

## ВЛИЯНИЕ НАПЛАВКИ НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ РОЛИКОВ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

**А.П. ГОПКАЛО, В.В. КЛИПАЧЕВСКИЙ**

Ин-т проблем прочности им. Г.С. Писаренко НАН Украины.  
01014, г. Киев-14, ул. Тимирязевская, 2. E-mail: postmaster@ipp.adam.kiev.ua

Численным моделированием рассмотрено влияние соотношения физико-механических свойств основного металла и металла наплавки на напряженно-деформированное состояние роликов машин непрерывного литья заготовок. Показано, что варьированием соотношений коэффициента линейного расширения и коэффициента теплопроводности металлов основы и наплавки и их механических свойств возможно управление величиной и знаком термических напряжений на поверхности роликов. Библиогр. 2, рис. 2.

*Ключевые слова:* ролик, наплавка, температура, напряжения, деформация

В инженерной практике для повышения ресурса роликов машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) на их поверхность наплавляют металл с более высокими характеристиками сопротивления термомеханическому нагружению [1]. В работе проведено численное моделирование оценки влияния отличий физико-механических свойств основного металла и металла наплавки на формирование напряженно-деформированного состояния (НДС) роликов МНЛЗ.

На рис. 1 приведено сравнение расчетов термических напряжений в монолитном (без наплавки) ролике МНЛЗ из стали 25Х1М1Ф в упругой (кривая 1) и упругопластической постановках при температурной зависимости физических характеристик и механических свойств (кривая 2), а также при их фиксированных ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) значениях (кривая 3). Как следует из этих данных, учет температурной зависимости теплофизических и

механических характеристик влияет на характер эпюры термических напряжений (кривая 2) относительно эпюры, полученной при их фиксированных ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) значениях (кривая 3). Оценка НДС ролика в упругопластической постановке показала, что в зоне перед контактом ролика со слябом возникают пластические деформации сжатия (кривая 4), а в зоне контакта ролика со слябом возникают пластические деформации растяжения.

На рис. 2 приведены эпюры термических напряжений на поверхности части окружности ролика вблизи зоны его контакта со слябом, которые получены расчетом в упругой постановке при ва-

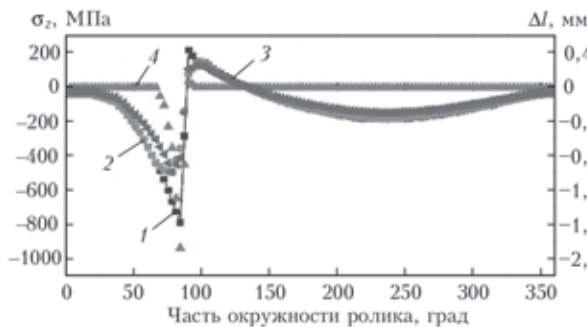


Рис. 1. Распределение расчетных термических напряжений  $\sigma_z$  по контактирующей со слябом поверхности ролика МНЛЗ из стали 25Х1М1Ф в упругой (1) и упругопластической постановке при температурной зависимости физических характеристик [2] и механических свойств (2) и при их фиксированных ( $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) значениях (3); распределение пластических деформаций  $\Delta l$  по окружности ролика (4)

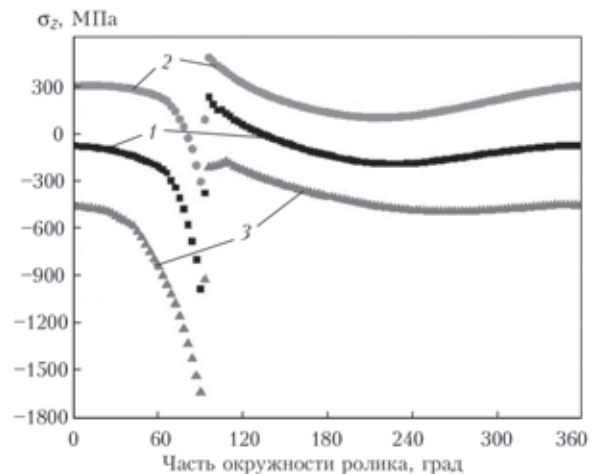


Рис. 2. Влияние соотношений КТР основного металла и металла наплавки на распределение термонапряжений по поверхности ролика МНЛЗ. Внешний диаметр ролика  $D = 300\text{ мм}$ , толщина слоя наплавки  $t_1 = 15\text{ мм}$ ; 1 —  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,35 \cdot 10^{-5}$ ;  $c_1 = c_2 = 45$  (без наплавки); 2 —  $\alpha_1 = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $\alpha_2 = 0,9 \cdot 10^{-5}$ ;  $c_1 = 65$ ;  $c_2 = 25$ ; 3 —  $\alpha_1 = 0,9 \cdot 10^{-5}$ ;  $\alpha_2 = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ;  $c_1 = 65$ ;  $c_2 = 25$  (где  $c_1$  — КТ основы;  $c_2$  — КТ слоя наплавки;  $\alpha_1$  — КТР основы;  $\alpha_2$  — КТР слоя наплавки)

