

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОПОРЫ НА ДЕФОРМАЦИЮ ИЗГИБА ЧЕРВЯКА ЭКСТРУДЕРА

Барсуков В.Г.¹, Грахольская Е.В.¹, Ховатов П.А.¹, Комар О.В.²

1) Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,

2) Гродно, Республика Беларусь;

3) Институт «Гродногражданпроект»,
Гродно, Республика Беларусь

Работа червяков экструдеров с опорой на гребни витков сопровождается постепенным изнашиванием последних, а также цилиндра экструдера в зоне взаимного контакта, составляющей, как показывает опыт эксплуатации, несколько последних витков вблизи наконечника [1]. Для продления срока службы червяки и цилиндры подвергают поверхностному упрочнению методами азотирования, цианирования, наплавки на гребни витков твёрдосплавных покрытий [1-3]. Значительный, но пока еще недостаточно изученный и конструктивно проработанный потенциал повышения износостойкости и долговечности червяков и цилиндров экструдеров заключается в исключении или ослаблении из взаимного контактирования, путём установки дополнительной опоры в зоне наконечника червяка [3]. В этом случае контакт гребней витков червяка с цилиндром заменяется на контакт устанавливаемой опорной втулки с наконечником, имеющим специально выполненную опорную поверхность. Однако исследования и разработки в этом направлении только начаты. В литературе освещены вопросы деформирования двухопорных червяков постоянного сечения [4]. Применительно к двухопорным червякам переменного сечения соответствующие методики расчета отсутствуют.

Целью исследований является разработка расчетной методики и оценка с её помощью параметров деформированного состояния двухопорных червяков переменного сечения для наиболее опасных с позиций заедания и изнашивания условий нагружения (отсутствие перерабатываемого материала а соответственно, и смазки в рабочей зоне).

Расчетная схема модернизированной конструкции червяка при отсутствии материала в межвитковом пространстве может быть представлена в виде консоли закрепленной статически неопределимой балки переменного сечения, имеющей продольную полость для подвода охлаждающей жидкости. Балка нагружена меняющейся по длине распределенной нагрузкой от собственного веса.

На конце балки предусмотрен радиальный зазор δ_0 между опорной поверхностью наконечника червяка и втулки (рис. 1).

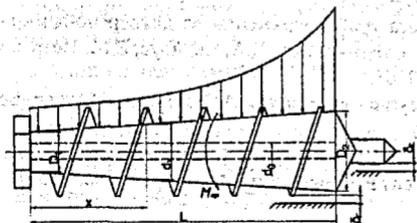


Рисунок 1 – Расчетная схема двухопорного червяка переменного сечения

При расчетах за основу принято дифференциальное уравнение изогнутой оси балки переменного сечения в виде

$$\frac{d^2}{dx^2} \left[\frac{EI_x d^2 y}{dx^2} \right] = q(x) \quad (1)$$

где E – модуль упругости материала червяка; I_x – момент инерции сечения червяка в данной точке, расположенной на расстоянии x от консольного защемления; y – величина прогиба червяка в точке с координатой x .

Учитываем, что сечение сердечника червяка круглое и имеет полость для охлаждающей жидкости. Тогда

$$I_x = \frac{\pi r_x^4 (1 - \alpha^4)}{4}, \quad (2)$$

$$q(x) = \rho g \pi r_x^2 (1 - \alpha^2), \quad (3)$$

где α – отношение диаметра полости к наружному диаметру червяка в данном сечении.

При этом текущее значение внешнего радиуса r_x в точке с координатой x равно

$$r_x = R_1 + \frac{R_2 - R_1}{L} x = R_1 + Kx, \quad (4)$$

где $K = \frac{R_2 - R_1}{L}$.

