

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Явойский В.И., Баталин Г.И. // Сталь. 1954. № 6. С. 5 – 6.
2. Мюллер Э.В. // Успехи физических наук. 1962. № 37. С. 481 – 552.
3. Кайбичев А.В., Лепинский Б.М. Рафинирование жидких металлов и сплавов в электрическом поле. – М.: Наука, 1983. – 120 с.
4. Захаров Н.И., Троцан А.И., Овдиенко А.А. // Процессы литья. 2009. № 1. С. 8 – 11.
5. Дюдкин Д.А., Захаров Н.И. «Электродинамическая индукция» тока в металле и проблема ее приложения к процессам с движением металла в электростатическом поле // Тр. Междунар. конф. «Металлургия и металлургия XXI века». – М.: МГИСиС, 2001. С. 500 – 503.

© 2013 г. Н.И. Захаров, А.А. Троянский
Поступила 23 апреля 2013 г.

УДК 621.73

Г.А. Орлов, И.В. Смельчаков

Уральский федеральный университет

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ

Аннотация. Предложен вариант количественной оценки технологичности холодной прокатки труб с заданным уровнем качества. Для оценки применены критерии точности, поврежденности труб, уровня возникающих при прокатке усилий, а также комплексный критерий. Приведен пример использования предложенных формул для выбора лучшей калибровки инструмента при прокатке по определенному маршруту. Предложенная методика может использоваться для оценки нескольких вариантов технологических режимов прокатки труб заданного уровня качества.

Ключевые слова: холодная прокатка труб, критерии оценки технологичности, калибровки инструмента, комплексный критерий.

THE COMPLEX MANUFACTURABILITY ANALYSIS OF COLD ROLLING OF TUBES

Abstract. The option of quantification manufacturability analysis of cold rolling of tubes with the specified quality level is offered here. The criteria of accuracy, tubes' defectiveness, level of the efforts which are made during the rolling and the complex criteria are applied for the analysis. The example of how to use the offered formulas in order to choose the best tool calibration in rolling by specific route is given here. Suggested technique can be used to analyze the several options of technological modes of tubes' rolling with the specified quality level.

Keywords: the cold rolling of tubes, the criteria of manufacturability analysis, the tool calibration, the complex criteria.

Для определения технологичности холодной прокатки труб предлагаются следующие оценки:

– коэффициент точности толщины стенки $K_s = \frac{\delta_{s1}}{2|\delta_{sH}|}$,

где $\delta_{s1} = 22,26 + 0,33m - 0,035\delta_{s0} - 0,33\varphi_k + 0,0087\varphi_k \delta_{s0}$ – поперечная разностенность прокатанной трубы; δ_{s0} – поперечная разностенность заготовки %; $|\delta_{sH}|$ – допускаемые предельные отклонения по стенке, %; m – подача, мм; φ_k – угол кантовки, град.;

– коэффициент точности по наружному диаметру $K_D = \frac{\varepsilon_y}{|\delta_{DH}|}$, где ε_y – упругая деформация клетки и валков, мм; $|\delta_{DH}|$ – предельные отклонения по диаметру, мм;

– относительное усилие прокатки $K_P = \frac{P_{\max}}{[P]}$, где P_{\max} – максимальное усилие прокатки; $[P]$ – допустимое конструкцией стана усилие;

– относительное осевое усилие $K_Q = \frac{Q_{\max}/F_0}{0,85\sigma_T}$, где Q_{\max} – максимальное осевое усилие; F_0 – площадь поперечного сечения заготовки; σ_T – предел текучести металла заготовки;

– относительная поврежденность металла прокатанных труб $K_\omega = \frac{\omega_{\text{расч}}}{[\omega]}$, где $\omega_{\text{расч}}$ – рассчитанное по методике [1] значение поврежденности; $[\omega]$ – пороговое значение поврежденности по данным [2].

При значениях коэффициентов $K_i \geq 1$ прокатка с назначенными технологическими режимами нетехнологична, т.е. может привести к браку труб, либо поломке станова. Для выбора лучшего варианта, например калибровки инструмента либо режимов прокатки, предлагается использовать комплексный критерий в виде

$$K_\Sigma = 100 \left(1 - \frac{\sum K_i}{N} \right).$$

В рассмотренном случае $N = 5$; чем больше K_Σ , тем выше технологичность и качество труб.

Для комплексного критерия принята следующая шкала оценок:

- 80 – 100 – очень высокая технологичность прокатки;
- 60 – 80 – высокая;
- 40 – 60 – удовлетворительная;

Результаты расчета технологических критериев для оценки калибровки

Методика	K_s	K_D	K_P	K_O	K_ω	K_Σ
МИСиС	0,92	0,50	0,20	0,31	0,09	59,4
НИТИ-НТЗ	0,92	0,60	0,24	0,28	0,14	56,4
УралНИТИ	0,92	0,56	0,23	0,35	0,12	56,4

- 20 – 40 – низкая;
- менее 20 – не рекомендуется холодная прокатка.

Для примера (см. таблицу) оценена технологичность прокатки труб по ГОСТ 8734-75 из стали 20 по маршруту 45×4 → 32×2,1 мм на стане ХПТ-55 с применением различных калибровок инструмента [3].

Расчеты показали, что в данном случае комплексный критерий K_Σ максимален при использовании методики МИСиС. Следовательно, она обладает большей технологичностью и обеспечивает прокатку труб более высокого качества.

Таким образом, разработанная методика оценки технологичности холодной прокатки труб позволяет выбрать на основе количественных оценок лучший

вариант режимов прокатки и калибровки инструмента для прокатки труб требуемого качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов Г.А. Моделирование показателей качества холоднодеформированных труб // Сталь. 2005. № 3. С. 70 – 73.
2. Богатов А.А., Мижирицкий О.И., Смирнов С.В. Ресурс пластичности металлов при обработке давлением. – М.:Металлургия, 1984. – 144 с.
3. Орлов Г.А. Пути совершенствования калибровок инструмента станов холодной прокатки труб // Сталь. 2004. № 12. С. 83 – 85.

© 2013 г. Г.А. Орлов, И.В. Смельчаков
Поступила 5 июня 2013 г.