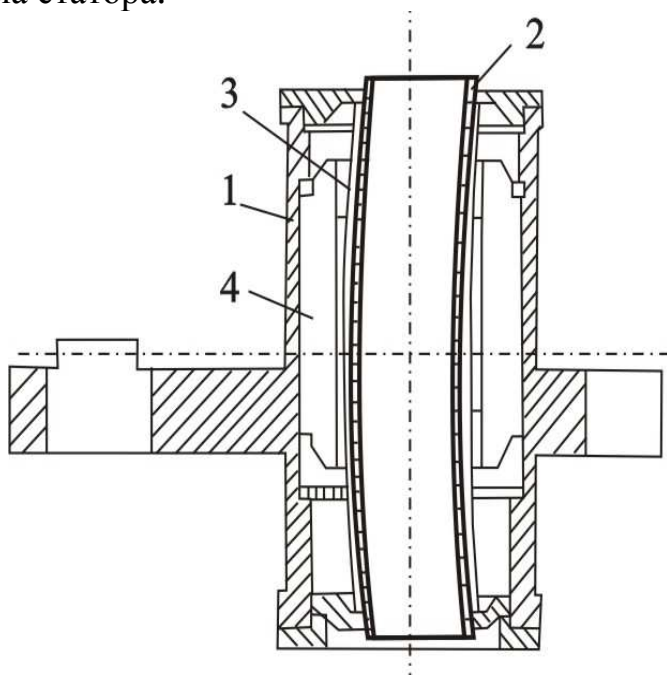
Ключевые слова: сортовые заготовки, электромагнитное перемешивание, кристаллизатор, магнитная индукция, точечная неоднородность, подкорковый пузырь.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы улучшения качества сортовых заготовок из электростали путем применения электромагнитного перемешивания жидкого металла. Предложена схема кристаллизатора электромагнитного перемешивателя для отливки сортовых заготовок. Изучено распределение магнитной индукции по длине кристаллизатора – электромагнитного перемешивателя и в его пореченом сечении. При различных параметрах перемешивания исследовали скорость потока расплава. Определено влияние номинальной силы тока перемешивания на размер подкоркового пузыря, максимальную глубину его залегания и количество поверхностного пузыря.

Установлено, что при применении в кристаллизаторе электромагнитного перемешивания улучшаются все показатели качества непрерывно отлитых сортовых заготовок.

Введение. Электромагнитное перемешивание металла в кристаллизаторе является одним из наиболее эффективных способов улучшения качества поверхности и макроструктуры непрерывнолитых сортовых и круглых заготовок.

Нами совместно с ВНИИметмашем разработан кристаллизатор- ЭМП для отливки заготовок сечением 135×135 мм (рис.1), который можно установить на рамы механизма качания кристаллизатора. Зарубежные электромагнитные перемешиватели для кристаллизаторов обычно выполняют в виде статора двухфазного исполнения; при этом корпус кристаллизатора выполняет функции ярма статора.



- 1- корпус с торцовыми крышками;
- 2- медная гильза;
- 3-рубашка для охлаждающей воды;
- 4- блок полюсов электромагнитного перемешивающего устройства с межполюсными соединениями и гибкими токопроводами

Рис. 1. Схема кристаллизатора ЭМП для отливки сортовых заготовок

Эффективность электромагнитного перемешивания в кристаллизаторе зависит от скорости движения расплава. При этом оптимальная скорость расплава должна быть более некой минимальной величины, при которой шлак и неметаллические включения начинают центрифугироваться к центру мениска, и не превышать определенную максимальную величину во избежание глубокого завихрения поверхности мениска, препятствующего удалению шлака. Известно, что на скорость потоков расплава влияет индукция магнитного поля. Теоретически рассчитать оптимальную скорость движения расплава чрезвычайно сложно. Для экспериментального определения режима перемешивания должен быть известен хотя бы возможный диапазон изменения скорости расплава в зависимости от параметров перемешивателя.

С этой целью провели стендовые испытания кристаллизатора- ЭМП, в процессе которых изучали распределение индукции магнитного поля в полости кристаллизатора, измеряли индукцию магнитного поля в зависимости от силы тока и частоты, определяли энергетические параметры устройства со стороны цепи.

