

ПОЛУЧЕНИЕ СЛИТКОВ БОЛЬШОГО СЕЧЕНИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ МАКРОСТРУКТУРОЙ И ПОВЕРХНОСТЬЮ НА УПНРС-1 МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА «ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»

PRODUCTION OF HEAVY GAUGE INGOTS WITH ADVANCED MACROSTRUCTURE AND SURFACE ON SCCM-1 OF THE IRON AND STEEL WORKS «ELEKTROSTAL»

А.В. Брянцев¹, Р.Ф. Исхаков^{1,2}, А.М. Комаров¹, Б.В. Певзнер¹

1 - ЗАО НПП «МАШПРОМ», 2 - ФГАО УрФУ имени первого президента России Б.Н. Ельцина

Abstract

The present report is dedicated to plant engineering of steel semi continuous casting plant (SCCM-1), designed in Joint Stock Company R&D Enterprise "MASHPROM". Engineering solutions, implemented in the plant, render possible to produce of a big cross-section ingot of high quality. The parameters of the produced ingots – advanced macrostructure and surface state - provide sharp decrease of labor cost due to further forming and machining of the items made of heat-resistant steel and alloys. Benefits, achieved at OJSC metallurgical plant "Elektrostal", where this plant has been successfully implemented, are described.

Проблема получения литых заготовок большого поперечного сечения заключается в недостаточном качестве получаемых заготовок по их макроструктуре и состоянию поверхности. Наличие ликвационных пор и высокая шероховатость поверхности приводят к высокому уровню брака при последующей обработке давлением и механической обработке деталей из высоколегированных сталей и сплавов.

Существующие способы изготовления заготовок имеют следующие особенности:

1. Разливка в изложницы, затем прокатка с большими обжатиями, способ слишком энергозатратен, большое количество переделов, малый (менее 25%) выход годного.

2. Непрерывная разливка в заготовки большого поперечного сечения с мягким обжатием – рациональна когда нужны большие объемы, что ограничивает получение небольших заказов литых заготовок из высоколегированных марок сталей и сплавов.

3. Разливка в электроды на установке полунепрерывной разливки стали (УПНРС) для последующей переплавки в качественные заготовки в вакуумно-дуговых печах или для электрошлакового переплава. Отличается высокими трудоемкостью и энергозатратами.

Последний способ применяется в настоящее время на ОАО метзавод «Электросталь» в объемах 10÷15 тыс.т в год. Руководством завода была поставлена задача реконструировать одну из двух имеющихся УПНРС с целью получения качественной заготовки непосредственно на установке без последующего переплава.

Для решения этой задачи компания ЗАО НПП «Машпром» спроектировала, изготовила и провела шеф-монтаж оборудования на ОАО метзавод «Электросталь».

Технические характеристики:

- тип машины – вертикальная, полунепрерывная.

- количество ручьев – 2.

- расстояние между ручьями – 900мм.

- диаметры отливаемых слитков – ф250-2шт., ф360-1шт.

- длина заготовки (максимальная) – 8500мм.

- длина кристаллизатора – 800мм.

- емкость сталь ковша – 6т.

- рабочая скорость разлива – 0,5 – 1м/мин.

- марки отливаемых сталей: углеродистые, конструкционные, низколегированные, инструментальные, нержавеющие, жаропрочные, специальные сплавы (нихромы).

Оборудование реконструированной УПНРС-1 смонтировано на месте старой машины в тех же фундаментах и металлоконструкциях.

УПНРС-1 имеет- подъемно-поворотный стол для промежуточного ковша, гильзовые кристаллизаторы с встроенной системой электромагнитного перемешивания (ЭМП), механизмы качания кристаллизаторов, тянущие каретки с затравками, каретки ЭМП, блок упоров, устройства для отделения слитка от заготовки, кантующей рамы и транспортного рольганга.

