

УДК 621.774.6

Федоринов В. А.
Гаврильченко О. А.
Завгородний А. В.

МЕТОДИКА, ОБОРУДОВАНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРАВКИ ЗАГОТОВОК В ТЯНУЩЕ-ПРАВИЛЬНЫХ МАШИНАХ СОРТОВЫХ МНЛЗ

С выходом Украины на мировой рынок высококачественного металлопроката возникла необходимость дальнейшего развития высокотехнологичных отраслей промышленного комплекса. Отмеченное в полной мере касается процессов разливки стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Порядка 70 % всей разливаемой стали производят на радиальных и криволинейных МНЛЗ, что требует дальнейшей разгибки и правки заготовок на участке тянуще-правильных машин (ТПМ), которые предназначены для вытягивания заготовок из кристаллизатора с одновременным выправлением дугообразных заготовок в прямолинейные [1].

Целью работы является уточнение исходных предпосылок для разработки конкретных технологий и условий реализации процесса правки заготовок в ТПМ сортовых МНЛЗ.

Экспериментальные исследования результирующих геометрических характеристик, а также силы при правке были проведены на лабораторной экспериментальной 9-ти роликовой листопрямительной машины $100 \times 105 \times 250$ ДГМА, общий вид которой представлен на рис. 1. Шаг машины 105 мм, диаметр бочки валков 100 мм, длина бочки валка 250 мм.

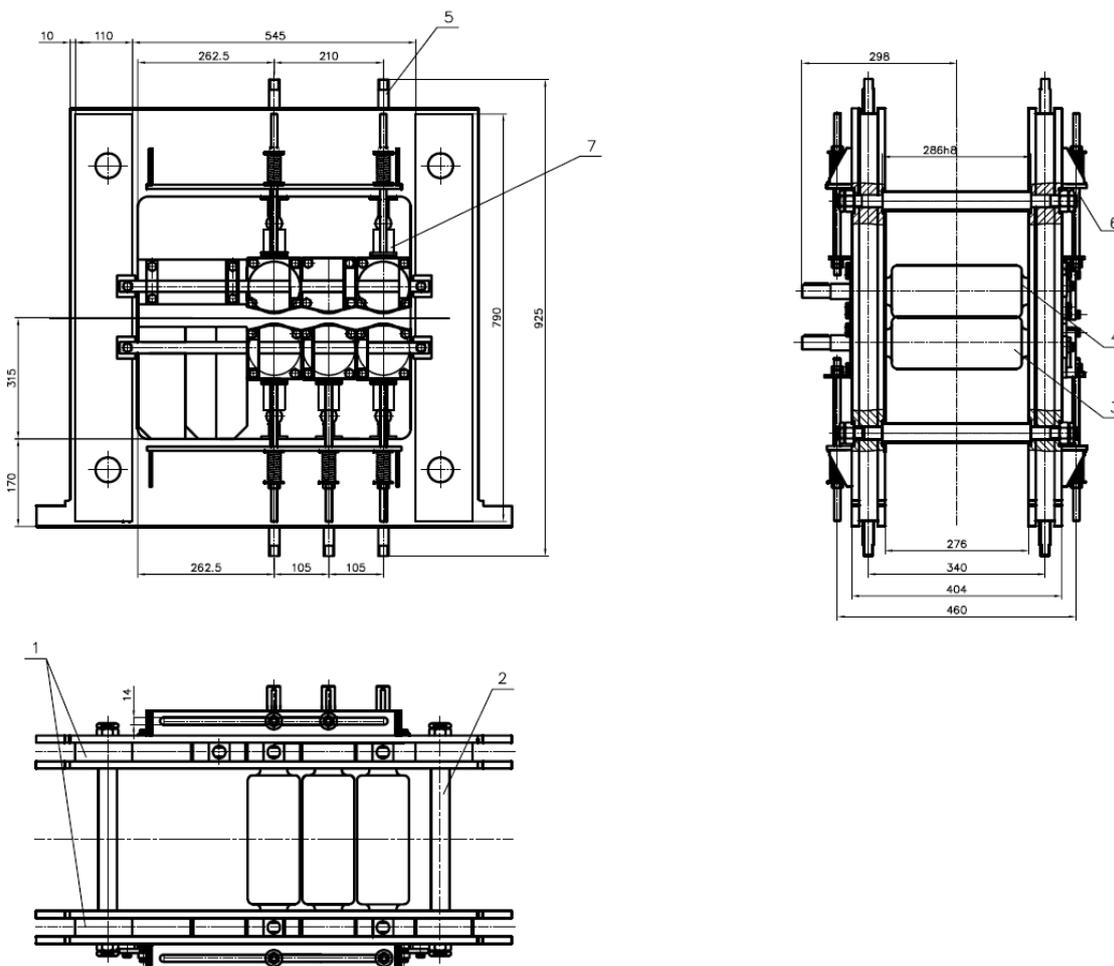


Рис. 1. Общий вид лабораторной экспериментальной машины $100 \times 105 \times 250$

