

эффективность разработки технологий восстановления их изношенных элементов с использованием процессов сварки и наплавки.

#### **Выводы**

3. При использовании погружных насосов в ходе ремонтов промышленного оборудования каждый насос должен быть укомплектован запасом подходящего по грузоподъемности (с учетом веса шланга и жидкости в нём) каната.
4. Если погружной насос может в процессе работы соприкоснуться с металлическими стенками емкости, целесообразно защитить насос относительно мягким синтетическим материалом поместив его корпус, например, в полиэтиленовое ведро с соответствующими вырезами, обеспечивающими возможность всасывания жидкости.
5. Во избежание «укладки» насоса на выступающие части конструкций при опускании в рабочее положение необходимо контролировать натяжение подвеса – опирание корпуса на конструкцию при опускании вызывает ослабление натяжения каната. Целесообразно также использовать заметно подешевевшие в последнее время элементы промышленного телевидения на базе веб-камер с подсветкой, позволяющие заглянуть внутрь недоступных емкостей или трубопроводов.
6. Необходимо оценить экономическую эффективность разработки технологий восстановления изношенных элементов погружных насосов малой мощности с использованием процессов сварки и наплавки.

#### **Список использованных источников:**

1. Рахимович З.З. Насосы в химической промышленности. - М.: Химия, 1990. —241 с.

#### **Bibliography:**

2. Rahmilevich Z. Z. Pumps are in chemical industry. – М.: Himiya, 1990. – 241 p. (Rus.)

Рецензент: В.В. Суглобов  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 01.09.2011

УДК 621.824:624.046.001.5

©Сорочан Е.Н.\*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО МОМЕНТА ДЛЯ КРУГЛОГО ВАЛА С ЧЕТЫРЬМЯ ВЫКРУЖКАМИ**

*Рассмотрена задача определения разрушающей нагрузки для основной детали трефового соединения – трефа с четырьмя выкружками. Методом аналогии с фигурой равного ската решена задача пластического кручения для приводных концов валков и шпинделей. Получены значения моментов сопротивления пластическому кручению при различных соотношениях размеров трефа.*

**Ключевые слова:** пластическое кручение, некруглые валы, аналогия Надаи, момент сопротивления, несущая способность.

**Сорочан О.М. Пластичне скручування круглого валу з чотирма викружками.**  
*Розглянута задача визначення руйнівного навантаження для основної деталі трефового з'єднання – трефа з чотирма викружками. Методом аналогії з фігурою рівного ската вирішена задача пластичного кручення для приводних кінців валів і шпинделів. Отримані значення моментів опору пластичному крученню при різних співвідношеннях розмірів трефа.*

\* ст. преподаватель, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

**Ключові слова:** пластичне кручення, некруглі вали, аналогія Надай, момент опору, несуча здатність.

**О.М. Sorochan. Evaluation of the ultimate momentum of a round shaft with four gorges.** The task of determination of the destroying load considered for the main part of wobbler's connection- a wobbler with four gorges. By the method of analogy with the figure of equal skate the task of the plastic twisting for the drive ends of roll s and spindles is decided. The values of momentums of resistance to the plastic twisting at different correlations of wobbler's dimensions.

**Keywords:** plastic twisting, non-circular shafts, Nadai analogy, momentum  $t$  of resistance, bearing strength.

**Постановка проблеми.** Вали с поперечним сеченням в формі круга з чотирма викривками разом з муфтами, сечення яких утворено внутрішнім контуром аналогічного очертання і зовнішнім в формі окружності, отримали назву «трефові з'єднання». Вони працюють в приводах прокатних станів – пилигримових, листових станів трио, деяких крупносортових станів.

Ці з'єднання виконані з пластичних матеріалів, які мають виражену площадку текучості. Вихід із строю таких з'єднань пов'язаний з пластичними деформаціями поверхностей контакту, рідше – з появою пластичних деформацій від кручення.

Другий варіант руйнування практично не оцінювався за несучою здатністю. В даній роботі така задача розв'язана, так як ймовірність руйнування некруглих валів від кручення суттєво зросла з використанням на контактній поверхні поліуретанових адаптерів, вирівнюючих контактні напруження і виключаючих «разбивання» тріфорових з'єднань.

**Ціль статті** полягає в визначенні граничного скручуючого моменту для вала, виконаного з пластичного матеріалу, допускаючого ідеалізацію за Прандтлем.

