

Особенности формирования раската для слиттинг-процесса

Автор: Н.В. Старков УО «ГТТУ имени П.О. Сухого»

Научный руководитель: Ю.Л. Бобарикин УО «ГТТУ имени П.О. Сухого»

В рамках научно-исследовательской работы, проводимой на кафедре «Металлургия и литейное производство» Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого, определены основные критерии, предъявляемые к слиттинг-процессу [1], выполнение которых обеспечивает его максимальную эффективность.

Таким образом, на эффективность слиттинг-процесса оказывают ключевое влияние следующие условно принятые совокупности величин [2]:

- эффективность разделения в неприводном делительном устройстве (НДУ);
- эффективность формирования раската перед разделением.

Для обеспечения эффективности формирования раската в специальных калибрах слиттинг-процесса (3 прохода) необходимо выполнение следующих условий:

- получение оптимального для разделения в НДУ и формоизменения в последних калибрах геометрического профиля;
- равномерная проработка структуры металла по сечению;
- достижение максимальной стойкости калибров;
- энергоэффективность процесса прокатки;
- стабильность процесса прокатки.

На рисунках 1,2 представлены результаты численного моделирования процесса прокатки арматурного профиля №10 в 5 линий. Приведенная численная модель отражает эффективный слиттинг-процесс, технологические параметры которого получены путем анализа данных численных и проведенных на стане 320 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» производственных экспериментов.

Форма, размеры перемычек, а также угол между линиями раската выбраны на основании численных экспериментов при определении критериев эффективности разделения раската в НДУ [2,3].

Средние линии раската, разделяемые в НДУ, имеют овальную форму, что позволяет им самокантоваться при задании в следующий по ходу прокатки овальный калибр. Это позволяет имеющим с двух сторон остатки перемычек средним линиям получать дополнительную деформацию данных перемычек, что обеспечивает улучшенное качество готового проката.

Обобщенным показателем деформированного состояния металла является интенсивность деформаций ε_i , а обобщенным показателем напряженного состояния металла является интенсивность напряжений σ_i . В общем случае объёмного напряженного деформированного состояния они записываются в следующем виде [4]:

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot \sqrt{(\varepsilon_{11} - \varepsilon_{22})^2 + (\varepsilon_{22} - \varepsilon_{33})^2 + (\varepsilon_{33} - \varepsilon_{11})^2 + 6(\varepsilon_{12}^2 + \varepsilon_{13}^2 + \varepsilon_{23}^2)};$$
$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + (\sigma_{11} - \sigma_{33})^2 + (\sigma_{22} - \sigma_{33})^2 + 6 \cdot (\sigma_{12}^2 + \sigma_{13}^2 + \sigma_{23}^2)}$$

В процессе прокатки раската в специальных калибрах слиттинг-процессом обеспечивается благоприятная равномерная проработка структуры металла, что можно оценить по распределению интенсивности деформаций ε_i (рис. 1 а).

