

УДК 621.9

**А.В. Дубчинский, соискатель, В.В. Преис, проф., д-р техн. наук**

*Тульский государственный университет*

*пр. Ленина, 92, г. Тула, Россия, 300012*

*e-mail: работа-preys@yandex.ru*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫДАЧИ КРЫШЕК ВИНТОВЫМ ШНЕКОМ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ В РОТОРНУЮ ЗАКАТОЧНУЮ МАШИНУ**

Производительность и надежность роторных закаточных машин во многом зависит от устройства выдачи крышек [1].

С целью уменьшения возможных повреждений крышек и повышения надежности работы оборудования была предложена усовершенствованная конструкция устройства автоматической выдачи крышек, в котором отсекатель, осуществляющий поштучное отделение крышек от общей стопы, выполнен в виде вращающегося винтового шнека с переменным шагом, а стопа крышек находится под углом к горизонтальной плоскости и одним краем лежит на направляющей [2].

В основу выбора геометрических и кинематических параметров винтового шнека положена гипотеза, предполагающая, что развертка винтовой линии шнека при его вращении совпадает с траекторией поворота свободного края крышки под действием силы тяжести (рисунок). После отсечения от стопы крышка радиуса  $R$  и массой  $m$ , установленная под углом  $\varphi_0$ , под действием силы тяжести падает на направляющие, при этом один ее край находится в стопе (точка  $O$ ) и является центром вращения, а диаметрально противоположный край крышки совершает поворот относительно неподвижной точки  $O$ .

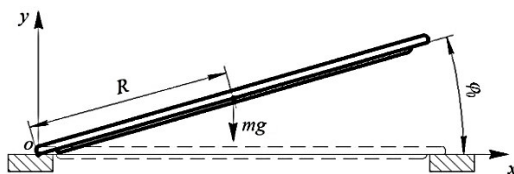


Рисунок 1 – Расчётная схема выдачи крышки из стопы

Уравнение поворота крышки относительно точки  $O$

$$\left(1 + \frac{\pi R^2}{4}\right) \frac{R}{g} \frac{d^2 \varphi}{dt^2} = -\cos \varphi \quad (1)$$

с начальными условиями:  $\varphi_{t=0} = \varphi_0$ ;  $\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)_{t=0} = 0$ .

Получить аналитическое решение уравнения (1) поворота крышки не представляется возможным, поэтому выполнено его приближенное решение в виде рядов по степеням времени [3]

$$\varphi(t) \approx \varphi_0 - \frac{\cos(\varphi_0)}{\left(1 + \frac{\pi R^2}{4}\right)R} \cdot \frac{gt^2}{2}. \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет определить теоретическое время поворота крышки при достижении  $\varphi = 0$ . За время поворота  $t$  свободный край крышки пройдет путь

$$S(t) = 2R \sin(\varphi(t)). \quad (3)$$

За это же время отсекатель пройдет участок длиной  $L$

$$L = 2r \sin(\pi n t), \quad (4)$$

где  $r$  – радиус отсекателя, м;  $n$  – угловая скорость отсекателя, об./мин.

Выразив время  $t$  из выражения (4) и подставив его в выражение (3), найдем аналитическую зависимость  $S(L)$ , отражающую изменение координат точки касания крышки и криволинейной поверхности отсекателя во времени, образующих развертку винтовой линии шнека

$$S(L) = 2r \sin \left\{ \varphi_0 - \frac{\cos(\varphi_0)}{2\pi} \left[ \frac{\arcsin\left(\frac{L}{2r}\right)}{\pi n} \right]^2 \right\}. \quad (5)$$

Полученная зависимость (5) позволяет путём специальных команд выполнить операции проецирования кривой  $S(L)$  на поверхности цилиндрической заготовки винтового шнека (отсекателя) в современных системах автоматизированного проектирования.

#### **Библиографический список**

1. Дубчинский А.В. Совершенствование устройства автоматической выдачи крышек для роторных закаточных машин /А.В. Дубчинский, Д.А. Провоторов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2013. Вып. 7-1. С. 53-59.
2. Патент РФ 160557. МПК В23Q 7/02. Загрузочное устройство для заготовок дискообразной формы/Дубчинский А.В., Прейс В.В., Провоторов Д.А., Провоторова К.Н. Оpubл. 20.03.2016. Бюл. № 8.
3. Дубчинский А.В. Математическая модель, теоретическое и экспериментальное исследование процесса выдачи крышек в роторную закаточную машину /А.В. Дубчинский// Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2015. Вып. 7- 2. С. 211-222.