

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КАЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ ИЗЛОЖНИЦЫ ОДНОВРЕМЕННО ПО ДВУМ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ В УСЛОВИЯХ ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

Е. В. Широков, В. Г. Москалев, В. В. Черканов, И. Г. Марков
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Рассмотрен метод получения изделий с внутренней изолированной полостью в условиях сложного движения сферической изложницы по заданной траектории.

Ключевые слова: центробежное литьё, сферическая изложница, движение по заданной траектории, формирование изолированной полости

FEATURES OF THE PROCESS OF ROLLING SPHERICAL MOLDS SIMULTANEOUSLY ON TWO ORTHOGONAL SURFACES IN THE CONDITIONS PREDETERMINED PATH

E. V. Shirokov, V. G. Moskaliev, V. V. Cherkanov, I. G. Markov
Altai state technical university, Barnaul, Russia

The method of obtaining products with internal insulated cavity in a complex motion of a spherical mold to the desired path.

Keywords: centrifugal casting, spherical mold, movement along a predetermined path, the formation of an isolated cavity

При разработке процесса получения мелких отливок с изолированной внутренней полостью была использована технология сложного движения сферической изложницы [1].

Установка (рисунок 1), которая позволяет осуществить такую технологию, обеспечивает циклическое движение изложницы в специальном рабочем пространстве по заданной траектории.

Движение изложницы представляет собой её одновременное качение по двум взаимно перпендикулярным беговым дорожкам. Предварительные исследования, проведенные на установке для определения влияния параметров процесса на характер движения изложницы, показали, что стабильная работа установки возможна при определенном сочетании этих параметров. Основными параметрами процесса в этих условиях движения изложницы могут выступать:

- масса изложницы;
- наружный диаметр изложницы;
- скорость поступательного движения изложницы;
- угловая скорость вращения изложницы;
- степень сопротивления качению изложницы.

Наличие достаточно большого числа параметров процесса предполагает или проведение многофакторного эксперимента или аналитическое описание взаимозависимости этих технологических параметров. Для проведения многофакторного эксперимента необходимо иметь априорное представление о характере влияния того или иного параметра на сам процесс движения изложницы. Однако проведенные предварительные эксперименты оказались несколько противоречивыми и предопределили необходимость аналитического подхода к решению поставленной задачи.

Задача определения взаимозависимости параметров процесса движения сферического тела в условиях его одновременного поступательного и вращательного движения может быть решена с помощью дифференциальных или

интегральных уравнений, позволяющих описать такой тип движения, который в этом случае складывается из поступательного со скоростью центра массы изложницы v_C и вращательного вокруг оси проходящей через её центр масс ω [2].

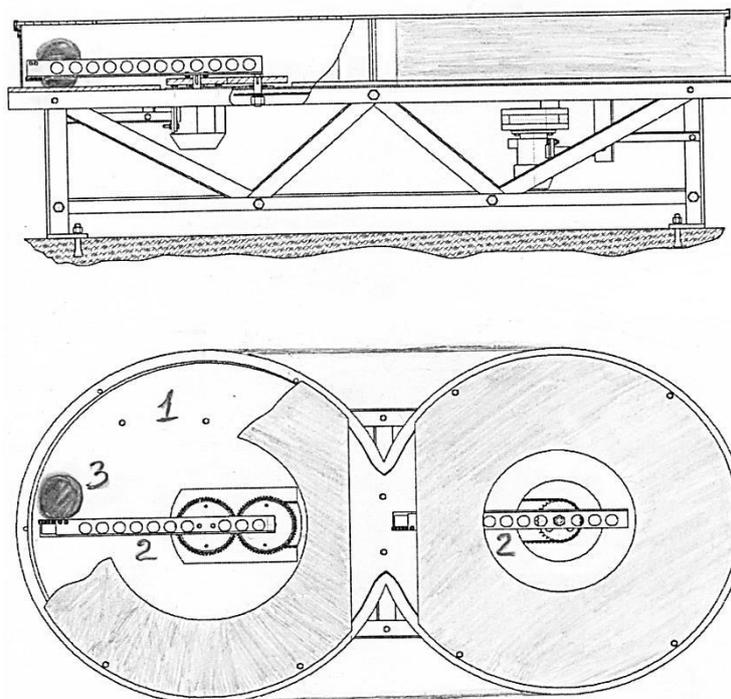


Рисунок 1 – Лабораторная установка: 1 – рабочее пространство; 2 – толкатель; 3 – изложница