Обсуждение полученных результатов. На рис.2,а показано распределение магнитной индукции по длине кристаллизатора. Небольшое смещение максимума магнитной индукции к верхней части кристаллизатора объясняется демпфированием магнитного потока опорной плитой кристаллизатора, имеющей большее сечение, чем корпус кристаллизатора. Следует отметить значительное поле рассеяния по длине полюса.

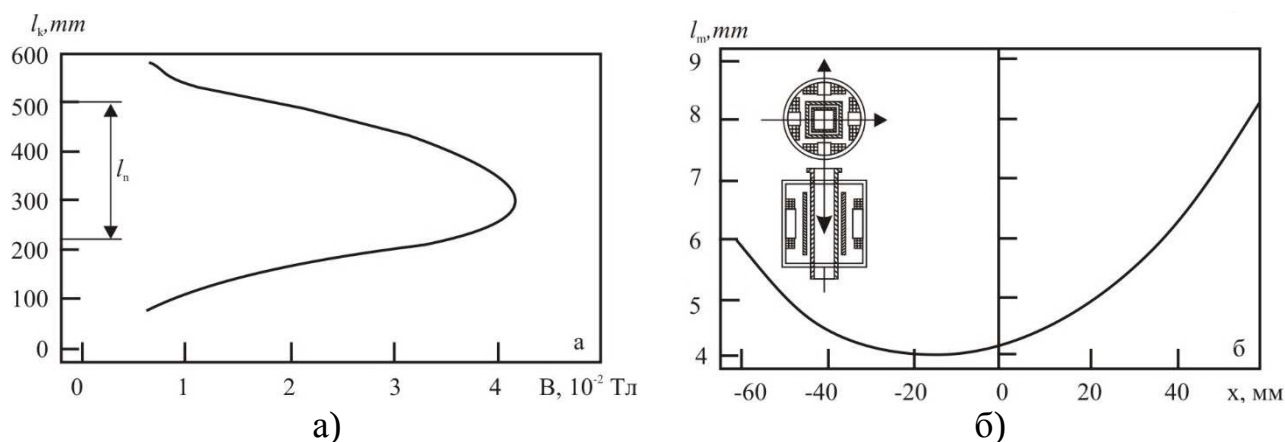


Рис. 2. Распределение магнитной индукции по длине (ℓ_k) кристаллизатора – ЭМП (а) и в его поперечном сечении (б)

Зависимость магнитной индукции от номинальной силы тока при частоте 5 и 6 ГЦ показана на рис. 3.

Возрастание индукции магнитного поля по ширине полюса (рис.2,б) также связано с наличием значительного рассеяния. Данные расчета скорости потоков расплава составляют 0,33-0,39 м/с (табл. 1) и хорошо коррелируют с данными работы [1-6], в которой по результатам промышленных исследований рекомендуется линейная скорость потоков расплава 0,35-0,4м/с. Следовательно, параметры перемешивателя рассчитаны правильно и могут обеспечить требуемую интенсивность перемешивания металла.

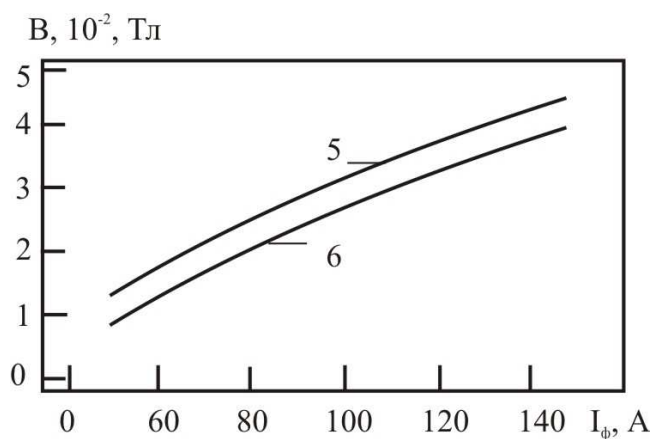


Рис. 3. Зависимость магнитной индукции от номинальной силы тока при частоте 5 и 6 Гц (цифры у кривых)

Табл. 1. Скорость потоков расплава при различных параметрах перемешивателя

Показатель	Частота питающего тока (при силе фазного тока 114 и 130 А), Гц					
	2	3	4	2	3	4
	(114)	(114)	(114)	(130)	(130)	(130)
Индукция магнитного поля, Тл	0,044	0,037	0,029	0,048	0,041	0,032
Скорость потоков расплава, м/с	0,33	0,36	0,33	0,35	0,39	0,36

Для проведения исследований в промышленных условиях в ООО “Baku Steel Company” ручей №6 МНЛЗ№1 был оборудован системой ЭМП в кристаллизаторе.

