

УДК 621.771

## РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОГО БАЛАНСА АЛЮМИНИЕВОЙ ПОЛОСЫ, ПОЛУЧАЕМОЙ НА ЛПА С МАЯТНИКОВЫМ ПРОКАТНЫМ СТАНОМ

Игорь Александрович Лысина<sup>(1)</sup>

*Студент 6 курса<sup>(1)</sup>*

*кафедра «Оборудование и технологии прокатки»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: С.Б. Арюлин,*

*старший преподаватель кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

Температурный режим прокатки является важным технологическим параметром, определяющим условия реализации процесса горячей обработки металлов давлением. Вместе с тем, он оказывает существенное влияние на механические свойства, сопротивление деформации, структуру и качество проката. Особое значение ему придают в литейно-прокатных агрегатах (ЛПА), в которых получение непрерывно литой заготовки и ее прокатки совмещены в едином непрерывном процессе. В этом случае горячая прокатка ведется за счет использования тепла металла, непрерывно выходящего из кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) обычно без дополнительного его нагрева.

В рамках научного направления, сложившегося на кафедре «Оборудование и технологии прокатки» МГТУ им. Н.Э. Баумана, по созданию совмещенных литейно-прокатных агрегатов (ЛПА), активно разрабатывается тематика, связанная с созданием конструкций маятниковых прокатных станов. Подобные станы в силу их технических характеристик, таких как небольшие габариты, металлоемкость, простота конструкции, не требующая большого числа обслуживающего персонала, низкая энерговооруженность и вместе с тем возможность выпускать практически готовую продукцию, осуществляя большие деформации, и главное возможность работать в совмещении с ЛПА, делают их пригодными для использования в качестве прокатной единицы в «мини заводах» при переработке отходов основного производства.

Рассматриваемый ЛПА предназначен для получения алюминиевой полосы толщиной до 4 мм в виде листов или рулонов из непрерывно литого сляба размерами  $H_0=35$  мм,  $B_0=230$  мм [1,2].

Расплав алюминия через миксер по системе металлопроводов подается в приемную ванну литейной машины роторного типа, где кристаллизуется в слиток и выдается в виде непрерывной заготовки. Скорость вращения литейного колеса может плавно изменяться от нуля до 1,6 об/мин. Температура алюминиевого сляба на выходе из кристаллизатора  $T_{сл}=500^\circ\text{C}$  (773,2 К). Скорость литья (скорость выхода слитка из кристаллизатора)  $v_{сл}=5$  м/мин (0,083 м/с). Расстояние от кристаллизатора до задающей клетки  $L=6,9$  м.

В задающих валках с диаметром  $d_в=324$  мм слиток, получив предварительное обжатие порядка 14%, с необходимым осевым усилием через промежуточную проводку задается в маятниковую клетку, где производится окончательное обжатие заготовки в полосу необходимой толщины в 4 мм, при этом суммарная логарифмическая деформация достигает значения, равного  $\ln(H_0/H_1)=2$ . Прокатка в маятниковой клетке производится за счет периодического обжатия заготовки парой рабочих валков.

Для определения изменения температуры алюминиевой полосы в процессе прокатки в маятниковой клетке с учетом того факта, что все параметры деформации по

длине пробега рабочим валком зоны обжатия переменны, в том числе и сопротивление деформации, которое к тому же само зависит от изменения температуры, необходимо знать температуру полосы, с которой она входит в маятниковую клетку. Температура сляба при его перемещении от кристаллизатора до входа в маятниковую клетку снижается вследствие теплоотдачи за счет лучеиспускания и конвекции, отдачи тепла валкам задающей клетки при контакте с ними, а также увеличивается вследствие разогрева, вызванного работой деформации в задающей клетке. По зависимостям [5-7] была рассчитана температура алюминиевой полосы при входе в маятниковую клетку  $T_0=440^{\circ}\text{C}$ .

Далее определяются такие параметры прокатки, как сопротивление деформации и среднее контактное давление в МОД, мгновенная контактная площадь, мгновенная сила прокатки. Ранее разработанная в среде Excel программа позволяла определять энергосиловые параметры для конкретных значений геометрических размеров полосы, для чего предварительно определялась критическая подача заготовки после чего выбиралась подача (меньше критической), которая принималась в качестве исходной величины для расчетов. В прежней методике для определения фактического сопротивления деформации была использована аналитическая зависимость, предложенная в литературе [6], которая была использована для значений, входящих в нее параметров с учетом допущения, что прокатка алюминиевой полосы ведется при постоянной температуре и переменных значениях степени и скорости деформации, что не соответствует действительности. В связи с этим обстоятельством, автором ранее в публикации [7] было указано, что задаче определения величины повышения температуры металла за счет деформации в стане периодической прокатки следует уделить особое внимание.

В разработанную программу, выполненную в среде Mathcad, включён блок, позволяющий учитывать изменение температуры в очаге деформации маятниковой клетки. Включение в программу подготовительных вычислений исходных величин, необходимых для ведения расчета, позволяет сделать ее более удобной для пользователя.

### Литература

1. Арюлин С.Б., Халипов И.В. Определение величины и направления сил, действующих на рабочий валок маятниковой прокатной клетки// Заготовительные производства в машиностроении. 2014. №5, с.23-26.
2. Арюлин С.Б., Халипов И.В. Определение профиля опорного вала маятникового прокатного стана// Заготовительные производства в машиностроении. 2014, №8, с.31-35.
3. Салганик В.М., Гун И.Г., Карандаев А.С., Радионов А.А.. Тонкослябовые литейно-прокатные агрегаты для производства стальных полос: Учебное пособие/ - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. -506с.
4. Теория непрерывной продольной прокатки: Учебное пособие/Г.С. Никитин. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2009.- 399 с.
5. Арюлин С.Б., Лобурь Е.В., Сухоставский М.Н. Теоретическое определение энергосиловых параметров деформации алюминиевой полосы на маятниковом прокатном стане // Заготовительные производства в машиностроении. 2019. Том 17. №1. с. 26-29.
6. Жучин В.Н., Никитин Г.С., Шварцбарт Я.С., Зуев И.Г. Расчет усилий при непрерывной горячей прокатке. М.: Металлургия, 1986.198с.
7. Арюлин С.Б., Лысина И.А. Расчет температурного баланса алюминиевой полосы, получаемой на литейно-прокатном агрегате // Заготовительные производства в машиностроении. 2020. Том 18. №5. с.218-222.