варьирувании физических и механических характеристик основного металла и металла наплавки. Считается, что при равенстве физических и механических характеристик металлов наплавки и основы, ролик — монолитный (без наплавки). В данном примере рассмотрено влияние соотношений значений коэффициента линейного расширения (КЛР) основного металла и металла наплавки на НДС ролика при одинаковых значениях коэффициента теплопроводности (КТ). Повышение в 2 раза значений КЛР металла наплавки относительно основного металла вызывает увеличение в 1,65 раза значений термических напряжений сжатия в наиболее нагруженной зоне перед контактом ролика со слябом (кривая 3) по сравнению с соответствующими напряжениями для монолитного ролика (кривая 1). При этом на поверхности зоны контакта ролика со слябом также возникают термические напряжения сжатия в отличие от монолитного ролика, для которого характерны термические напряжения растяжения. Использование для наплавки металла со значениями КЛР в 2 раза ниже, чем для основного металла, приводит к трехкратному снижению термических напряже-

ний сжатия в зоне контакта ролика со слябом (2) относительно соответствующих термических напряжений в монолитном ролике (кривая 1). При этом на поверхности зоны контакта ролика со слябом возникают термические напряжения растяжения, которые в 2,2 раза выше, чем в монолитном ролике.

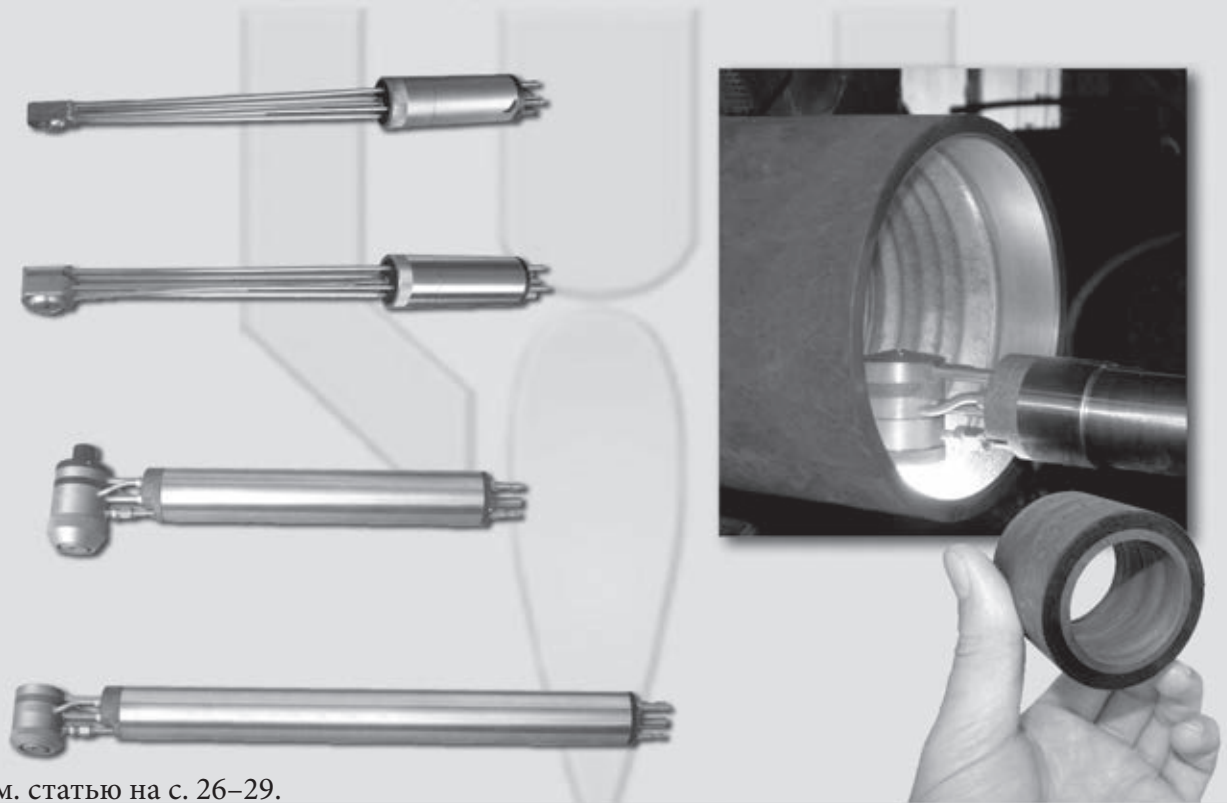
Таким образом, варьированием соотношений КЛР и КТ металлов основы и наплавки и их механических свойств появляется возможность регулировать величину и знак термических напряжений на поверхности ролика. Расчетная оптимизация этих соотношений с учетом эксплуатационных механических нагрузок может служить обоснованием для разработки технических решений не только для восстановления служебных свойств поверхностных слоев роликов МНЛЗ, но и для повышения их ресурса.

1. *Машины непрерывного литья заготовок* / Л.В. Буланов, Л.Г. Корзунин, Е.П. Парфенов и др. // Теория и расчет. Казань: Уральский центр ПР и рекламы «Марат», 2004. – 319 с.
2. *Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике. Справочник* // Под ред. Б.Е. Неймарка. – М.-Л.: Энергия, 1967. – 240 с.

Поступила в редакцию 29.04.2015

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

### ПЛАЗМОТРОНЫ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ НАПЛАВКИ



См. статью на с. 26–29.