УПНРС-1 оснащена системами охлаждения оборудования химически очищенной водой (кристаллизаторы и каретка ЭМП), улучшенной водой - остальное оборудование, системной водовоздушного охлаждения, гидравлической системой приводов подъемно-поворотного стола, блока упоров, механизма отделения слитков от затравок, кантующей рамы. Также УПНРС-1 оснащена системой управления электроприводами и АСУ ТП.

Вреконструированной УПНРС-1 были реализованы следующие технические решения:

- выполнен кинематически жесткий привод вытягивания слитка из кристаллизатора. Это обеспечивает стабильность вытягивания слитка с заданной скоростью.

- электромагнитное перемешивание жидкой фазы в кристаллизаторе. Обеспечивает увеличенный и равномерный теплоотвод от жидкого металла к водоохлаждаемой гильзе кристаллизатора, улучшает качество поверхности слитка.

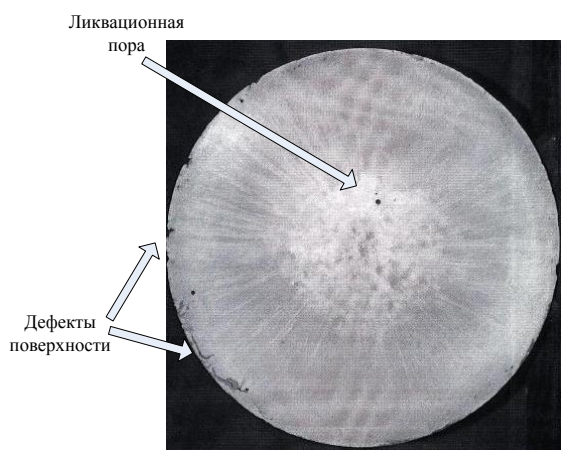
- электромагнитное перемешивание в зоне схождения фронтов кристаллизации (слежение за «лункой»). Обеспечивает ломание дендритов (столбчатых кристаллов) и заполнение порциями жидкого металла образующихся усадочных пустот в зоне схождения фронтов кристаллизации в районе «лунки».

- система форсуночного водовоздушного охлаждения слитка под кристаллизатором. Мягкое, равномерное охлаждение не приводит к термическим напряжениям в корочке и образованию дефектов поверхности.

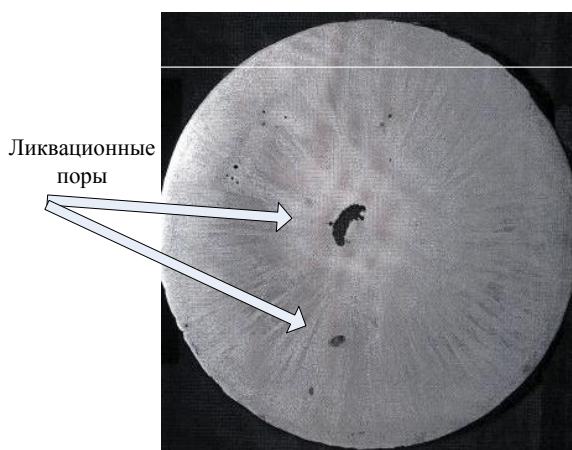
- система автоматического поддержания уровня мениска в кристаллизаторе обеспечивает качественную поверхность образующегося слитка без заворотов, трещин, плён и т.п.

В настоящее время идет интенсивная промышленная эксплуатация УПНРС-1. Оборудование работает стабильно, качество отлитых заготовок удовлетворяет требованиям по макроструктуре и поверхности.

На рис. 1 представлены сечения слитка, выполненного на реконструированной УПНРС-1 при выключенном электромагнитном перемешивании.



а)



б)

Рис. 1 Сечения слитка $\varnothing 250$ мм из стали 08X18H10T, полученного на УПНРС с выключенной системой перемешивания. а) расстояние от хвоста НЛЗ 4000 мм, б) расстояние от хвоста НЛЗ 6000 мм

Здесь хорошо видны дефекты макроструктуры (поры различного вида) и поверхности (трещины, завороты и т. д.).

