

- гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 178–182.
3. Астапенко, И. В. Оборудование прокатных цехов : практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», направления 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)», специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» днев. и заоч. форм обучения / И. В. Астапенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 47 с.
 4. Совершенствование технологического процесса производства подшипниковых марок стали на стане 370/150 / В. С. Путеев [и др.] // Литье и металлургия. – 2021. – № 3. – С. 65–73. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2021-3-65-73>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВУХСТАДИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЛИНИИ КАТАНКИ СТАНА 370/150

Г. А. Слепнев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Проведены исследования изменения температуры проката в зависимости от подачи воздуха вентилятором № 1 рольганга-холодильника линии катанки стана 370/150. Построены диаграммы по контрольным точкам и определены математические зависимости для определения изменения температуры витков катанки в зоне вентилятора № 1.

Ключевые слова: двухстадийное охлаждение, рольганг-холодильник, катанка, горячая прокатка, шарикоподшипниковая сталь.

Цель работы – провести анализ технологического процесса двухстадийного охлаждения катанки в условиях СПЦ-2 для его совершенствования на второй стадии воздушного охлаждения на рольганге конструкции Стельмора с целью получения требуемой микроструктуры проката.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

- определение влияния режимов работы вентилятора № 1 на динамику охлаждения;
- определение расчетных зависимостей изменения температуры катанки при разных величинах подачи воздуха вентилятором № 1;
- анализ результатов и формулирование выводов.

Объектом исследования в работе является технологический процесс двухстадийного охлаждения проката Ø 8 мм из стали ШХ15 в линии катанки стана 370/150 ОАО «Белорусский металлургический завод».

Катанка диаметром 8 мм прокатывается в линии катанки из непрерывнолитой заготовки 250 × 300 или 140 × 140 мм согласно универсальной схеме калибровки [1]. С загрузочных решеток НЛЗ нагреваются в методической печи до температуры 1100 °С и прокатываются во всех группах клетей. В конце линии осуществляется двухстадийное охлаждение, позволяющее получить требуемую микроструктуру превращения аустенита [2].

Двухстадийное охлаждение в линии катанки (рис. 1) осуществляется на первой стадии водой в секциях № 1–3 после 10-клетьевого блока и в секциях № 4, 5 после 4-клетьевого чистового блока до температуры 850 °С [3].

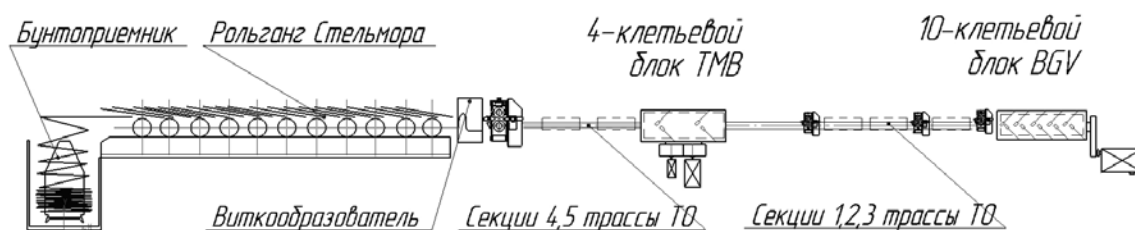


Рис. 1. Схема двухстадийного охлаждения проката в линии катанки стана 370/150

На второй стадии происходит охлаждение воздухом на рольганге Стельмора после формирования витков на виткообразователе. По рольгангу витки катанки движутся с возможностью регулирования скорости, регулирования подачи воздуха от 20 вентиляторов при открытых или закрытых крышках термоэкранов.

Поскольку на первой стадии водяного охлаждения настройки направлены на получение температуры начала распада аустенита на виткообразователе $800\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$, то основной интерес представляет разработка расчетной методики получения требуемых скоростей охлаждения на Стельморе. Рольганг (рис. 2) имеет длину 120 м и оснащен 20 одинаковыми вентиляторами с возможностью регулирования потока воздуха от 0 до 100 % через 5 % для ускорения охлаждения. Также над каналом рольганга установлены крышки термоэкранов для замедления охлаждения. Посекционно можно менять скорость движения витков через 0,1 м/с.

