

ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ БЕССЛИТКОВОГО ПРЕССОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

Жданкин Р.В., Уминов Е.С.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Горохов Ю.В.

Сибирский федеральный университет

В последние годы за рубежом активно внедряется процесс непрерывного прессования Конформ. Практика применения линий непрерывного прессования труб, профилей и проволоки из алюминия и его сплавов в индустриально развитых странах (Англия, США, Германия, Япония, и др.) свидетельствует о том, что по сравнению с традиционным оборудованием, линии Конформ имеют ряд существенных преимуществ. Для них характерно высокое качество пресс-изделий в сочетании с низкой себестоимостью их производства в связи с мелкими удельными капитальными затратами.

Дальнейшим развитием способа Конформ явилось его объединение с непрерывным литьем расплава металла в движущуюся канавку рабочего колеса. Канавка колеса в этом случае является кристаллизатором и одновременно подвижной частью контейнера. Прочностной расчет установки для бесслиткового прессования проводится исходя из величины усилия прессования, возникающего в результате действия сил контактного трения поверхности канавки колеса о закристаллизовавшуюся часть слитка. Усилие прессования можно рассчитать по формуле И. Л. Пермина.

$$P_{пр} = \sigma_s \cdot F_{сл} (1,45 \ln \lambda + 0,8) \quad (1)$$

где σ_s – сопротивление пластической деформации заготовки; $F_{сл}$ – площадь поперечного сечения заготовки; λ – коэффициент вытяжки.

Кинематическая схема установки бесслиткового прессования металлов представлена на рисунке 1. Прочностному расчету подвергаются: планетарная передача, валы редукторов и шпонки валов. По крутящему моменту и скорости вращения вала двигателя определяется его мощность.

Расчеты проводятся в следующей последовательности:

1. Определяется общий коэффициент полезного действия (КПД) приводного механизма

$$\eta_{общ} = \eta_ч \cdot \eta_{ш} \cdot \eta_{рз} \cdot \eta_{ц} \cdot \eta_{пл} \quad (2)$$

где $\eta_ч=0,85$ – КПД червячной передачи; $\eta_{ш}=0,99$ – КПД подшипников качения; $\eta_{рз}=0,99$ – КПД муфты; $\eta_{ц}=0,98$ – КПД цилиндрического редуктора; $\eta_{пл}=0,96$ – КПД планетарной передачи.

2. Определяется усилие прессования алюминия и крутящего момента на кольцевой канавке

Размеры слитка 8×8 мм; диаметр прессованного прутка 5 мм; радиус кольцевой канавки 0,15 м.

$$\begin{aligned} \sigma_s &= 70 \text{ МПа} \\ F_{сл} &= 8 \times 8 = 64 \text{ мм} \\ \lambda &= \frac{64}{19,6} = 3,26 \end{aligned}$$

$$P_{\text{пр}} = 100 \cdot 64(1,45 \cdot \ln 3,26 + 0,8) = 10752 \text{ Н}$$

$$M_{\text{кр}} = 10752 \cdot 0,15 = 1613 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Исходя из найденного значения $M_{\text{кр}}$ с учетом изготовления валов редукторов и двигателя из стали с пределом текучести $\sigma_{\tau} = 350 \text{ МПа}$ и допустимым касательным напряжением $[\tau] = 150 \text{ МПа}$, диаметр червячного вала равен 27 мм, входной вал цилиндрического редуктора 15 мм, вал двигателя 5,5 мм. При количестве оборотов электродвигателя 1450 об/мин его потребная мощность составит 1,1 кВт.

На основании результатов прочностного расчета элементов привода составлены рабочие чертежи для изготовления и монтажа лабораторной установки для непрерывного прессования алюминиевых сплавов, а также подана заявка на выдачу патента на изобретение.