

синтезированный методом высокотемпературного спекания, это обусловлено разной дисперсностью материала и их структурой.

УДК 531.781.2

РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ПРИ ВЫДАВЛИВАНИИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ РЕЗЦОВ

Быков К. Ю., Качанов И. В., Шаталов И. М.

Белорусский национальный технический университет

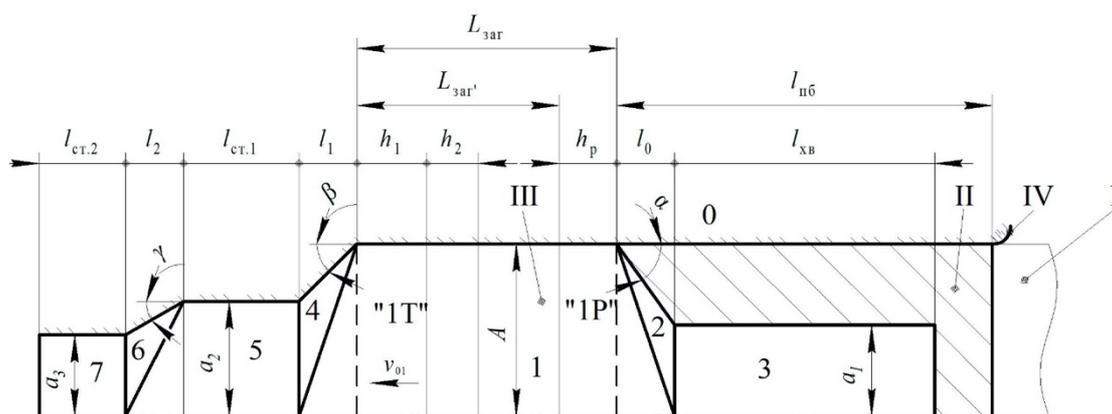
e-mail: k.bykovofficial@gmail.com

Summary. Equations for calculating the force acting on the punch during high-speed combined extrusion of bimetallic cutters of road milling picks under conditions of flat deformation and taking into account the stages of the process are obtained. The obtained dependences describe the optimal power mode when extruding bimetallic road milling picks.

Процесс изготовления биметаллических дорожных резцов заключается в скоростном деформировании предварительно нагретых составных заготовок. Для теоретического исследования процесса необходимо иметь представление о том, как взаимодействует система «пуансон – деформируемая заготовка».

Для решения поставленной задачи использовался метод верхней оценки, основанный на использовании кинематически возможного поля скоростей. При этом сам процесс разделяется на две стадии: стадию разгона и стадию торможения, состоящую из двух этапов. Отличительной особенностью стадии разгона является то, что она позволяет провести анализ обратного выдавливания, в процессе которого металл течет в направлении противоположном ходу пуансона.

Для расчета усилия P_n , воспринимаемого пуансоном на каждой стадии в процессе выдавливания, использовалось уравнение баланса мощностей внутренних и внешних сил и кинематически возможное поле скоростей, преобразованное из действительного непрерывного поля линий скольжения путем линейной аппроксимации. Принятое поле скоростей представлено на рис. 1. Оно состоит из недеформируемых блоков 0–7, в котором пластические области сосредоточены в треугольных зонах 2, 4, 6 и характеризуется постоянными значениями скорости и ускорения для всех точек указанных блоков, относительно неподвижной области [1, 2].



I – пуансон; II – промежуточный боек; III – заготовка; IV – полуматрица

Рисунок 1 – Кинематически возможное поле скоростей при скоростном выдавливании биметаллических дорожных резцов [1]

Используя геометрические размеры пуансона $2A$, b , коэффициенты вытяжки λ_1 , λ_2 , λ_3 , параметры поля α , β , γ были выражены границы блоков $l_{рс}$, определены массы

блоков m_i и установлены соотношения между кинематическими параметрами точек деформируемой заготовки $(v_{rs}, (v_n)_{rs}, \omega_i, \omega_i)$ и блока 1 (v_{01}, ω_{01}) [1,2].