В данной работе решение задачи предлагается провести в рамках теоремы об изменении кинетической энергии тела, а именно:

$$T_1 - T_0 = \sum A_i^e, \quad (1)$$

где T_1 – значение кинетической энергии изложницы (3) в момент прекращения её движения по причине действия сил сопротивления, и которое равно нулю ($T_1 = 0$);

T_0 – значение кинетической энергии изложницы (3) в момент её перемещения из одной части рабочего пространства установки (1) в другую после прекращения силового воздействия толкателя (2) (рисунок 1);

$\sum A_i^e$ – сумма работ внешних сил, оказывающих сопротивление качению изложницы по горизонтальной и вертикальной беговым дорожкам. Здесь e – индекс показывающий тип внешней силы, а i – индекс показывающий количество внешних сил.

Кинетическую энергию изложницы T_0 можно определить, используя теорему Кенига [2]:

$$T_0 = \frac{m_{\text{изл}} v_C^2}{2} + \frac{J_{C\xi} \omega^2}{2}, \quad (2)$$

где $m_{\text{изл}}$ – масса изложницы;

v_C – скорость центра массы изложницы;

$J_{C\xi}$ – момент инерции изложницы относительно оси $C\xi$ проходящей через центр масс;

ω – угловая скорость вращения изложницы;

$\frac{m_{\text{изл}} v_C^2}{2}$ – кинетическая энергия изложницы при её поступательном движении;

$\frac{J_{C\xi} \omega^2}{2}$ – кинетическая энергия изложницы при её вращательном движении.

Сопротивление качению изложницы создают возникающие вследствие деформации поверхностей качения пары сил, моменты торможения которых, определяются по известной [2] формуле:

$$M = k N d \varphi,$$

где φ – угол поворота изложницы равный $\varphi = \frac{S_C}{r_{\text{изл}}}$, а S_C является длиной свободного пробега изложницы радиусом $r_{\text{изл}}$.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА КАЧЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОЙ ИЗЛОЖНИЦЫ ОДНОВРЕМЕННО ПО ДВУМ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ В УСЛОВИЯХ ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

При качении по поверхности горизонтальной беговой дорожки этими силами является пара сил веса изложницы G и нормальной реакции $N_{гор}$. Плечо этой пары сил будет $k_{гор}$. При качении по поверхности вертикальной беговой дорожки этими силами является пара сил центробежной $F_{цб}$ и нормальной реакции $N_{верт}$. Плечо этой пары будет $k_{верт}$. Следовательно полная работа сил сопротивления определится по формуле:

$$\Sigma A = - \left(\frac{Gk_{гор}}{r_{изл}S_c} + \frac{F_{цб}k_{верт}}{r_{изл}S_c} \right), \quad (3)$$

Подставляя выражения (2) и (3) в уравнение (1) получим:

$$\frac{m_{изл} v_c^2}{2} + \frac{J_{C\xi} \omega^2}{2} = \frac{Gk_{гор}}{r_{изл}S_c} + \frac{F_{цб}k_{верт}}{r_{изл}S_c}$$

Данное уравнение позволяет проанализировать взаимную зависимость параметров процесса, определить их конкретное значение и рекомендовать оптимальные соотношения между ними.

Список литературы

1. Широков, Е. В. К вопросу получения мелких отливок с изолированной полостью [Текст] / Е. В. Широков, В. В. Черканов, А. В. Ефремов // Ползуновский альманах. – Барнаул: АлтГТУ. – 2013. – № 2. – С 164–166.
2. Тарг, С. М. Краткий курс теоретической механики [Текст]: Учебник для вузов / Тарг С. М. – М: Высш. шк., 2005. – 416 с.

Широков Евгений Владимирович – к.т.н.,
доцент

Москалев Владимир Григорьевич – к.т.н.,
профессор

Черканов Виктор Владиславович – к.т.н.,
доцент

Марков Иван Геннадьевич – студент

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный
технический университет им. И. И. Ползунова»,
г. Барнаул, Россия