

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКИХ ОТЛИВОК С ИЗОЛИРОВАННОЙ ПОЛОСТЬЮ

Е. В. Широков, В. В. Черканов, А. В. Ефремов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Анализ возможности получения отливок с изолированной полостью показал [1], что наиболее простым и эффективным способом для изготовления таких мелких отливок является технология формирования отливки в условиях сложного вращения изложницы при её качении по заданной траектории.

Для определения работоспособности рассматриваемого технологического процесса спроектирована, изготовлена лабораторная установка (рисунок 1), рабочее пространство которой с двумя вращающимися толкателями позволило обеспечить циклическое движение

сферической изложницы, заполненной расплавленным материалом, по специальной траектории.

Разрабатывая технологический процесс получения отливки необходимо решить ряд технических вопросов, одним из которых является обеспечение движения сферической изложницы в виде непрерывного качения без проскальзывания. Возможность и условия такого движения (или предельного равновесия) рассматриваются в теоретической механике [2], а также определяются соотношения между основными параметрами движения (рисунок 2).

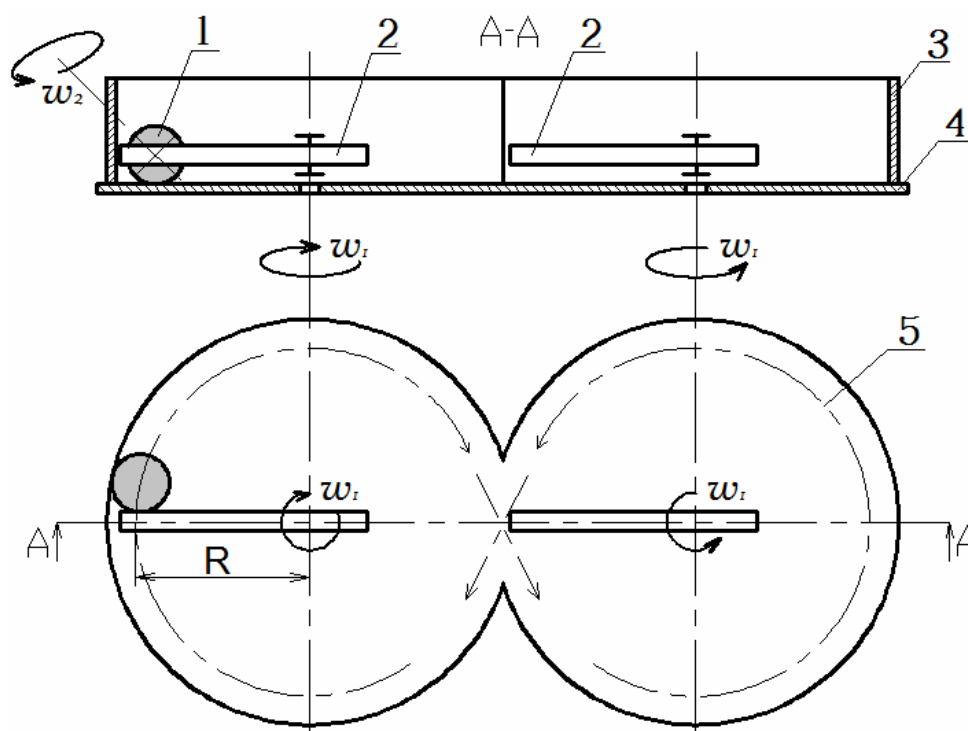


Рисунок 1 – Схематичное изображение движения сферической изложницы в рабочем пространстве лабораторной установки: 1 – сферическая изложница; 2 - толкатели; 3 – вертикальная рабочая дорожка; 4 – горизонтальная рабочая дорожка; 5 – заданная траектория движения изложницы. ω_1 – угловая скорость вращения толкателей ($\omega_1 = 2\pi n$); ω_2 – угловая скорость вращения изложницы ($\omega_2 = \frac{\omega_1 R}{r}$)