Зависимости, полученные в ходе решения поставленной задачи, имеют вид [1]:

$$P_{п.р.,min} = \frac{2AbM \left\{ k \left[F_{1,opt}(\alpha, \lambda_1, \mu) + 2\mu h_p \frac{\lambda_1^2 + 1}{A} \right] + \rho v_0^2 F_{2,opt}(\alpha, \lambda_1) \right\}}{M - 2A^2 b \rho \left(F_{3,opt}(\alpha, \lambda_1) + h_p \frac{\lambda_1^2}{A} + \frac{l_{п6} \rho_{п6}}{A \rho} \right)} \quad (1)$$

$$P_{п1,min} = \frac{2AbM \left\{ k \left[F_{4,opt}(\beta, \lambda_2, \mu) + 2\mu \left(\frac{L_{зар'} - h_1}{A} + h_1 \frac{\lambda_2^2}{A} \right) \right] + \rho v_0^2 F_{5,opt}(\beta, \lambda_2) \right\}}{M + 2A^2 b \rho \left(F_{6,opt}(\alpha, \beta, \lambda_1, \lambda_2) + \frac{L_{зар'} - h_1}{A} + h_1 \frac{\lambda_1^2}{A} + \frac{l_{п6} \rho_{п6}}{A \rho} - \frac{h_p}{A} \right)} \quad (2)$$

$$P_{п2,min} = \frac{2AbM \left\{ k \left[F_{4,opt}(\beta, \lambda_2, \mu) + 2\mu \left(\frac{L_{зар'} - h_1 - h_2}{A} + h_2 \frac{\lambda_2^2}{A} \right) \right] + \rho v_0^2 F_{5,opt}(\beta, \lambda_2) \right\}}{M + 2A^2 b \rho \left(F_{6,opt}(\alpha, \beta, \lambda_1, \lambda_2) + \frac{L_{зар'} - h_1 - h_2}{A} + h_2 \frac{\lambda_1^2}{A} + \frac{l_{п6} \rho_{п6}}{A \rho} - \frac{h_p}{A} \right)} + \quad (3)$$

$$+ \frac{2AbM \left\{ k \left[F_{7,opt}(\gamma, \lambda_3, \mu) + 2\mu \left(h_2 \frac{\lambda_2^2 (\lambda_3^2 + 1)}{A} \right) \right] + \rho v_0^2 F_{8,opt}(\gamma, \lambda_2, \lambda_3) \right\}}{M + 2A^2 b \rho \left(F_{9,opt}(\gamma, \lambda_3) + h_2 \frac{\lambda_2^2 (\lambda_3^2 + 1)}{A} \right)}$$

Анализ слагаемых выражений показывает, что первые части в числителе отражают действие внешних и внутренних сил сопротивления на поверхностях разрыва скоростей и контактного трения (квазистатическая задача), зависящих от пройденного пуансоном пути деформирования. Вторая часть выражений в числителе учитывает динамическое увеличение усилия на пуансоне, за счет изменения поперечного сечения деформируемой заготовки. Для стадии разгона, выражение в знаменателе отражает отрицательное действие инерционных сил, направленных против хода движения пуансона, что приводит к возрастанию этого усилия. Для стадии торможения, выражение в знаменателе, отражает положительное действие инерционных сил, ведущее к снижению усилия при выдавливании биметаллических резцов [1].

Таким образом, зависимости отражают оптимальный режим нагружения пуансона в процессе скоростного комбинированного выдавливания биметаллических дорожных резцов в условиях плоской деформации.

Список использованных источников

1. Быков, К. Ю. Силовой режим скоростного комбинированного выдавливания плоских биметаллических дорожных резцов / К. Ю. Быков, И. В. Качанов, И. М. Шатапов // НАУКА и ТЕХНИКА. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 287–295. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-4-287-295>.

2. Здор, Г. Н. Технология высокоскоростного деформирования материалов / Г. Н. Здор, Л. А. Исаевич, И. В. Качанов. – Минск: БНТУ, 2010. 456 с.