РАЗДЕЛ XII. МЕТАЛЛУРГИЯ

Лехов О.С.¹, Михалев А.В.², Шевелев М.М.², Билалов Д.Х.¹

Установка совмещенного процесса непрерывного литья и деформации для производства листов, сортовых заготовок и биметаллических полос

¹ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет»
(Россия, Екатеринбург)²ОАО «Уральский трубный завод»
(Россия, Первоуральск)

doi: 10.18411/sr-10-02-2021-28

idsr: sciencerussia-10-02-2021-28

Аннотация

Изложены технологии получения стальных листов, сортовых заготовок и трехслойных биметаллических полос на установке совмещенного процесса непрерывного литья и деформации. Приведены результаты исследования напряженно-деформированного состояния металла в очагах деформации при получении на установке стальных листов, сортовых заготовок и биметалла.

Ключевые слова: установка, непрерывное литье, деформация, кристаллизатор, бойки, сталь, лист, биметалл, напряжение, конечный элемент.

Abstract

The technologies for producing steel sheets, sort blanks and three-layer bimetallic strips on the installation of a combined continuous casting and deformation process are described. The results of the study of the stress-strain state of the metal in the zones of deformation during the production of steel sheets, sort blanks and bimetal on the installation are presented.

Keywords: installation, continuous casting, deformation, mold, anvilss, steel, sheet, bimetal, stress, finite element.

Для совершенствования производства стальных листов, сортовых заготовок и биметаллических полос целесообразно использовать компактную установку совмещенного процесса непрерывного литья и деформации, что позволит существенно снизить энергетические, капитальные и эксплуатационные затраты и улучшить качество металлопродукции.

На рисунке 1 представлена схема установки непрерывного литья и деформации [1,2], которая состоит из неразъемного медного кристаллизатора 1 и двух суппортов 2 с бойками 4.

Рисунок 1 – Установка совмещенного процесса непрерывного литья и деформации

Каждый суппорт с бойками установлен на двух эксцентриковых валах 3. Синхронное вращение эксцентриковых валов осуществляется от приводного электродвигателя. Вытягивание заготовки из кристаллизатора 1 осуществляется с помощью бойков во время ее обжатия и тянущих роликов 5 во время холостого хода.

Рассмотрим процесс получения листа сечением 3×2250 мм из стали 09Г2С. Толщина полосы после смыкания широких стенок оболочки с жидкой фазой равна 30 мм, т.е. обжимается тонкий сляб со степенью деформации за проход равной 90 %. Температуру внешней поверхности сляба принимаем 1200°C , а в его осевой зоне – 1450°C . Выполнен расчет напряженно-деформированного металла в очаге циклической деформации методом конечных элементов [2].

На рисунке 2 представлены эпюры распределения осевых напряжений при получении листов толщиной 3 мм и шириной 2250 мм. Так, сжимающие напряжения по оси X в зоне контакта очага деформации с бойком достигают высоких (до 326 МПа) значений, что будет способствовать достаточной проработке литой структуры металла по всей толщине тонкого сляба и получению однородной и мелкозернистой структуры листов из стали..

Рисунок 2 – Характер напряжений по оси OX на оси симметрии

Для производства сортовых заготовок для мелкосортных и проволочных станов может быть эффективно использована компактная установка совмещенного процесса непрерывного литья и деформации [2].

В установке для получения сортовых заготовок калибровка бойков с разделяющими выступами выполнена таким образом, что при сведенном положении бойков они в совокупности образуют закрытую полость разъемного кристаллизатора, которая обеспечивает на выходе из него одновременное получение трех и более сортовых заготовок, соединенных перемычками (рисунок 3).

Рассмотрим процесс получения из сляба толщиной 100 мм и шириной 315 мм трех сортовых заготовок (квадрат 70,7 мм) из стали Ст3 на установке непрерывного литья и деформации. Сечение полости медного водоохлаждаемого кристаллизатора 100×315 мм, причем боковые стенки кристаллизатора выполнены в виде полуокружности с радиусом, равным 50 мм. Температура внешней поверхности сляба

равна 1200 °С, а его осевой зоны – 1450 °С. На рисунке 4 изображен калиброванный боек для получения трех сортовых заготовок (квадрат 70,7 мм) из сляба толщиной 100 мм и шириной 315 мм.

Рисунок 4 – Рисунок бойка с размерами

Рисунок 3 – Объемное изображение трех сортовых заготовок с размерами

Результаты расчета напряженно-деформированного состояния металла в очаге деформации при формировании трех сортовых заготовок получены решением задачи упруго-пластичности методом конечных элементов с использованием пакета ANSYS [2]. Установлено, что при внедрении разделяющих буртов бойка в стальной сляб в очаге деформации возникают сжимающие осевые напряжения величиной до 238 МПа.

Широкое применение в различных областях техники находят биметаллы. Для производства биметаллических полос может быть успешно использована установка совмещенного процесса непрерывного литья и деформации (рисунок 5) [3,4].

1 – неразъемный кристаллизатор; 2, 3 – бойки; 4 – лист основного металла,
5 – направляющие ролики; 6 – тянущие ролики; 7 – расплав металла плакирующего слоя; 8 – оболочка
плакирующего металла;
9 – биметаллический лист

Рисунок 5 - Способ получения биметаллической полосы

Предлагаемая технология непрерывного литья и деформации биметаллической полосы включает подачу в медный водоохлаждаемый кристаллизатор металла плакирующего слоя (легированная сталь) в жидком состоянии и предусматривает соединение полосы основного металла (конструкционная сталь) в твердом состоянии с выходящей из кристаллизатора оболочкой плакирующего слоя путем обжатия бойками биметаллического слитка с последующей калибровкой биметаллической полосы (рисунок 5).

Для оценки новой технологии и качества стальных трехслойных биметаллических полос определено напряженно-деформированное состояние металлов плакирующего слоя и основной полосы при получении стального трехслойного биметалла на установке совмещенного процесса непрерывного литья и деформации [3,4].

Установлено, что циклическая деформация бойками установки трехслойного биметаллического слитка с высоким уровнем (до 288 МПа) сжимающих напряжений на контактных поверхностях плакирующих слоев с бойками и основной полосой обеспечивает интенсивную пластическую деформацию слоев биметалла с взаимным смещением, что будет способствовать разрушению межслойных образований в зоне соединения слоев биметалла и, тем самым, надежному сцеплению слоев и получению однородной и мелкозернистой структуры металла плакирующих слоев биметаллической полосы.

Для исследования изложенных выше технологий на ОАО «Уральский трубный завод» изготовлена и освоена опытно-промышленная установка непрерывного литья и деформации [2,4].

1. Лехов О.С., Михалев А.В., Шевелев М.М. Нагруженность и напряженное состояние бойков установки непрерывного литья и деформации при получении листов из стали для сварных труб. Сообщение 2. Известия вузов. Черная металлургия. 2018. Том 61. № 6. С. 431-438.
2. Лехов О.С., Михалев А.В. Установка непрерывного литья и деформации для производства стальных листов и сортовых заготовок. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2020. 307 с.
3. Лехов О.С., Михалев А.В., Шевелев М.М. Исследование процесса получения трехслойных стальных биметаллических полос на установке непрерывного литья и деформации. Сообщение 1. Известия вузов. Черная металлургия. 2019. Том 62. № 8. С. 594-599.
4. Лехов О.С., Шевелев М.М. Установка непрерывного литья и деформации для производства биметаллических полос. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2020. 273 с.