



*The ways of increase of operation efficiency of the ingots continuous casting machine for production of round ingots as a result of introduction of sleeves of crystallizers «VM-sinus» are considered.*

Г. И. НИКОЛАЕВ, А. В. ДРОЗДОВ, С. А. БЕРКОВИЧ, ОАО АХК «ВНИИМЕТМАШ»

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МНЛЗ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУГЛЫХ ЗАГОТОВОК В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНЕДРЕНИЯ ГИЛЬЗ КРИСТАЛЛИЗАТОРОВ «ВМ-СИНУС»

В гильзе кристаллизатора формируется оболочка непрерывнолитой заготовки, от прочности и равномерности которой зависят качество самой заготовки, а также максимально допустимая скорость разливки. При этом необходимо учитывать усадку корочки при затвердевании в кристаллизаторе и деформацию в верхней части гильзы, чтобы исключить образование газового зазора и улучшить условия теплоотдачи для создания достаточно прочной корочки на выходе из кристаллизатора. Известно, что усадка оболочки заготовки в основном зависит от концентрации углерода в стали, а также от легирующих элементов.

Во ВНИИМЕТМАШ разработана оригинальная конструкция гильзы с вогнутостями синусоидального профиля с переменной по высоте амплитудой (условное обозначение «ВМ-синус»), основанной на принципе самокомпенсации усадки [1]. Амплитуда синусоиды монотонно убывает по дли-

не гильзы до зоны перехода к формообразующей части (рис. 1).

Выпрямление выпуклых синусоидальных участков происходит в соответствии с параболической зависимостью, которая наиболее точно описывает процесс усадки оболочки слитка.

Выбор оптимальных параметров внутренней конфигурации гильзы определяется на основе анализа теплового и напряженно-деформированного состояния оболочки заготовки и ее взаимодействия со стенками гильзы «ВМ-синус».

С целью повышения производительности и улучшения качества трубной заготовки на Волжском трубном заводе произведена реконструкция МНЛЗ № 2, которая заключалась в увеличении длины зоны вторичного охлаждения и интенсивности охлаждения с учетом повышения скорости разливки, а также в удлинении кристаллизатора с 700 до 800 мм и установки гильзы «ВМ-синус», рабочая полость которой представляет собой параболическую поверхность с наложенными на нее синусоидальными воронками. Длина участка распрямления синусоидальной поверхности – 275–325 мм от верхнего торца гильзы. В результате реконструкции МНЛЗ № 2 ВТЗ были достигнуты следующие результаты [2]:

- скорость разливки увеличена на 30%;
- количество плавок в серии возросло на 35%;
- отсортировка на обточку непрерывнолитой заготовки по овальности, поверхностным и подповерхностным дефектам уменьшилась в 2,5–3,0 раза;
- количество прорывов жидкого металла снижено в 2 раза;
- стойкость гильз возросла на 40%.

Для решения проблем низкой серийности из-за пониженной скорости разливки и уменьшения

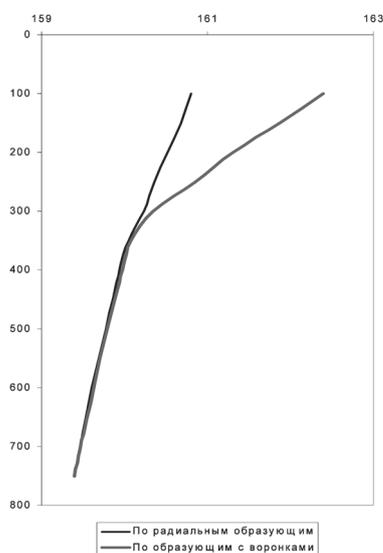


Рис. 1. Замер гильзы кристаллизатора конструкции «ВМ-синус» для производства круглых заготовок

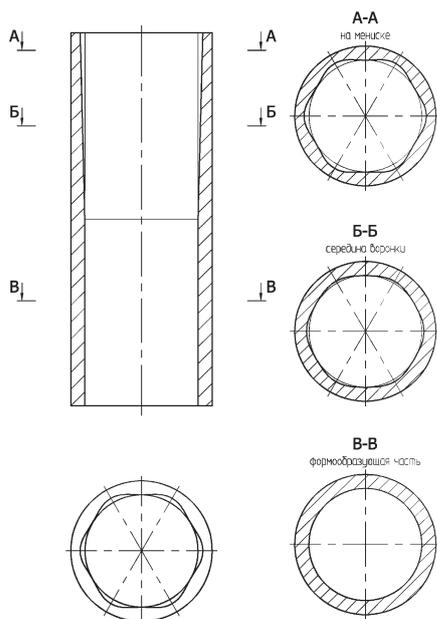


Рис. 2. Гильза кристаллизатора конструкции «ВМ-синус» для литья круглых заготовок с шестью участками синусоидальных вогнутостей

объема зачистки непрерывнолитой заготовки, разливаемых на реконструированной фирмой «SMS Demag» МНЛЗ № 1, было принято решение установить в кристаллизаторы этой машины гильзы «ВМ-синус». За период работы МНЛЗ № 1 с использованием гильз «ВМ-синус» были получены следующие результаты:

- сокращена длительность разливки с 100 до 80 мин;
- снизилось количество брака и ремонта непрерывнолитой заготовки по трещинам, ужимам более чем в 2 раза.