В процессе работы исследованы поверхность, поперечные и продольные темплеты опытных и серийных заготовок 40 плавок стали СтЗсп, 32Г2Ф и 32Г2ФРТ. Оценивали осевую рыхлость, осевую химическую неоднородность, точечную неоднородность, количество, размеры и глубину залегания подкорковых пузырей. Установлено, что при электромагнитном перемешивании в кристаллизаторе улучшаются все показатели, определяющие качество непрерывнолитых заготовок. Так, точечная неоднородность снизилась на один балл, а максимальный балл по этому дефекту уменьшился с 4,0 до 2,0.

При этом толщина подповерхностного слоя, чистого от неметаллических включений, увеличилась до 14-15 мм с 7-8 мм в серийных заготовках. В 1,5-2 раза уменьшились количество и балл подкоркового пузыря (рис.4,а), а также максимальный диаметр пузыря и максимальная глубина его залегания в 2-2,5 раза (рис.4,б); наряду с этим в 2-2,5 раза увеличивалось количество поверхностного пузыря (рис.4,в). При нагреве заготовок перед прокаткой поверхностный пузырь практически весь удалился с окалиной.

Опытная партия заготовок из стали 20 была прокатана на заготовку диаметром 135 мм. При этом выход заготовки по классу «П» составил 80,0% (из обычного металла-72,5%).

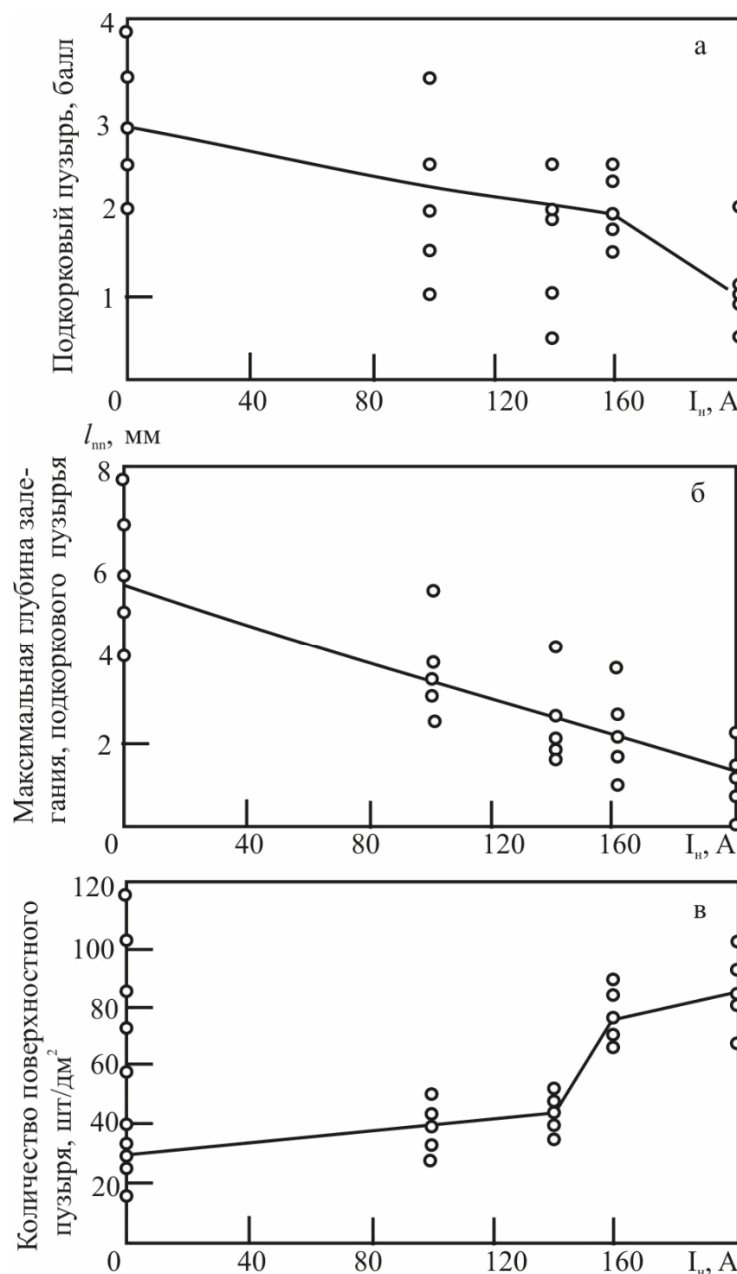


Рис. 4. Влияние номинальной силы тока перемешивания на размер подкоркового пузыря (а), максимальную глубину его залегания (б) и количество поверхностного пузыря (в); на рисунках одна точка соответствует одной плавке