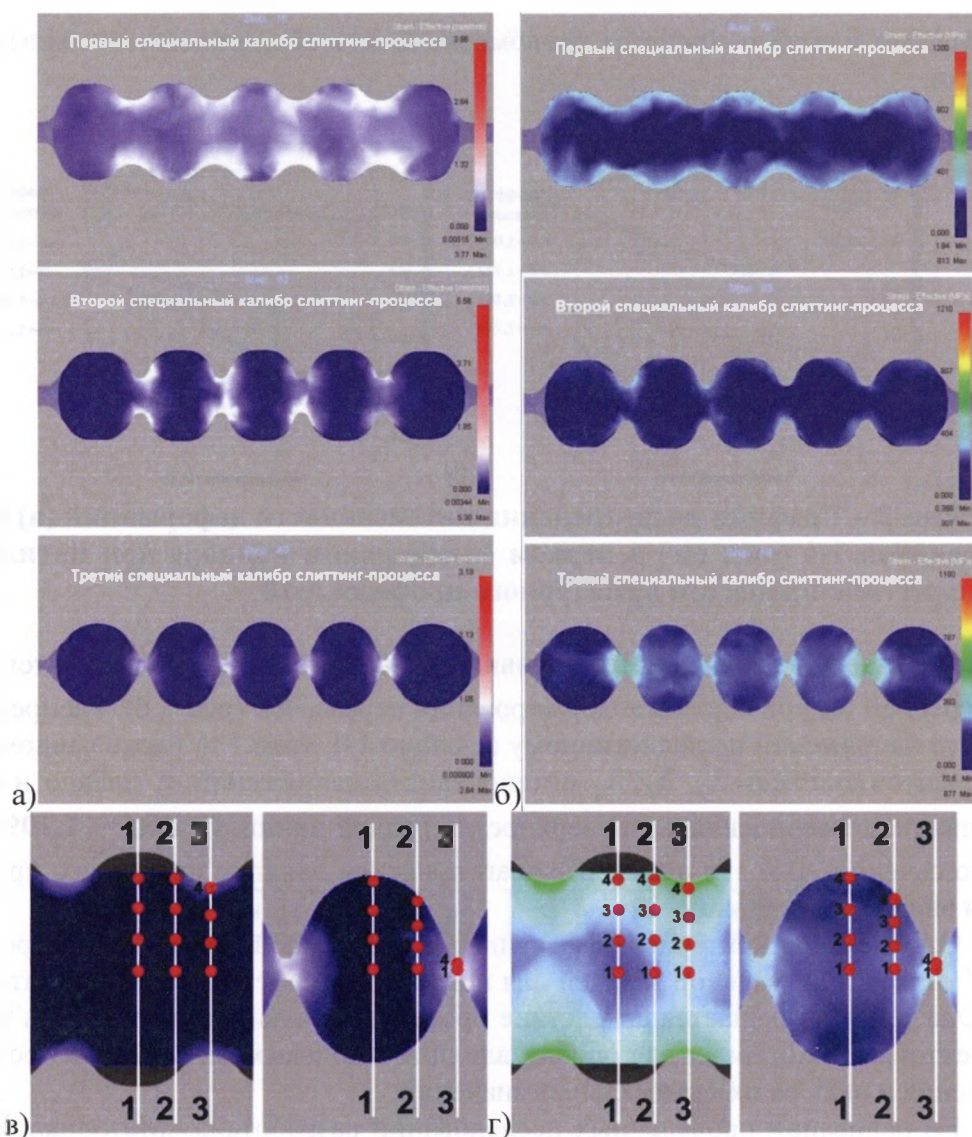


Рис. 1 – Интенсивность деформаций (а,в) и напряжений (б,г) при пятилинейной прокатке слиттинг-процессом арматурного профиля №10

На графике рисунка 2 а представлено распределение интенсивности деформаций в сечении 1-1, проходящим через середину центральной линии по контрольным точкам (рис. 1 в) для различных коэффициентов вытяжки ($\lambda_1 = 1,041$; $\lambda_2 = 1,112$; $\lambda_3 = 1,183$; $\lambda_4 = \lambda_{1 \text{ спец. кал.}} = 1,209$) в первом специальном калибре слиттинг-процесса. Как видно из графика, с увеличением коэффициента вытяжки λ происходит постепенное равномерное увеличение ε_i . Причем для $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ интенсивность деформаций ближе к поверхности раската (точка 4) несколько ниже, чем в сердцевине (точка 1). При $\lambda_4 = 1,209$ ε_i выравнивается по сечению. Подобная картина наблюдается и для других проходов слиттинг-процесса, что обуславливает получение плотной и мелкозернистой структуры по всему овальному сечению и преимущественно на периферийных участках, что важно для получения высоких механических свойств арматурной стали.

Режим обжатий выбран таким образом, чтобы максимальный коэффициент вытяжки ($\lambda_{1 \text{ спец. кал.}} = 1,209$; $\lambda_{2 \text{ спец. кал.}} = 1,159$; $\lambda_{3 \text{ спец. кал.}} = 1,164$) и, как следствие, нагрузка на валки были в первом специальном калибре, имеющим больший радиус скругления гребней (гребни валков первого специального калибра имеют большую стойкость в сравнении с гребнями следующих специальных калибров слиттинг-процесса) и лучшую захватывающую способность. Таким образом, процесс износа валков, образующих специаль-

ные калибры слиттинг-процесса равномерный, что обеспечивает стабильность процесса прокатки.

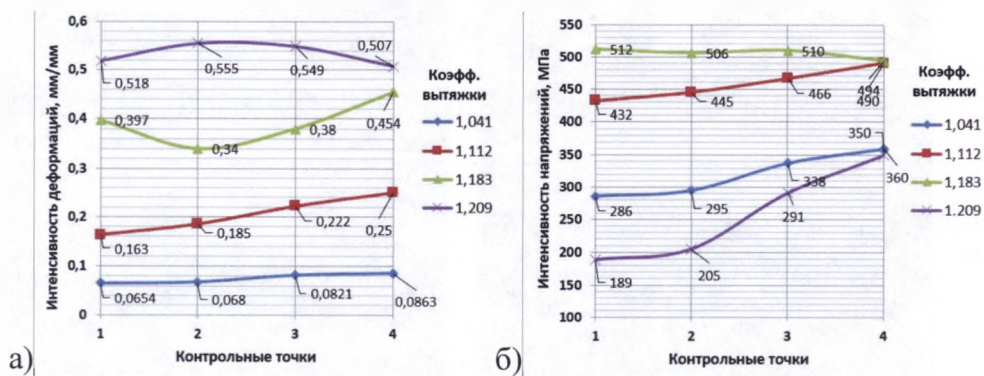


Рис. 2 – Графики распределения интенсивности деформаций (а) и напряжений (б) в сечении 1-1 (рис. в,г) в первом специальном калибре при пятилинейной прокатке слиттинг-процессом арматурного профиля №10

Повышенные значения интенсивности напряжений σ_i наблюдаются в местах контакта гребней валков с зонами формирования перемычек (рис.1 б). Распределение интенсивности напряжений по аналогичному сечению 1-1 (рис.1 г) также равномерное. Для коэффициентов вытяжки $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ интенсивность напряжений σ_i плавно и незначительно повышается от сердцевины к поверхности средней линии. При $\lambda_4 = 1,209$ σ_i выравнивается по сечению. Всё это оказывает благоприятное влияние на процесс прокатки с точки зрения энергоэффективности.

Определение критериев эффективности формирования раската перед разделением в НДУ является актуальной задачей для повышения эффективности прокатного производства. Она успешно решается вследствие проведения большого количества численных экспериментов, необходимых для оценки влияния ключевых факторов на процесс прокатки-разделения и выбора их оптимальных значений.

На основании проведенных исследований разработана «Методика расчета геометрических параметров специальных калибров для прокатки арматурных профилей слиттинг-процессом на мелкосортных непрерывных станах».