

Ю.П.Таран ⁽¹⁾, инженер

А.Н. Николаенко ⁽²⁾, профессор, к.т.н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАБОТЫ ПРОКАТНОГО СТАНА НА ФОРМИРОВАНИЕ ЗАГОТОВКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ АЛЮМИНИЯ

⁽¹⁾ ОАО «Запорожский алюминиевый комбинат»,

⁽²⁾ Запорожская государственная инженерная академия

Процес формування заготовки під час безперервного литва алюмінію на машині роторного типу з подальшою прокаткою одержаної заготовки характеризується нестабільністю, що вноситься роботою прокатного стану. Дослідження ливарно-прокатного модуля, як об'єкта автоматизації, є актуальним завданням під час вдосконалення системи управління його роботою.

Процесс формирования заготовки при непрерывном литье алюминия на машине роторного типа с последующей прокаткой полученной заготовки характеризуется нестабильностью, вносимой работой прокатного стана. Исследование литейно-прокатного модуля, как объекта автоматизации, является актуальной задачей при совершенствовании системы управления его работой.

Введение. При непрерывном литье алюминия на выходе литейной машины образуется заготовка, которую со скоростью, равной линейной скорости вращения изложницы, подают на прокатный стан (рис. 1). Для обеспечения стабильной работы прокатного стана и качественной прокатки металла длина заготовки должна быть неизменной [1].

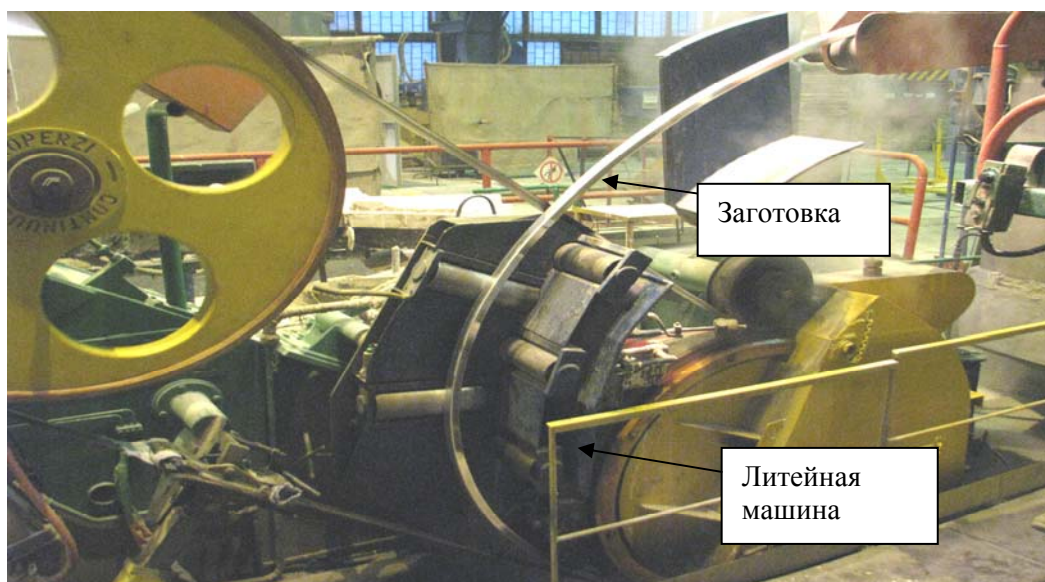


Рисунок 1 – Общий вид машины непрерывного литья алюминия

Однако в реальных условиях производства этого достичь невозможно, поскольку на заготовку воздействуют продольные деформационные изменения: со стороны литейной машины их причиной является температурная нестабильность металла, со стороны стана – возмущающие факторы прокатки. Влияние температурной деформации на процесс формирования алюминиевой заготовки рассмотрено авторами в работе [2].

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование влияния работы стана на процесс формирования литейной заготовки.