Выводы. Разработаны методика и устройство РЭМП металла в кристаллизаторе и по этой методике оценивали осевую рыхлость, осевую химическую неоднородность точечную неоднородность, количество и глубину залегания подкорковых пузырей. Установлено, что улучшаются все показатели, определяющие качество непрерывнолитых заготовок.

Список литературы

1. Никами К., Сума М., Матсуо К. Непрерывная разливка стали на мини-заводах Японии // Достижения в области непрерывной разливки стали. – М., 1987. – С.128-138
2. Алексеев Л.В., Горбачев В.А. и др. Структура и разрушение окатышей при восстановлении. – М., Наука, 1983. – 78 с.
3. Рахманов С.Р., Тополов В.Л., Гасик М.И., Мамедов А.Т., Азимов А.А.. Процессы и машины электрометаллургического производства. Монография. Баку – Днепр: «Системные технологии» - Изд-во «Сабах», 2017 – 568с.

4. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов. – М.: «Мир», ООО «Изд-во АСТ», 2003. – 528с.
5. Городец В.Г., Гаврилова М.Н. Производство стали в дуговой печи. – М.: металлургия, 1986. – 208с.
6. Производство стальных отливок: учебник для вузов / Козлов Л.Я., Колокольников В.М., Вдовин К.Н. и др. / под ред. Л.Я. Козлова. – М.: МИСИС, 2003. – 352с.

Сведения об авторах:

Керимов Рамин Исметбей оглы – к.х.н., первый заместитель генерального директора по производству, ООО “Baku Steel Company”, г. Баку, Азербайджанская Республика;

Байрамов Айдын Тапдыг оглу – заместитель начальника сталеплавильного цеха, ООО “Baku Steel Company”, г. Баку, Азербайджанская Республика.

IMPROVING THE QUALITY OF HIGH-QUALITY BILLETS THROUGH THE USE OF ELECTROMAGNETIC STIRRING OF METAL

Kerimov R.I., Bayramov A.T.

Keywords: varietal billets, electromagnetic stirring, crystallizer, magnetic induction, point heterogeneity, subcortical bladder.

Abstract. The article discusses the issues of improving the quality of high-quality billets of electric steel through the use of electromagnetic mixing of liquid metal. A scheme of an electromagnetic stirrer mold for casting varietal billets is proposed. The distribution of the magnetic induction along the length of the mold is studied - the electromagnetic is mixed in its pointed section. At various parameters mixed investigated the rate of the melted surface. The influence of the nominal mixing current on the size of the subcortical bladder, the maximum depth of its occurrence and the number of surface bladder has been determined.

УДК 621.914

<https://doi.org/10.26160/2307-342X-2019-7-82-85>

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРАТЕГИИ ОБРАБОТКИ НА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ СФЕРОЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТОМ

Федотов Д.И., Гимадеев М.Р.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Ключевые слова: фрезерование, стратегия, шероховатость, обрабатывающий центр.

Аннотация. В статье приведены исследования влияния стратегий обработки на шероховатость криволинейных поверхностей при фрезеровании сфероцилиндрическим инструментом. Сравнительный анализ шероховатости полученных поверхностей показывает преимущества стратегии «в радиальном направлении снизу вверх» по параметрам Ra и Rz регламентируемых ГОСТ Р ИСО 4287-2014.

В настоящее время механическая обработка криволинейных поверхностей с использованием сфероцилиндрических концевых фрез является предметом многих исследований [2-4 и др.]. Указанный тип фрез широко используется для механической обработки штампов, литейных форм, деталей аэрокосмической, авиапромышленности и различных деталей изготавливаемых из композитных материалов. Стоит отметить, что при фрезеровании криволинейных поверхностей происходит изменение угла контакта обрабатываемой поверхности и