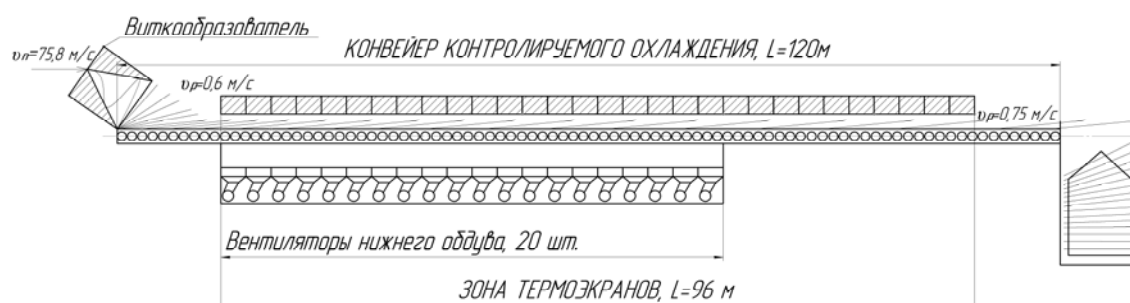


Рис. 2. Схема второй стадии воздушного охлаждения на рольганге конструкции Стельмора

Для получения требуемой микроструктуры производитель оборудования предоставил ориентировочные графики температуры раската по дистанции. Однако настроечных параметров рольганга Стельмора предоставлено не было. Второй проблемой воздушного охлаждения является неравномерность охлаждения по краям и центру витков [4].

На первом этапе исследований нами были проведены натурные эксперименты по определению влияния величины подачи воздуха вентиляторов на охлаждение катанки. Для этого по телеметрии стана и ручным пирометром измерялись температуры центра и краев витков катанки до и после первого вентилятора. Поток воздуха изменялся от 0 до 30 % через 10 %.

Прокатка велась с одного посада заготовок одной и той же плавки с полным интервалом измерений 1 час. Для анализа принимались показатели одного и того же ручного пирометра, с дублированием показаний стационарных пирометров по трем контрольным точкам (см. таблицу):

- т. 1, в зоне укладки витков перед первым вентилятором;
- т. 2, после вентилятора № 1 по центру витка;
- т. 3, после вентилятора № 1 по краю витка.

**Результаты измерений температур витков катанки Ø 8 мм
в зоне вентилятора № 1 рольганга Стельмора**

№ п/п	Температура в зоне укладки T_y в т. 1, °С	Температура после первого вентилятора, °С		Скорость прокатки $v_{пр}$, м/с	Скорость рольганга секции № 1 v_p , м/с	Уровень подачи воздуха вентилятором № 1 П, %
		$T_1^н$ в т. 2	$T_1^к$ в т. 3			
1	850	736	778	75,8	0,6	30
2	850	757	795	75,8	0,6	20
3	850	770	818	75,6	0,6	10
4	850	787	837	75,9	0,6	0

Далее по результатам измерений были построены графики изменения температуры и определены линии тренда. Лучшая достоверность линий тренда была получена с линейной зависимостью. Она позволяет рассчитать температуру катанки от исходной в зоне укладки в зависимости от процента мощности вентилятора для края и центра витка. Полученные результаты представлены на рис. 3.