Основная часть исследований. При обжатии заготовки в валках прокатной клетки некоторое количество алюминия выжимается вперед по ходу прокатки, а другая часть его объема отжимается назад (рис. 2) [3]. В первом случае скорость продольной деформации суммируется с окружной скоростью валков, а во втором – вычитается. Как результат, в очаге деформации образуется зона отставания 1, где скорость перемещения заготовки меньше угловой скорости валков, и зона опережения 2, в которой соотношение скоростей – обратное. Между зонами 1 и 2 находится нейтральное сечение 3, в котором скорости движения валков и заготовки одинаковые. Положение данного сечения в очаге деформации характеризуется величиной нейтрального угла γ . Зона непосредственного контакта металла заготовки с валком определяется углом захвата валков α .

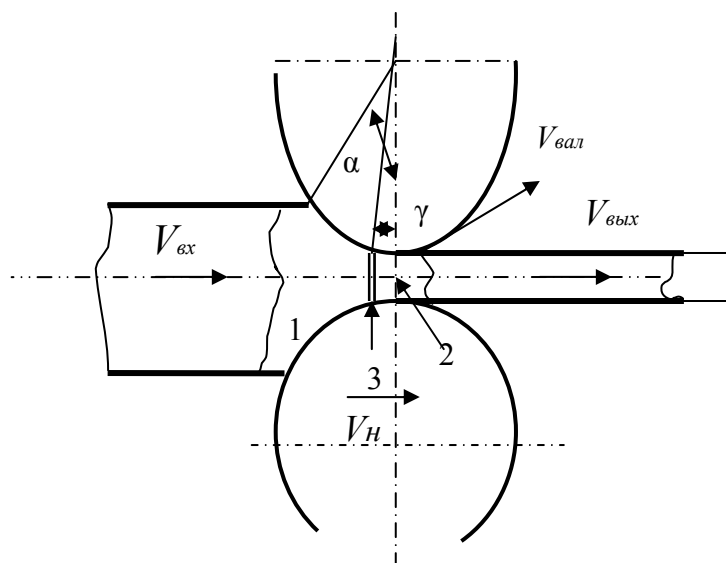


Рисунок 2 – Зоны отставания (1), опережения (2) и нормальное сечение (3) в очаге деформации, при прокате металла

Связь линейной скорости перемещения заготовки в нейтральном сечении $V_н$, а, следовательно, и угловой скорости валков $V_{вал}$, с частотой вращения электропривода прокатного стана n выражается уравнением [4]:

$$V_н = V_{вал} = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n}{60 i}, \quad (1)$$

где D_k – диаметр прокатного валка; i – передаточное отношение редуктора прокатной клетки.

Согласно работе [3]:

$$D_k = D_0 - \frac{Q_k}{b_k}, \quad (2)$$

здесь D_0 – межцентровое расстояние между валками клеток, Q_k – сечение катанки на выходе из k -той клетки; b_k – ширина калибра k -той клетки.

Тогда линейную скорость металла в нейтральном сечении валков вычисляют как

$$V_н = \frac{(\pi \cdot D_0 \cdot b_k - Q_k) \cdot n}{60 b_k}. \quad (3)$$

При выпуске алюминиевой катанки диаметром 9,7 мм и максимальной производительности стана скорость металла в нейтральном сечении валков при $D_0 = 205$ мм, $b_k = 60$ мм, $Q_k = 798$ мм², $n = 33$ об/мин в соответствии с уравнением (3) составляет $V_n = 0,331$ м/с.

Скорость катанки после ее прокатки $V_{блх}$, с учетом опережения скорости валков, определяют из выражения:

$$V_{блх} = c \cdot n, \quad (4)$$

где c – коэффициент передачи скорости прокатного стана; $c = 0,00338$; n – частота вращения привода, обеспечивающая максимальную производительность стана для катанки диаметром 9,7 мм, $n = 1213$ об/мин.

Ее величина составляет $V_{блх} = 4,13$ м/с.

Скорость подачи заготовки на входе в стан $V_{вх}$, с учетом отставания от ее скорости в нейтральном сечении, можно рассчитать из условия постоянства секундных объемов металла при его прокатке [5]:

$$Q_{вх} \cdot V_{вх} = Q_{блх} \cdot V_{блх}, \quad (5)$$

где $Q_{вх}$, $Q_{блх}$ – площадь поперечного сечения заготовки на входе и выходе прокатного стана соответственно.