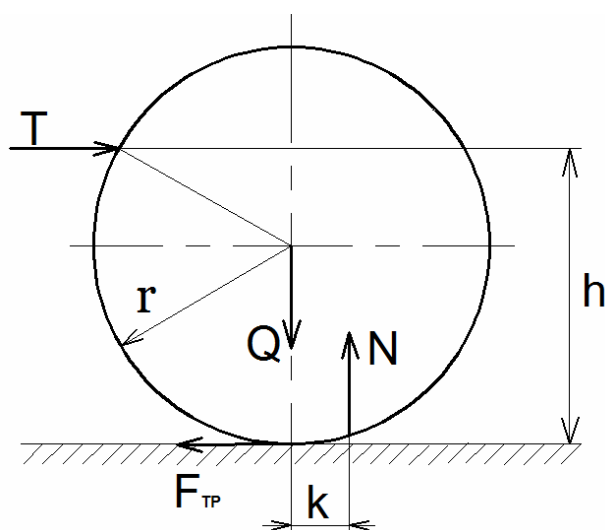


Рисунок 2 – Схематичное изображение системы сил действующих на тело при качении: T – сдвигающее усилие от толкателя; $F_{тр}$ – сила трения скольжения (трение первого рода); Q – сила нормального давления (сила веса); N – сила нормальной реакции горизонтальной опоры; h – расстояние от поверхности качения до точки приложения сдвигающего усилия T ; k – предельное расстояние между линиями действия сил Q и N , при котором нарушается состояние равновесия

При действии сдвигающего (толкающего) усилия « T » в месте контакта стальной изложницы и деревянной рабочей беговой дорожки возникает сила трения скольжения « $F_{тр}$ » препятствующая проскальзыванию изложницы. Эти равные по модулю силы « T » и « $F_{тр}$ » образуют пару сил с плечом « h », которая стремится повернуть изложницу. Одновременно под действием силы нормального (перпендикулярного к поверхности рабочей дорожки) давления « Q » происходит деформация в месте контакта (прежде всего деформации деревянной беговой дорожки) и точка появления силы нормальной реакции дорожки сдвигается в сторону действия силы « T » на некоторое расстояние « k ». В результате силы « Q » и « N » образуют другую пару сил с плечом « k », которая препятствует действию пары « T » и « $F_{тр}$ ». Максимальное значение плеча « k » соответствующее предельному положению равновесия, называется коэффициентом трения качения, а уравнение, описывающее это состояние, имеет вид: $T \cdot h = Q \cdot k$ (1). При значении сдвигающего усилия $T > Q \cdot k / h$ изложница начинает катиться. В этом движении основным расчетным параметром является координата точки приложения силы « T ». Величина координаты может быть определена из формулы (1) при заданных исходных значениях « Q », « T » и « k ». К сожалению, величина коэффициента

трения качения в технической литературе для одной и той же взаимодействующей пары материалов приводится в достаточно большом диапазоне. Например, для пары сталь-дерево в расчетах используются значения « k » от 0,03 см [3] до 0,2 см [4], а, следовательно, координата точки приложения может иметь различные величины и определить в каком случае будет чистое качение, а в какой нет, затруднительно.

В условиях, когда движение сферической изложницы протекает одновременно по горизонтальной и по вертикальной дорожкам, задача определения точки приложения сдвигающего усилия толкателя одновременно и усложняется и упрощается.

Усложняется в том смысле, что движение по горизонтальной дорожке характеризуется нормальным давлением от силы веса изложницы, а движение по вертикальной дорожке – от центробежной силы, которые в большинстве случаев разновелики. Кроме того, выполняя условия чистого качения по одной из рабочих беговых дорожек и прикладывая сдвигающее усилие в расчетной точке, которая, как правило, находится выше геометрического центра изложницы ($h = \frac{3}{2}R$ [5]) одновременно нарушаются условия чистого качения по другой рабочей дорожке.

Упрощается в том смысле, что проведенный анализ характера движения сферической изложницы по двум ортогональным рабочим беговым дорожкам предполагает принятие компромиссного решения при определении точки приложения сдвигающего усилия. Этой точкой должна быть точка на уровне геометрического центра изложницы, несмотря на то, что в этом случае очевидно качение изложницы будет сопровождаться и некоторым её проскальзыванием.

Список литературы:

1. Широков Е. В. Особенности получения центробежных отливок с изолированной полостью // Перспективные материалы, техно-

логии, конструкции. Сб. тез. Всероссийской НТК. – Красноярск, 1998. – С. 569 – 571.

2. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк., 2005. – 416 с.

3. Чернилевский Д. В., Лаврова Е. В., Романов В. А. Техническая механика. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 544 с.

4. Файн А. М. Сборник задач по теоретической механике: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1978. – 189 с.

5. Будник Ф. Г., Зингерман Ю. М., Селенский Е. И. Сборник задач по теоретической механике: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. школа, 1987. – 176 с.