Правка заготовок на экспериментальной машине $100 \times 105 \times 250$ происходит за счет упругопластического изгиба, создаваемого между двумя двухвалковыми обоймами и среднего опорного ролика, путем смещения последнего вверх [2]. Рабочая клетка машины включает в себя узел станин 1, стянутые между собой стяжками 2. Верхние и нижние валковые узлы 3, 4 закреплены на выступах станин 5, и опираются на нажимные винты 5, совмещенные с системой уравнивания пружинного типа 6. Между нажимными винтами 5 и пятой валковых обойм установлены кольцевые месдозы 7. Рабочим инструментом машины (см. рис. 2) являются правильные ролики с диаметром бочки 100 мм, и длиной бочки 250 мм, установленные в подушках посредством двух шарикоподшипников радиального типа в каждой.

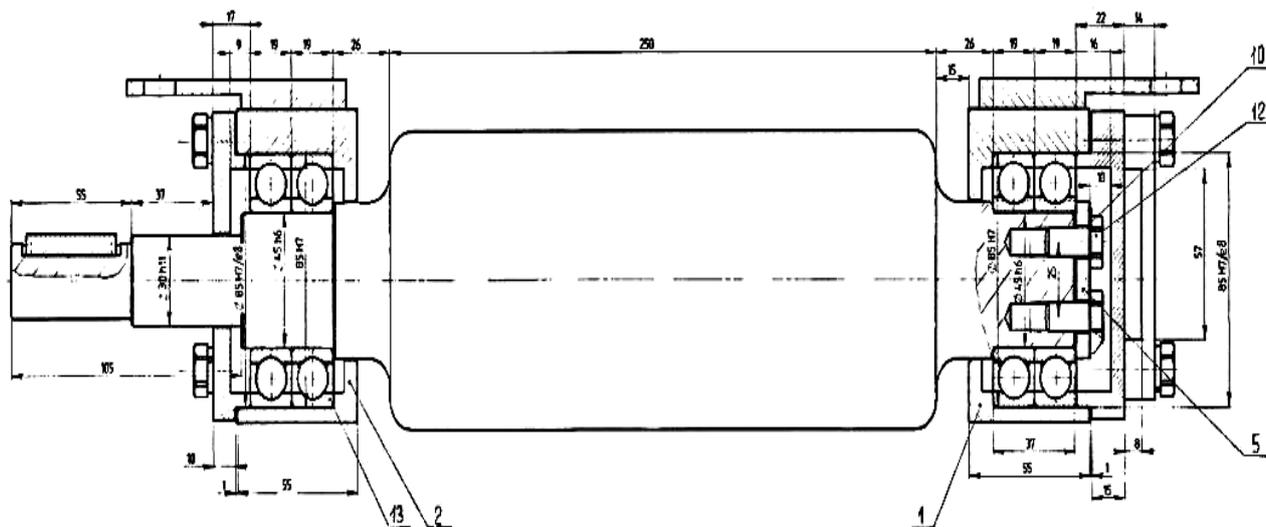


Рис. 2. Узел ролика рабочего экспериментальной машины $100 \times 105 \times 250$

Непосредственно процессу правки подвергалась заготовка сечением 23×23 мм (рис. 3), результаты правки которой представлены в качестве примера реализации исследования результирующих геометрических характеристик, а также силы правки.



Рис. 3. Общий вид заготовки, выправляемой при экспериментальном исследовании процесса правки заготовок с использованием специализированной лабораторной экспериментальной машины $100 \times 105 \times 250$ ДГМА

Исходная кривизна составляла $115 \text{ мм}/0,5 \text{ м}$. После процесса правки на лабораторной экспериментальной машине $100 \times 105 \times 250$ ДГМА, кривизна составила $0,0001 \text{ мм}/0,5 \text{ м}$. Также следует отметить, что в ходе эксперимента было проведено исследование влияния перекрытия W среднего ролика на остаточную кривизну $\chi_{ост}$, результаты которого представлены на рис. 4, а. Также в ходе проведения эксперимента были произведены следующие измерения:

- исходные геометрические размеры заготовки;
- исходная кривизна;
- конечная кривизна заготовки;
- сила правки, измеряемая при помощи месдоз с кольцевым упругим элементом.