Указанные дефекты отсутствуют в слитке, выполненном на машине после реконструкции с

системой ЭМП, проведенной по проекту ЗАО НПП "Машпром" (рис. 2).

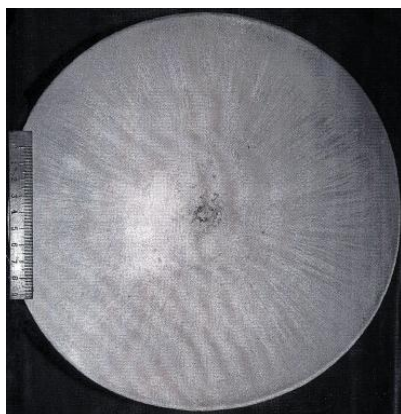


Рис. 2 Сечение слитка $\varnothing 250$ мм из стали 08Х18Н10Т, полученного на УПНРС после реконструкции. Расстояние от хвоста НЛЗ 5760 мм

Разливка на УПНРС-1 в слитки $\varnothing 250$ и $\varnothing 360$ мм происходит по следующей схеме:

Из сталковша жидкий металл подаётся в промковша через погружную трубу. Затем из промковша через погружные стаканы в кристаллизатор, в который заранее завели и уплотнили затравку с холодильниками. После заполнения кристаллизатора включается механизм качания и перемещение каретки затравки для вытягивания формирующегося слитка. После начала вытягивания включается ЭМП кристаллизатора. Под кристаллизатором охлаждение слитка осуществляется подачей водовоздушной смеси через коллекторы трех зон охлаждения с расходами воды соответствующими заданной скорости вытягивания и марки разливаемого металла. После выхода слитка из ЗВО каретка останавливается и включается перемешивание жидкого металла в зоне «лунки» вплоть до окончания разливки. После остановки слитка, каретка ЭМП перемещается под кристаллизатор перемешивая металл вплоть до его окончательного застывания, при этом слиток удерживается от падения кареткой ЭМП.

После окончательного застывания слитка к нему с одной стороны подводится гидравлический упор, с другой – кантовочная рама, затем каретка ЭМП съезжает со слитка вверх, происходит отделение слитка от затравки и кантовка его на приёмный рольганг.

Нами, совместно с ЗАО ЭМТ по заявкам метзаводов проведен анализ возможного сортамента слитков получаемых по этой технологии.

Прогнозируется распространить эту технологию на слитки до $\varnothing 600$ мм.

Такая УПНРС и технология разливки, примененная в ЭСПЦ-4 «Электростали» могут быть успешно применена для получения качественной заготовки при производстве роликов МНЛЗ, различных рольгангов, печных роликов и т.п., также специальных, высоконагруженных железнодорожных, крановых и др. колес, катков и осей для них.

Список литературы

1. Системы электромагнитного перемешивания жидкой стали на сортовых, блюмовых и слабовых МНЛЗ / Грачёв В.Г., Шифрин И.Н., Солодовник Ф.С. и др. – Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика А.И. Целикова в кн.: Высокотехнологичное оборудование для металлургической промышленности. – М., 2004. – с.109-125.
2. Физико-математическое моделирование процесса ЭМП жидкого металла в кристаллизаторе сортовой МНЛЗ / Грачев В. Г., Сивак Б. А., Зарубин С. В. и др. - Тяжелое машиностроение. – 2002. - № 5. – с. 2-6.
3. Патент № 2160177 МПК 7 В 22 D 11/11. Устройство для перемешивания расплавленного металла в кристаллизаторе / В. Г. Грачев, Л. И. Кузьмина, А. М. Ротенберг, Б. А. Сивак, Ф. С. Солодовник, И. Н. Шифрин – 1999.
4. Патент № 2309814 С2 МПК В22D 11/115/ Способ литья заготовки и устройство для его осуществления (Варианты). /Комаров А.М., Певзнер Б.В., Калинин В.И., Рогачиков Ю.М. -2005.