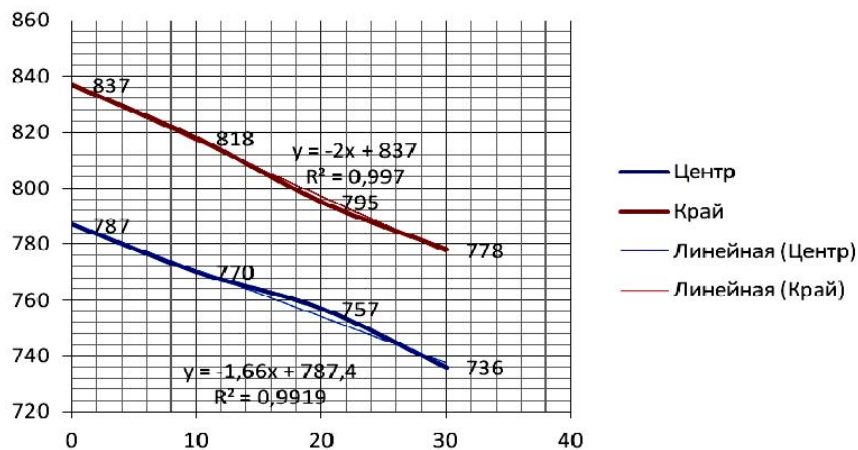


Рис. 3. Графики изменения температуры катанки и ее линии тренда в зависимости от подачи воздуха вентилятором № 1 на рольганге конструкции Стельмора

После обработки данных были выведены следующие формулы для определения температуры витков катанки Ø 8 мм после первого вентилятора в зависимости от подачи воздуха:

– для края витка, °С:

$$T_1^к = T_y - 2\text{ЧП-12};$$

– для центра витка, °С:

$$T_1^н = T_y - 1,66\text{ЧП-62}.$$

Таким образом, полученные зависимости позволяют выполнить расчет режимов подачи воздуха вентиляторами по всей дистанции рольганга в зависимости от требуемой скорости охлаждения катанки или прогнозировать динамику изменения температуры.

Результаты исследования: 1) изучен и выполнен анализ особенностей технологического процесса двухстадийного охлаждения катанки в условиях СПЦ-2; 2) изучен и проанализирован процесс воздушного охлаждения второй стадии на рольганге Стельмора; 3) выполнены измерения температур на первом вентиляторе при разных режимах его работы; 4) определена математическая зависимость изменения температуры катанки на вентиляторе № 1 в зависимости от его подачи.

Литература

1. Астапенко, И. В. Анализ влияния гомогенизирующего отжига блюмов подшипниковых марок стали на качество проката / И. В. Астапенко, С. А. Савченко // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2020. – С. 100–102.
2. Астапенко, И. В. Оборудование прокатных цехов : практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)», направления 1-42 01 01-01 «Металлургическое производство и материалобработка (металлургия)», специализации 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» днев. и заоч. форм обучения / И. В. Астапенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – 47 с.
3. Исследование факторов, способствующих снижению карбидной неоднородности в подшипниковых марках стали / И. А. Панковец [и др.] // Черная металлургия. Бюл. науч.-техн. и экон. информ. – 2021. – 77 (7). – С. 804–810. <https://doi.org/10.32339/0135-5910-2021-7-804-810>
4. Савченко, С. А. Совершенствование технологического процесса горячей прокатки шарикоподшипниковых сталей в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» УКХ «БМК» / С. А. Савченко, И. В. Астапенко // Беларусь в современном мире : материалы XII Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 16–17 мая 2019 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Гомел. обл. орг. о-ва «Знание» ; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2019. – С. 282–285.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ МЕГАПРОЧНОГО МЕТАЛЛОКОРДА

А. А. Болигатов, Д. А. Лысенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Выполнена оптимизация режима тонкого волочения проволоки 0,295МТ из проволочной заготовки диаметром 1,85 мм сталь 100 с целью снижения обрывности проволоки при свивке металлокорда 2х0,295МТ. В исследовании принята причина обрывности, заключающаяся в переупрочнении поверхности проволоки при волочении в следствии динамического деформационного старения металла проволоки, зависящего от температуры поверхности проволоки. Изучена техническая возможность производства металлокорда по спецификации компании Goodyear № 1783-0/00–2015 с использованием катанки марки 100.

Ключевые слова: мегапрочный металлокорд, оптимизация волочения, моделирование процесса волочения.