Отсюда

$$V_{вх} = V_{блх} \cdot \frac{Q_{блх}}{Q_{вх}} = \frac{V_{блх}}{\lambda}, \quad (6)$$

где λ – коэффициент вытяжки прокатного стана, $\lambda = Q_{блх}/Q_{вх}$; при производстве катанки диаметром 9,7 мм его величина составляет $\lambda = 16,96$.

Тогда $V_{вх} = 0,244$ м/с.

Зная скорость подачи металла на входе в стан и скорость его в нейтральном сечении первой клетки, определяют величину отставания металла на входе в первую клетку χ по формуле:

$$\chi = \frac{V_{вх} - V_n}{V_n} \cdot 100 \%. \quad (7)$$

Ее величина $\chi = -26,3 \%$.

Алюминиевую катанку диаметром 9,7 мм выпускают в соответствии с требованиями ГОСТ 13843-78 и значительными допусками по диаметру $\pm 0,3$ мм или $\pm 3 \%$. Такой разброс по выходному сечению готовой продукции при постоянстве сечения литейной заготовки (1253 мм²), вызван колебаниями коэффициента вытяжки λ , которые могут происходить медленно, что обусловлено непостоянством физических свойств металла, износом валков, «старением» эмульсии, или быстро при замене аварийных клетей.

Исследования, проведенные на действующем литейно-прокатном модуле, показали, что при существующих колебаниях коэффициента вытяжки в интервале от 17,1 до 16,1 диаметр алюминиевой катанки на его выходе изменяется от 9,6 до 9,8 мм, а скорость подачи металла на входе в стан – от 0,239 до 0,246 м/с.

В установившемся режиме работы литейно-прокатного модуля длина заготовки составляет $l_z = 16,8$ м. Постоянство этого размера обеспечивается равенством скоростей движения заготовки на выходе литейной машины и на входе в прокатный стан. Если на входе в стан скорость заготовки уменьшается из-за увеличения коэффициента вытяжки λ , то со стороны литейной машины имеет место «петлеобразование», которое приводит к удлинению заготовки на величину, равную

$$\Delta l_3 = (V_l - V_{ex}) \cdot t_3, \quad (8)$$

где t_3 – время движения алюминиевой заготовки от литейной машины до прокатного стана, $t_3 = 66,04$ с; V_l – скорость движения заготовки от литейной машины до прокатного стана, равная линейной скорости изложницы, $V_l = 0,253$ м/с.

Если принять во внимание, что существующие на литейно-прокатном модуле колебания значений коэффициента вытяжки приводят к изменению скорости заготовки на входе в стан от 0,239 до 0,246 м/с, то ее длина перед прокаткой будет колебаться в пределах 0,92...0,46 м.

В процессе эксплуатации литейно-прокатного модуля имеет место износ внутренней поверхности изложницы литейной машины под действием интенсивного теплообмена с горячим металлом. Для восстановления поверхности изложницу протачивают по бокам и углубляют. В результате сечение заготовки на выходе из литейной машины увеличивается на 2 %. Согласно уравнению (6), это приводит к уменьшению скорости заготовки на входе в стан на 5,6 % и увеличению ее длины перед прокаткой на 64 %.

Выводы. Проведенные исследования показали, что в процессе производства алюминиевой катанки размер заготовки перед прокаткой существенно изменяется. Это нарушает условия работы литейно-прокатного модуля и требует учета при совершенствовании системы автоматического управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая документация технологической линии по производству алюминиевой катанки. «*Continuous Properzi S.P.A.*». – 1992. – 110 с.
2. Таран Ю. П. Исследование температурных деформаций заготовки при непрерывном литье алюминия / Ю. П. Таран, А. Н. Николаенко // *Металургія: наукові праці ЗДІА*. – Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2007. – Вип. 16. – С. 139-144.
3. Сушиников А. А. Разработка и исследование взаимосвязанных компьютеризированных электроприводов непрерывных сортовых прокатных станов: дис. ...канд. техн. наук 05.09.03. – М., 2005. – С. 30.
4. Груднев А. П. Теория прокатки / А. П. Груднев. – М.: Металлургия, 1988. – С. 55-79.
5. Нефедов А. А. Производство катанки / А. А. Нефедов. – М.: Научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 1963. – 138 с.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2011 р.
Рецензент, проф. Б.П. Серeda