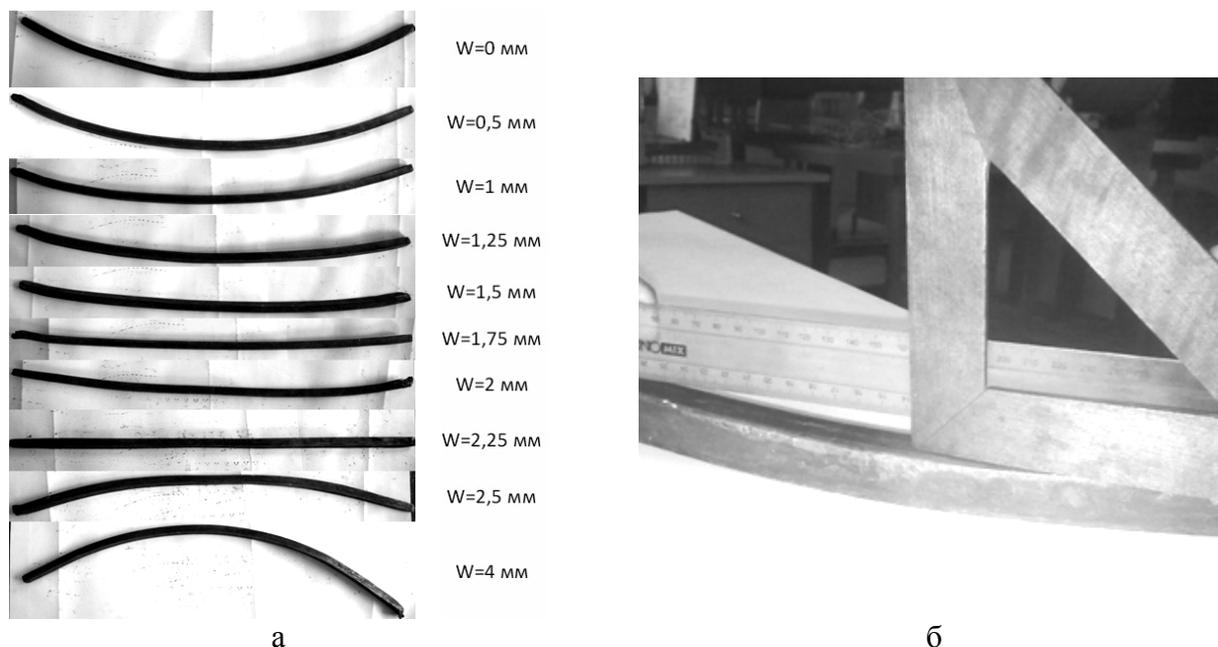


Рис. 4. Общий вид заготовок после правки (а) и методика измерения кривизны заготовки (б)

Тарировку месдоз для измерения силы правки производили до реализации процесса правки. На рис. 5 в качестве примера представлены технология и результаты тарировки измерителя силы. Месдозы (см. рис. 5, а) устанавливали соосно в рабочее пространство гидравлического пресса плунжерного типа и нагружали их силой, величина которой являлась известной, исходя из фиксируемого манометром давления рабочей жидкости в системе.

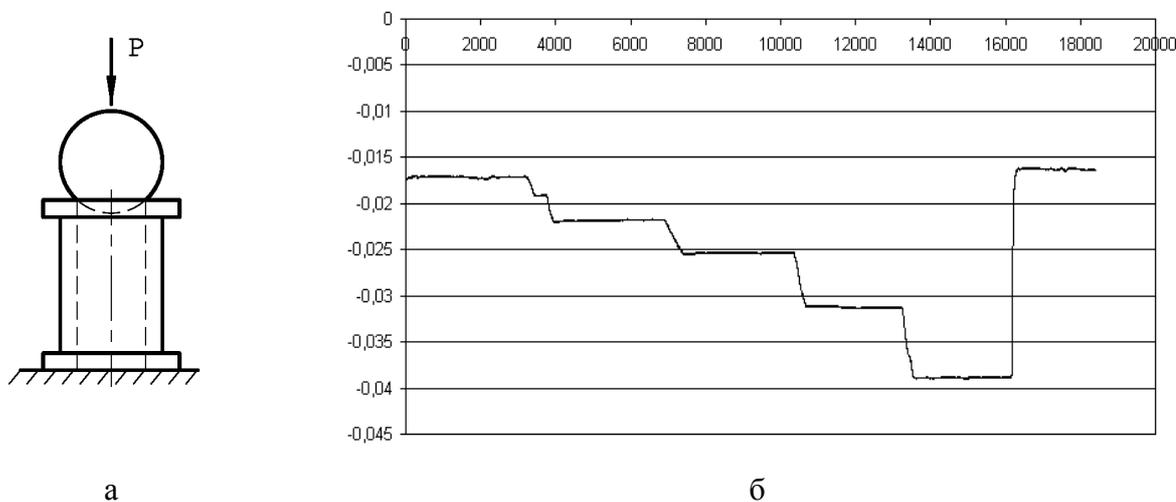


Рис. 5. Схема (а) и график (б) тарировки месдозы

Одновременно с этим фиксировали и соответствующее отклонение показаний платы АЦП. Затем давление рабочей жидкости в системе гидравлического пресса изменяли на соответствующую величину, переходя к большему значению силы, фиксировали соответствующее отклонение показаний АЦП (см. рис. 5, б).

