

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ПРОКАТКИ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ

Герасимова А.А., Валеева Л.М.

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г.Москва*

Ключевые слова: технология, температура, прокатка, проход, сляб.

Аннотация. В статье приведено описание работы толстолистового стана 5000 на ОАО «ВМЗ». Основываясь на возможностях оборудования Выксунского металлургического завода, разработана технологическая схема производства толстых листов стали, класса прочности К60 марки 10Г2СФБ для хладостойких труб большого диаметра и был выбран оптимальный температурный режим прокатки по проходам.

TECHNOLOGY OF LONGITUDINAL ROLLING OF WORKPIECE PARTS

Gerasimova A.A., Valeeva L.M.

National research technological University "MISIS", Moscow

Keywords: technology, temperature, rolling, passage, slab.

Abstract. The article describes the work of the thick-sheet mill 5000 at AO "VMZ" is considered. Based on the capabilities of the equipment of the Vyksa metallurgical plant, a technological scheme for the production of thick sheets of steel, strength class K60 of the 10G2SFB brand for cold-resistant pipes of large diameter was developed and the optimal temperature mode of rolling through the passages was selected.

Толстолистовой прокатный стан 5000 ОАО ВМЗ предназначен для производства продукции, как на отечественный рынок, так и на экспорт. Прокатный лист в основном используется для изготовления труб большого диаметра. Стан способен производить листовой прокат для изготовления труб категорий прочности К60, К65, К70 (Х70, Х80, Х100, Х120), в том числе и для труб, эксплуатируемых в сейсмоопасных участках и подводных трубопроводах [1].

Технология производства стали включает в себя последовательное выполнение следующих операций.

1. Загрузка металлического лома в конвертер в количестве 18-22% от всей металлической шихты плавки.

2. Заливка жидкого чугуна в конвертер.

3. Продувка металла в конвертере техническим кислородом, подаваемым через фурму, с одновременной продувкой металла нейтральными газами (азотом, аргоном) через донные фурмы (ККЦ-1) и присадкой в конвертер шлакообразующих материалов.

4. Измерение температуры и отбор проб металла и шлака после окончания продувки.

5. Выпуск плавки из конвертера в сталеразливочный ковш, с присадкой науглероживателя и раскислителей (ферросплавов, обеспечивающих получение

расплава с химическим составом, близким к среднему составу для данной марки стали).

6. Обработка расплава аргоном в сталеразливочном ковше (внепечная обработка) производится для усреднения и корректировки химического состава и температуры.

При таком способе весь цикл получения одной плавки жидкой стали составляет от 40 до 60 минут.

В настоящей работе для производства хладостойких газопроводных труб большого диаметра применялась сталь марки 10Г2СФБ. На основании традиционной технологии прокатка толстых листов из углеродистых низколегированных сталей заканчивается в аустенитной области, однако по мере внедрения технологии контролируемой прокатки микролегированных сталей появилась возможность снижать температуру нагрева до 1150-1180°C. Кроме того, понижение температуры нагрева способствует снижению угара металла в печи [2,3].

Исходя из вышеизложенного, принята температура нагрева сляба для прокатки 1180°C.

Сталь, используемая в расчете – 10Г2СФБ, класс прочности К60. В качестве схемы прокатки была выбрана поперечная прокатка.

Геометрические характеристики готового листа: толщина 23 мм; ширина 4500 мм; длина 20060 мм; масса (в обрезанном состоянии) – 17,0 т.

Масса сляба определяется из соотношения

$$G_{сл} = K_{ф} \cdot G_{г.л.},$$

где $K_{ф}$ – расходный коэффициент; $G_{г.л.}$ – масса готового листа, т.

$$G_{сл} = 1,099 \cdot 17,0 = 18,7.$$

По полученным данным отечественных и зарубежных предприятий для изготовления листов заданной толщины используются непрерывно литые слябы толщиной не менее 250 мм. В качестве исходной заготовки использовался сляб 310×2100×3170 мм.

Процесс контролируемой прокатки состоит из двух стадий – черновой (при которой в результате деформации и рекристаллизации получают мелкое равномерное зерно аустенита) и чистовой (при которой происходит наклеп аустенита и его превращение в мелкозернистый феррит). Рекомендуемые температурные интервалы прокатки стали класса прочности К60 приведены в табл. 1.

Табл. 1. Рекомендованные температурные интервалы прокатки

Температура нагрева прокатки, °С	Температура конца черновой стадии, °С	Температура начала чистовой стадии, °С	Температура конца прокатки, °С
1150-1180	1150- 1180	820-850	780-800

Расчет изменения температуры производился поэтапно, отдельно для каждой толщины.

Температура перед каждым проходом рассчитывалась по формуле Г.П. Иванцова [4]:

$$T_i = \frac{100}{\sqrt[3]{\frac{1000}{\left(\frac{T_{i-1}}{100}\right)^3} + \frac{0,055 \cdot \tau_{i-1}}{h_{i-1}}}} - 273,$$

где T_{i-1} – абсолютная температура, °К.

