

жения левее точки 0 и в зоне опережения произойдет разрушение брикета. Для этого осуществляется выбор максимально возможной зоны опережения, исключающей возможность "перезагрузки" в зоне опережения. Последнее накладывает ограничение на максимально возможные значения коэффициентов  $\lambda$  (рис. 2, кривая 2).

Таким образом, зона рабочих значений коэффициентов рассогласования скоростей валков при прокатке брикетов по схеме [1] лежит выше кривой 1 и ниже кривой 2 (рис. 2, заштрихованная область).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1156854 СССР. Устройство для прокатки порошка на подложке / А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич, В.Е. Харлан // Открытия. Изобретения. – 1985. – № 19. 2. Модели деформирования сред с дефектами сплошности / А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич, В.Е. Харлан // Изв. АН БССР. Сер. физ.-техн. наук. – 1986. – № 3. – С. 3–8. 3. Сопротивление деформированию уплотняемых материалов при сложном напряженном состоянии / А.В. Степаненко, Л.А. Исаевич, В.Е. Харлан // Докл. АН БССР. – 1986. – Т. XXX. – № 7. – С. 622–625.

УДК 621.771.016.2.01

А.В. СТЕПАНЕНКО, В.А. ЛУПАЧЕВ,  
А.В. ПУЧКО

### ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ УСТОЙЧИВОГО ПРОТЕКАНИЯ ХОЛОДНОЙ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

При разработке технологического процесса холодной поперечно-клиновой прокатки (ПКП) и проектировании инструмента необходимо учитывать множество факторов, к которым можно отнести следующие: геометрию профиля инструмента, материал и размеры заготовки, ее местоположение, упрочнение материала, жесткость оборудования и др. Значительное число варьируемых параметров создает определенные трудности при проектировании и совершенствовании технологического процесса.

Процесс происходит устойчиво, когда ресурс сил, способствующих вращению заготовки без проскальзывания, превосходит силы, препятствующие ему. Мерой ресурса способствующих вращению сил могут служить касательные напряжения на контакте или коэффициент трения, растущие с увеличением обжатия. Так, например, коэффициент трения при изменении обжатия от 1,02 до 1,2 увеличивается от 0,04 до 0,5. Коэффициент трения зависит от температуры прокатки, состояния поверхности инструмента, теплоперепада в заготовке, изменяющихся в процессе прокатки, поэтому необходимо иметь запас устойчивости протекания процесса ПКП без проскальзывания, который может быть установлен при определении энергии формоизменения при ПКП [1].

Энергия  $\mathcal{E}_1$ , передаваемая от инструмента к деформируемой заготовке, ограничена ресурсом сил трения. В то же время энергия формоизменения заготовки  $\mathcal{E}_2$  непрерывно возрастает с увеличением ее обжатия.

В первом приближении

$$\mathcal{E}_1 = P_z \mu v_{\text{ин}} \tau; \quad \mathcal{E}_2 = \sum_{i=1}^n k v_{\text{отн}} A \tau,$$

где  $v_{\text{ин}}$  — скорость инструмента;  $\tau$  — продолжительность процесса прокатки;  $k$  — пластическая константа материала;  $v_{\text{отн}}$  — относительная скорость скольжения по границам разрыва;  $A$  — площадь границ разрыва скоростей;  $n$  — количество плоскостей скольжения.

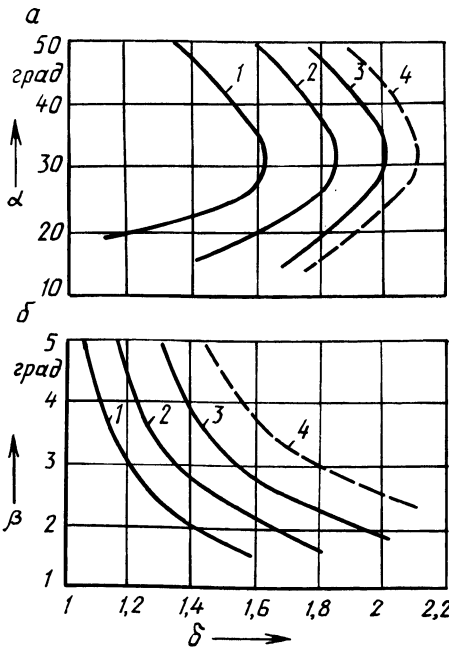
Из условия  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$  определяется запас устойчивости протекания процесса ПКП от проскальзывания:

$$a_1 = \mu' P_z v_{\text{ин}} / \sum_{i=1}^n k v_{\text{отн}} A.$$

Расчетные зависимости запаса устойчивости  $a_1$  от параметров процесса показаны на рис. 1.

Экспериментальное исследование условий устойчивого протекания процесса проведено на заготовках диаметром 4 мм из стали 40Х13, латуни Л62. Прокатку осуществляли в холодную в валках диаметром 140 мм при частоте их вращения 48 об/мин. Варьируя углы калибровки валков  $\alpha$  и  $\beta$ , повышая поэтапно степень обжатия, прокатку осуществляли до прекращения процесса по условию проскальзывания.

Результаты экспериментов представлены на рис. 1. Область слева от кривых характеризуется устойчивым протеканием процесса, справа — невозможностью осуществления процесса.



ностью осуществления процесса.

Эксперименты по определению устойчивого протекания процесса холодной поперечно-клиновой прокатки выявили ряд факторов, требующих дальнейшего изучения. При деформировании заготовки происходит ее нагрев до температур, активно влияющих на условия прокатки. Температура нагрева зависит от геометрических параметров инструмента, материала прокатываемой заготовки и инструмента, условий трения направляющих линеек о заготовку, частоты вращения валков и заготовки.

Дальнейшее исследование температурно-скоростных параметров холодной поперечно-клиновой прокатки позволит расширить технологические возможности процесса и повысить запас его устойчивого протекания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ш у к и н В.Я. Основы поперечно-клиновой прокатки. — Минск: Наука и техника, 1986. — 223 с.

Рис. 1. Зависимости запаса устойчивости процесса ПКП от проскальзывания:  $a - \beta = 3^\circ$ ;  $b - \alpha = 30^\circ$ ; кривые 1, 2, 3 — теоретические, 4 — экспериментальные