В качестве примера результатов проведенных экспериментальных исследований на рис. 6 представлены влияние смещения среднего ролика на результирующую кривизну, а также силу правки заготовки.

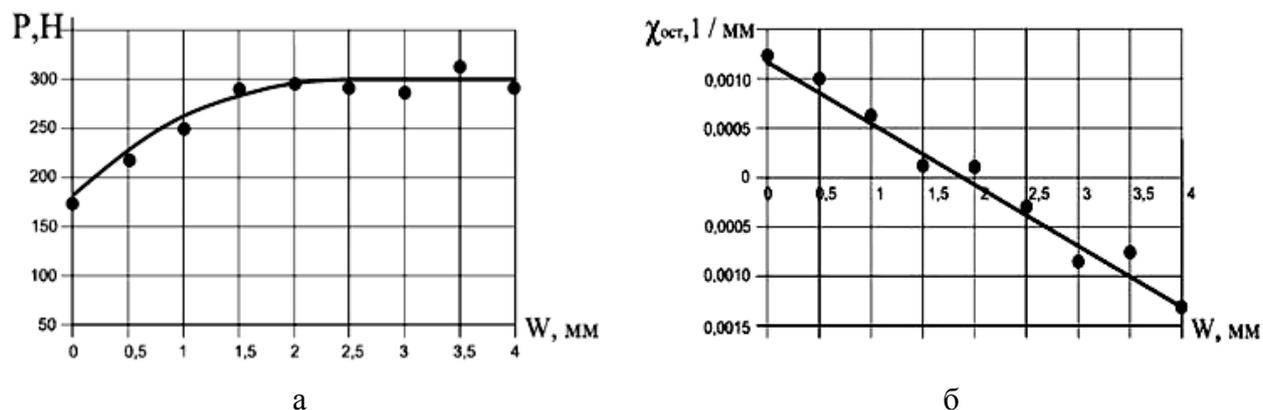


Рис. 6. Эмпирические зависимости силы правки (а) и результирующей кривизны (б) от смещения среднего ролика применительно к правке заготовки

Количественная оценка степени соответствия результатов теоретических оценок и экспериментальных исследований энергосиловых параметров процесса правки была проведена с использованием результатов статической обработки массивов [3, 4] соотношений расчетных P_p , и эмпирических P_s значений силы правки. Средне выборочные значения массивов данных соотношений, в частности, были равны 1,003, а доверительные интервалы их изменения при доверительной вероятности 0,95 соответствовали 0,971...1,035. При статической обработке массивов соотношений расчетных χ_p , и эмпирических χ_s значений результирующей кривизны, средне выборочные значения массивов данных соотношений были равны 0,995, а доверительные интервалы их изменения при доверительной вероятности 0,95 соответствовали 0,963...1,027. Отмеченное свидетельствует о достаточной степени достоверности полученных численных математических моделей [2].

ВЫВОДЫ

В результате экспериментальных исследований процесса правки на лабораторной машине $100 \times 105 \times 250$ получены эмпирические зависимости силы правки от смещения средней пары валков при правке заготовок. Определены и экспериментально подтверждены оптимальные технологические параметры исследуемого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машины непрерывного литья заготовок / Л. В. Буланов, Л. Г. Корзулин, Е. П. Парфенов, Н. А. Юровский, В. Ю. Авдонин. – Екатеринбург : Уральский центр ПР и рекламы, 2003. – 32 с.
2. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла на участке правильно-тянущих установок непрерывного литья / В. А. Федоринов, О. А. Гаврильченко, А. В. Завгородний, А. С. Зеленский // Обработка материалов давлением. – 2010. – № 1(21). – С. 105–110.
3. Крамер Г. Математические методы статистики / Г. Крамер. – М. : Мир, 1975. – 648 с.
4. Бронштейн И. Н. Справочник по математике (для инженеров и учащихся вузов) / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Наука, 1981. – 720 с.

Федоринов В. А. – канд. техн. наук, проф. кафедры АММ ДГМА;

Гаврильченко О. А. – ассистент ДГМА;

Завгородний А. В. – аспирант ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua