

УДК [662.614.2:621.362]:621.746.27

Н. С. Калмыкова, С. В. Картавец

Магнитогорский государственный технический университет

им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск

kalmykvanatasha@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗЛИВКИ ЖИДКОЙ СТАЛИ

В работе рассмотрена тепловая работа машины непрерывного литья заготовок и определение длины литейного производства. Проанализирована зависимость толщины заготовки от длины сталелитейного производства и времени ее полного охлаждения.

Ключевые слова: *жидкая сталь; энергосбережение; длина литейного производства.*

N. S. Kalmykova, S. V. Kartavzov

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

RESEARCHING ON THE MAIN THERMAL POWER AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CASTING LIQUID STEEL

The paper considers the thermal operation of the continuous casting machine and determining the length of the foundry. The dependence of the workpiece thickness on the length of steel production and the time of its complete cooling is analyzed.

Keywords: *liquid steel; energy saving; the length of the foundry.*

Производство стали в мире постоянно растет. Так, по данным всемирной ассоциации стали (The World Steel Association) [1], производство стали в мире достигло 1,67 млрд т и имеет устойчивую тенденцию к увеличению. Для изготовления конструкционных материалов вся сталь проходит процессы охлаждения и формообразо-

вания в машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) различных конструкций. Так, порядка 96 % производимой стали, в настоящее время разливается на МНЛЗ [2].

Жидкая сталь подается из сталеразливочного ковша в МНЛЗ, с температурой примерно $t_M = 1550$ °С, охлаждается, приобретает необходимую форму, затвердевает и на выходе из МНЛЗ имеет среднюю температуру около $t_{\text{ТВ.СТ}} = 800$ °С. В процессе охлаждения отводится порядка 800 МДж/т. Отвод теплоты от разливаемой стали осуществляется технической водой и воздухом на температурном уровне не превышающим 40 °С в кристаллизаторе и 100 °С в ЗВО в виде паровоздушной смеси. Вся эта теплота в настоящее время практически полностью выбрасывается в окружающую среду на градирнях и в прудах охладителей.

На МНЛЗ производится разливка стали на заготовки с толщиной до 300 мм [3]. Таким образом, возникает вопрос и задача: какова длина всего литейного производства и можно ли ее сократить.

Для решения поставленной задачи была разработана модель расчета длины литейного производства для сляба толщиной 250 мм. Результаты расчетов продемонстрированы на графике (рис. 1).

Для построения графика была рассчитана температура стали на поверхности и в центре сляба при граничных условиях третьего рода, по формуле, взятой из [4].

Расчет производился при постоянной температуре стали на выходе из МНЛЗ, равной 1550 °С, и температуре охлаждающей воды, на уровне 35–40 °С.

$$\theta = \sum_{n=1}^{n \rightarrow \infty} \frac{2 \cdot \sin \mu_n}{\mu_n + \sin \mu_n \cdot \cos \mu_n} \cdot \cos(\mu_n \cdot X) \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot Fo} . \quad (1)$$

Тогда длина процесса будет равна:

$$L_{\text{МНЛЗ}} = \tau \cdot v = 3247 \cdot 0,016 = 52 \text{ м} , \quad (2)$$

где v – средняя скорость разливки стали, м/с.

Из рис. 1 видно, что для охлаждения жидкой стали в форме сляба, толщиной 250 мм, потребуется порядка 52 м и 3247 с. Отсюда возникает вопрос об уменьшении длины литейного производства.

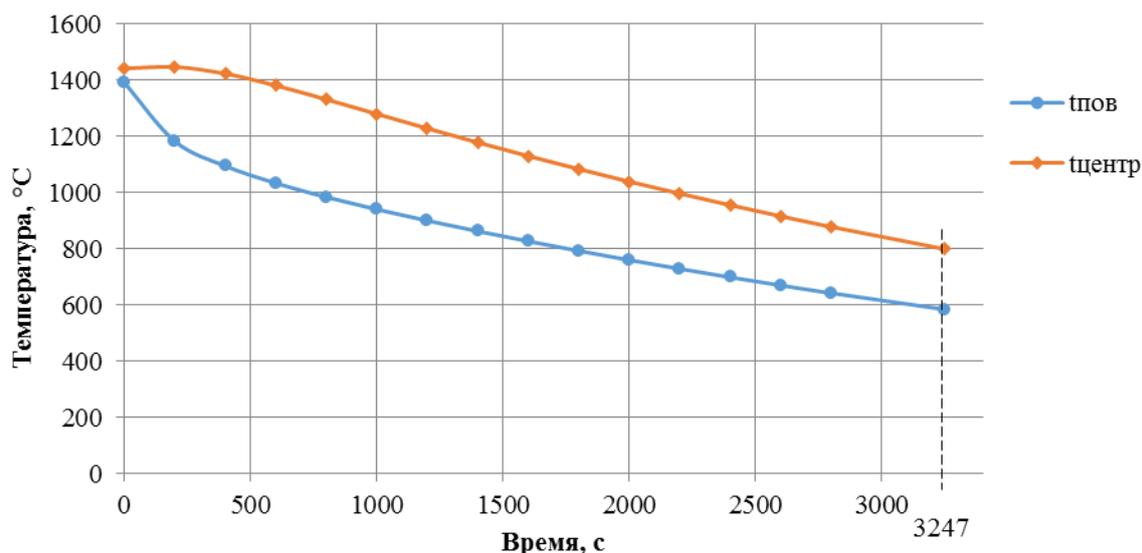


Рис. 1. График зависимости температуры от времени в пределах МНЛЗ

На рис. 2 показан график изменения длины литейного производства от толщины заготовки. Из графика видно, что с изменением толщины сляба, изменяется и длина сталелитейного производства (МНЛЗ).

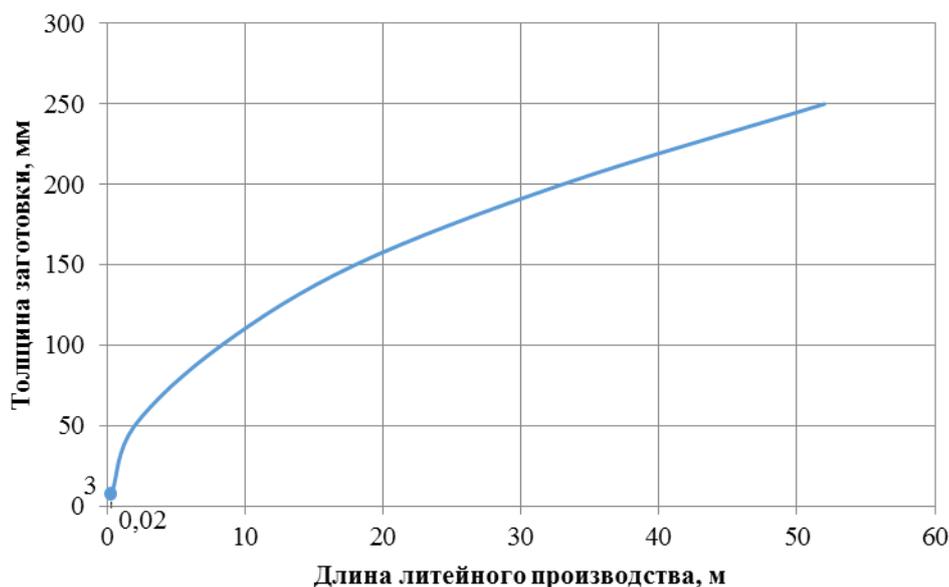


Рис. 2. График зависимости длины литейного производства от толщины заготовки

Из рис. 1 и 2 видно, что при стандартной толщине заготовки 3–5 мм для дальнейшей холодной прокатки время и длина полного охлаждения составит 1,3 с и 0,02 м соответственно.

Таким образом, сокращение длины охлаждения металла ведет к очень большим косвенным эффектам энергосбережения, а именно, к сокращению металлоемкости и расхода воды.

Список использованных источников

1. Ассоциация производителей стали [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldsteel.org/> (дата обращения: 01.11.2018)
2. Строгонов К. В., Картавец С. В. Жидкая сталь : использование теплоты и скоростная разливка. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2006. 147 с.
3. Водное хозяйство промышленных предприятий / под ред. В. И. Аксенова, М. Г. Ладыгичева, И. И. Ничковой, В. А. Никулина, С. Э. Кляйн : справочное издание: в 2-х кн. Кн. 1. М. : Теплотехник, 2005. 640 с.
4. Теплопередача / под ред. В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел : учебник для вузов. 4-е изд., пер. и доп. М. : Энергоиздат, 1981. 416 с.