Температура перед первым проходом определяется, исходя из температуры нагрева под прокатку и времени транспортировки сляба до клетки, по формуле:

$$\tau_0 = \frac{L_0}{v} + \tau_{II},$$

где L_0 – длина рольганга между печами и клетью, $L_0 = 105$ м;

v – скорость движения рольганга, $v = 2$ м/с;

τ_{II} – время паузы перед клетью, $\tau_{II} = 2$ с.

Время транспортировки сляба от печи до клетки:

$$\tau_0 = \frac{105}{2} + 2 = 54,5 \text{ с.}$$

Температура определяется в момент нахождения половины длины раската в месте выхода металла из валков:

$$\tau_1 = \tau_0 + \tau'_1, \quad \tau'_1 = l_{i-1} / 2v_{i-1},$$

$$\tau_1 = 54,5 + \frac{2,82}{2 \cdot 1,9} = 55,3 \text{ с.}$$

Температура в первом проходе:

$$T_1 = \frac{100}{\sqrt[3]{\frac{1000}{\left(\frac{1423}{100}\right)^3} + \frac{0,055 \cdot 55,3}{250}}} - 273 = 1150,3 \text{ °С.}$$

Время в последующих проходах рассчитывается по формуле:

$$\tau_i = \tau'_i + \tau''_i + \tau_{II} + \tau_K,$$

где $\tau'_i = l_{i-1} / 2v_{i-1}$; $\tau''_i = l_i / 2v_i$;

τ_{II} – время паузы (для ТЛС 5000 $\tau_{II} \approx 4$ с);

τ_K – время кантовки (для ТЛС 5000 $\tau_K \approx 13-15$ с).

Время в последующих проходах:

$$\tau'_2 = 3,287 / 2 \cdot 1,9 = 0,8 \text{ с}; \quad \tau''_2 = 3,858 / 2 \cdot 2,2 = 0,9 \text{ с}; \quad \tau_{II} = 4 \text{ с};$$

$$\tau = 0,8 + 0,9 + 4 = 5,7 \text{ с.}$$

Температура во втором проходе:

$$T_2 = \frac{100}{\sqrt[3]{\frac{1000}{\left(\frac{1394}{100}\right)^3} + \frac{0,055 \cdot 5,7}{182,8}}} - 273 = 1123,8 \text{ °С.}$$

Аналогично рассчитывается температура в последующих проходах.

График распределения температуры по проходам представлен на рис. 1.

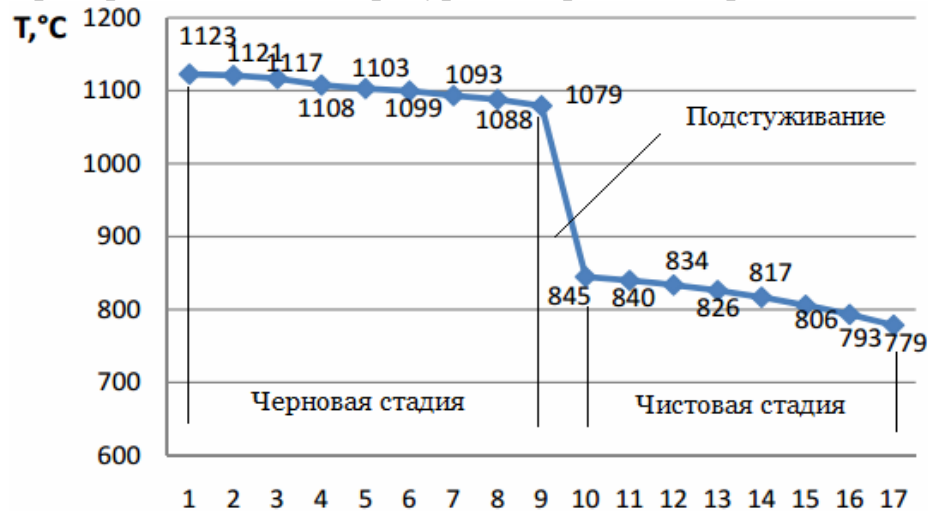


Рис. 1. График распределения температуры прокатки по проходам

Таким образом, основываясь на возможностях оборудования Выксунского металлургического завода, разработана технологическая схема производства толстых листов стали класса прочности К60 марки 10Г2СФБ для хладостойких труб большого диаметра, а также определен оптимальный температурный режим прокатки по проходам, что обеспечивает снижение угара металла в печи.

Список литературы

1. Техническая документация стана 5000, ОАО «ВМЗ».
2. Герасимова А.А. Исследование закономерностей пластического деформирования полых стальных профилей сжатием // Computational nanotechnology. 2019. №3. С. 22-26.
3. Gerasimova A.A., Devyatiarova V.V., Kondratenko V.E. Method of steel protection while hot-forming // Journal of Advanced Research in Technical Science. – 2018. – Issue 10-1. – P. 17-21.
4. Технология и машины для получения заготовок из разнородных порошков прокаткой: учебное пособие / Б.Ф. Белелюбский, А.А. Герасимова А.А., А.В. Шульгин А.В. – Старый Оскол: ТНТ, 2019. – 104 с.

Сведения об авторах:

Герасимова Алла Александровна – к.т.н., доцент, НИТУ «МИСиС», г. Москва;

Валеева Лилия Масалимовна – ассистент кафедры АПид, НИТУ «МИСиС», г. Москва.