

Хорошилов О. Н.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛОЙ ЗАГОТОВКИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ДОРНА

Для производства полых заготовок из медных сплавов необходимо создать условия для повышения его стабильности. Возможность повышения стабильности процесса непрерывного литья полых заготовок будем искать путем снижения усилия взаимодействия контакта «Дорн – заготовка». Снижение усилия взаимодействия контакта будем осуществлять за счет выполнения срезов на рабочей поверхности дорна [1].

Удельное напряжение σ^{D-3} , при котором происходит взаимодействие дорна и полый заготовки, определяем по уравнению [2]:

$$\sigma^{D-3} = - \frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot E(T)}{\left[(1-\nu) + \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 (1+\nu) \right]} \left[1 - \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^2 \right], \quad (1)$$

где $E(T) = E_0 \exp [k(T-T_{тек})]$ – модуль упругости заготовки из медных сплавов, МПа;

R_1, R_2 - величины наружного и внутреннего радиусов заготовки.

$\Delta T = T_0 - T_{тек}$ - температурный интервал между текущим значением температуры заготовки $T_{тек}$ и температурой начала затвердевания, $T_0 = 928^\circ\text{C}$;

$T_{ТЕК} = T_0 - k_1 t_{ц}$ - текущее значение температуры, в произвольной точке заготовки привязанное к исходу паузы.

K_1 - коэффициент снижения температуры заготовки во время паузы для медных сплавов $k=15.0$;

$t_{ц}$ – длительность цикла,

$\nu = 0.5$ - коэффициент Пуассона,

α - коэффициент усадки (линейного расширения) вязкого участка заготовки.

Допустимый интервал соотношения наружного и внутреннего радиусов полый заготовки будет составлять: $1,05 < R_1 / R_2 < 3,0$

Усилие P взаимодействия заготовки с поверхностью дорна определяем по уравнению:

$$P = \sigma^{D-3} F \quad (2)$$

где: F – Площадь контакта заготовки и дорна, рабочая поверхность которого без срезов.

Определим площадь F контакта заготовки с поверхностью дорна:

$$F = 2\pi R_2 L \quad (3)$$

Определим площадь контакта заготовки с поверхностью дорна, на рабочей поверхности которого выполнены срезы [3]:

$$F_c = 2\pi R_2 L \left(1 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{l}{L}} \right) \quad (4)$$

где: L – величина шага, при непрерывном литье;

l – длина среза, выполненного на рабочей поверхности дорна;

F_C - площадь контакта заготовки с поверхностью дорна со срезами

Усилие взаимодействия заготовки с дорна, на рабочей поверхности которого выполнены срезы, определим по выражению:

$$P_{cp} = \sigma^{D-3} F_C, \quad (5)$$

Определение усилия взаимодействия заготовки и рабочей поверхности дорна по уравнениям (2) и (5) для рабочей поверхности дорна без срезов и со срезами.

Таблица. Определения усилия взаимодействия контакта «Дорн - заготовка» для дорна без срезов и для дорна, имеющего срезы различной величины при постоянных значениях радиуса заготовки R_2 и величины шага L .

Внутренний радиус заготовки R_2 , м	Величина шага, L , м	Длина среза, l , м	Площадь контакта F	Усилие взаимодействия P , МПа	Кратность уменьшения площади контакта, K
Дорн без срезов					
0,1	0,04	---	0,02512	4,48	1.0
Дорн со срезами					
0,1	0,04	0,01	0,01683	3,00	0.67
0,1	0,04	0,02	0,01306	2,32	0.52
0,1	0,04	0,03	0,01181	2,11	0.47
0,1	0,04	0,04	0,00828	1.47	0.33

Из таблицы следует, что увеличение длины среза на рабочей поверхности дорна от 0.01 до 0.04 м обуславливает уменьшению усилия взаимодействия P от 0.33 до 0.67 %. Иными словами сравнение усилия взаимодействия контакта: «Дорн без срезов - заготовка» с площадью контакта: «Дорн со срезами – заготовка» показывает, что уменьшение усилия взаимодействия контакта уменьшается от 1.49 раза при $l = 0.01$ до 3.03 раза при $l = 0.04$.

Таким образом, определено, что выполнение срезов на рабочей поверхности дорна позволяет уменьшить усилия взаимодействия при контакте «Дорн - заготовка» от 1.49 до 3.03 раза, что позволяет повысить стабильность процесса непрерывного литья полых заготовок из медных и цветных сплавов.

Литература:

1. Декларационный патент на полезную модель № 12732, С25D 21/12, В22D 11/04, Дорн для непрерывного литья полых заготовок из цветных сплавов. / Хорошилов О.Н. заявлено 26.09.2005, опубл. 15.02.2006. Бюл. № 2,.
2. Хорошилов О.Н. Методика определения внутренних напряжений в охлаждающихся, полых непрерывно-литых заготовках из цветных сплавов //

Процессы литья. -2005 - № 3 С. 37-42.

3. Хорошилов О.Н. Недорезов С.С. Использование реологических характеристик цветных сплавов при разработке математической модели по определению технологических параметров непрерывного литья. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2005. № 2 (14), -С.14-20.