В результате решения дифференциального уравнения (1) получена функция прогибов оси червяка

$$y = \frac{\rho g}{6E(1-\alpha^2)K^4} r_x^2 + \frac{2C_1}{\pi E(1-\alpha^4)} \frac{1}{r_x} + \frac{C_2}{3\pi E(1-\alpha^4)} \frac{1}{r_x^2} + C_3 r_x + C_4. \quad (5)$$

Для определения постоянных интегрирования C_1 , C_2 , C_3 и C_4 воспользуемся следующими граничными условиями:

- прогиб червяка и угол наклона его изогнутой оси в точке консольного закрепления равен нулю ($y_{R_1} = 0$; $y'_{R_1} = 0$);
- перемещение червяка в точке дополнительной опоры равно зазору δ между наконечником червяка и опорной поверхностью втулки $y_{R_2} = \delta$;
- изгибающий момент на конце червяка равен нулю, т.е. $y''_{R_2} = 0$.

Выполнение этих граничных условий дает систему из четырех уравнений, решив которые, находили постоянные интегрирования.

Проанализировано влияние размеров червяка и зазоров в сопряжении наконечник червяка-втулка дополнительной опоры на функцию прогибов оси червяка экструдера и условия возникновения промежуточного межопорного максимума. Определены условия возникновения, место расположения точки промежуточного максимума прогиба и его значения для ряда типоразмеров червяков экструдеров. Предложены рекомендации по назначению величин зазоров в сопряжении с целью исключения возможности промежуточного касания червяка с цилиндром.

Полученные результаты могут быть использованы при расчете и конструировании новых экструдеров, а также для модернизации существующих для продления срока их эксплуатации.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стамбурский, Е.А. Износ оборудования при переработке пластмасс / Е.А. Стамбурский, А.И. Бейль, В.П. Карливан, Ю.А. Беспалов. – М.: Химия, 1985. – 208 с.
2. Зверлин, В.Г. Проблемы повышения эксплуатационной стойкости червяков и цилиндров экструзионного оборудования / В.Г. Зверлин, А.Н. Гладченко, В.В. Сазонов. – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1980. – 46 с.
3. Экструдер для переработки полимерных материалов: пат. 3906 Респ. Беларусь, МПК В29С47/00 / В.Г. Барсуков, Е.В. Грахольская, А.И. Свириденко ; заявители: НИЦ ПР НАН Беларуси и Гродн. гос. ун-т. – № 20070137, заявл. 22.02.07; выдан 30.10.07.
4. Барсуков, В.Г. Увеличение износостойкости и транспортирующей способности рабочих органов экструдера путем модернизации конструкции / Е.В. Грахольская, В.Г. Барсуков // Трибофатика - Tribo-fatigue: Трибофатика: труды VI Международного симпозиума по трибофатике МСТФ 2010. – Минск: 25 окт. – 1 нояб. 2010: в 2 ч. / редкол: М.А.Журавков (пред.). – Минск: БГУ, 2010. – Ч. 1. – С. 485-492.

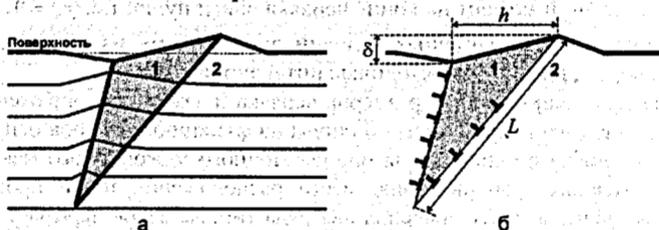
УДК 621.914.1

ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ДИСЛОКАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СДВОЙНИКОВАННОЙ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛА МЕТОДОМ СКАНИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Чикова Т.С., Ховатов П.А.

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,
Гродно, Республика Беларусь

Пластическая деформация двойникованием сопровождается поворотом кристаллической решетки, что всегда приводит к образованию характерного рельефа на поверхности материала. В зависимости от интенсивности силового воздействия и стадии развития пластичности сдвойникованные области представляют собой клиновидные или плоскопараллельные прослойки [1]. Из-за того, что при повороте сдвойникованной части объема кристалла две границы двойника находятся на разном уровне относительно поверхности – одна опущена, а другая поднята (рис. 1а) – механические двойники можно наблюдать в отраженном свете в оптическом микроскопе.



1 – двойниковая прослойка; 2 – основной кристалл; L – длина двойника;
 h – толщина двойника; δ – высота ступеньки на поверхности кристалла

Рисунок 1 – Клиновидный механический двойник в кристалле (а),
дислокационная модель двойника (б)