Таким образом, выход на контрактные показатели работы МНЛЗ № 1, реконструированной фирмой «SMS Demag», стал возможным только после установки гильз в кристаллизаторы гильз «ВМ-синус».

По результатам выполненных на ВТЗ реконструкции МНЛЗ № 2 и модернизации кристаллизаторов фирмы «SMS-Demag» МНЛЗ № 1 с установкой гильз «ВМ-синус» руководство трубной металлургической компании (ТМК) поручило ВНИИМЕТМАШ реконструкцию основных технологических узлов блюмовой МНЛЗ «ТМК Решица» (Румыния) с целью литья круглых трубных заготовок диаметром 177 и 350 мм. В августе 20011 г. заключены контракты на подобную реконструкцию этой же МНЛЗ с целью литья заготовок диаметром 220 и 280 мм.

Для примера приведем результаты реконструкции МНЛЗ «ТМК Решица», полученные при литье заготовок диаметром 177 мм:

- максимальная овальность не превышала  $\pm 1,2\%$  при допустимом значении  $\pm 1,5\%$ , при этом среднее значение составило  $\pm 0,6\%$ ;
- качество непрерывнолитых заготовок полностью соответствовало ТУ на трубную заготовку при рабочих скоростях 1,7–2,4 м/мин.

Данные, полученные при эксплуатации гильз «ВМ-синус» с четырьмя вогнутостями синусоидальной формы при разливке заготовок диаметрами 156, 177, 196 мм, подтвердили адекватность математической модели затвердевания и взаимодействия гильзы «ВМ-синус» и оболочки слитка, разработанной во ВНИИМЕТМАШ. На основании этой модели была создана конструкция гильзы «ВМ-синус» с шестью участками синусоидальных вогнутостей для МНЛЗ завода «KSP Steel» для разливки трубных заготовок диаметром 210 мм со скоростью 1,0–1,4 м/мин (рис. 2). Анализ достигнутых показателей качества показал, что овальность заготовок не превышает 2%, при этом среднее значение этого параметра составляет 1,43%; при разливке перитектических марок стали отсут-



а



б

Рис. 3. Гильза кристаллизатора диаметром 196 мм до ремонта (а) и после восстановления (б)

ствуют поверхностные дефекты в виде ужимин и трещин; макроструктура заготовок полностью соответствует ТУ на трубную заготовку.

При этом средняя стойкость гильз для отливки заготовок диаметром 210 мм составляет 13200 т.

В настоящее время общепринятой практикой является сдача отработанных гильз в металлолом. Однако высокая стоимость медного проката и большая доля его в себестоимости (до 50%) гильз указывают на целесообразность их повторного использования после ремонта. Изучение дефектов медных труб и возможность их устранения при изготовлении новых гильз позволили установить критерии, по которым можно отобрать на ремонт

выведенные из эксплуатации гильзы, и разработать технологию ремонта гильз, применив операцию дорнирования. Наиболее отработана данная технология для производства гильз круглого сечения.

По разработанной технологии для МНЛЗ ВТЗ были изготовлены гильзы для литья заготовок диаметром 156 и 196 мм из выведенных из эксплуатации гильз фирмы «Eugora Metalli» диаметром 150 и 190 мм (рис. 3).

Высокий технический уровень и большая практическая ценность разработанных во ВНИИ-МЕТМАШ гильз кристаллизаторов явились основанием для замены гильз иностранных производителей на гильзы конструкции «ВМ-синус».

### Литература

1. Пат. РФ № 2308348. Гильзовый кристаллизатор для высокоскоростного непрерывного литья круглых заготовок / В. Б. Ганкин, Г. И. Николаев, И. Н. Шифрин и др.; опубл. 20.10.2007 г. Бюл. № 29.
2. Б а л а н д и н А. В., Н е к л ю д о в И. В., М о р о з о в В. В. Современное состояние непрерывной разливки стали в ЭСПЦ ОАО «ВТЗ» // 60 лет непрерывной разливки стали в России; Сб. статей под ред. С. В. Колпакова и Е. Х. Шахпазова. М.: Интерконтакт Наука, 2007. С. 273–280.