**Изложение основного материала.** Данна робота ґрунтується на використанні аналогії розглядаваної задачі з фігурою рівного ската [1], однак спосіб обчислення об'єму фігури рівного ската запропонований новий [2, 3]. Спосіб ґрунтується на побудові горизонталей до фігури рівного ската, виконаної на поперечному сеченні розглядаваного вала як на основанні. Цей спосіб володіє як простотою, так і універсальністю, і може застосовуватися як точний чисто теоретичний, і як наближений, ґрунтований на системі вимірювань.

Поперечне сечення розглядаваного вала зображено на рис. 1.

Сечення задано параметрами  $R$ ;  $r$ ;  $e$ . Розрахунок виконано аналогічно розрахунок для круглого вала з викривкою, представленою в роботі [4].

В системі координат  $xO_1y$  записуємо два рівняння:

1) рівняння окружності радіуса  $(R - z)$  з центром в точці  $O_1$

$$x^2 + y^2 = (R - z)^2 \quad (1)$$

2) рівняння окружності радіуса  $(r + z)$  з центром в точці  $O_2$

$$(x + R)^2 + y^2 = (r + z)^2 \quad (2)$$

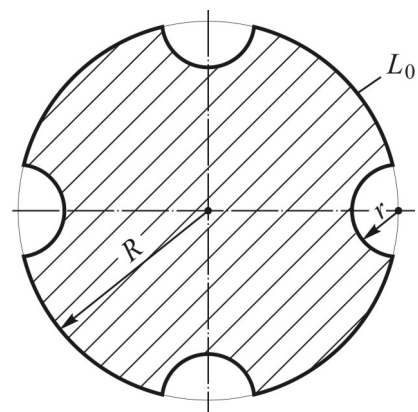


Рис. 1 – Поперечне сечення вала

Розв'язуючи їх разом, отримуємо:

$$x = \frac{r \cdot (r + 2z) - 2R \cdot (R - z)}{2R} \quad (3)$$

$$y = \sqrt{(R-z)^2 - \left( \frac{r \cdot (r+2z) - 2 \cdot R \cdot (R-z)}{2 \cdot R} \right)^2}. \quad (4)$$

Теперь запишем значения углов  $\alpha$  и  $\beta$ :

$$\alpha = \arcsin \frac{y}{R-z} = \arcsin \frac{\sqrt{(R-z)^2 - \left( \frac{2R(R-z) - r \cdot (r-2z)^2}{2R} \right)^2}}{R-z}; \quad (5)$$

$$\beta = \arcsin \frac{y}{r-z} = \arcsin \frac{\sqrt{(R-z)^2 - \left( \frac{2R(R-z) - r \cdot (r-2z)^2}{2R} \right)^2}}{r-z}; \quad (6)$$

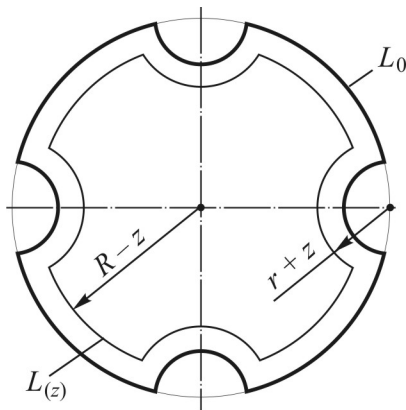


Рис. 2 – Расчетная схема вала

Вычислим длину произвольной горизонтали  $L_{(z)}$  (рис.2).

$$L_{(z)} = l_{окр} + 4l_1 - 4l_2, \quad (7)$$

где:  $l_{окр} = 2\pi \cdot (R-z); \quad (8)$

$$l_1 = 2 \cdot (R-z) \cdot \arcsin \frac{\sqrt{(R-z)^2 - \left( \frac{2R(R-z) - r \cdot (r-2z)^2}{2R} \right)^2}}{R-z} \quad (9)$$

$$l_2 = 2 \cdot (r-z) \cdot \arcsin \frac{\sqrt{(R-z)^2 - \left( \frac{2R(R-z) - r \cdot (r-2z)^2}{2R} \right)^2}}{r-z} \quad (10)$$

Тогда момент сопротивления пластическому кручению равен [4]:

$$W = \int_0^{z_{max}} L_{(z)} \cdot z dz. \quad (11)$$

Представим  $W$  в виде  $W = W_{окр} + 4W_1 - 4W_2, \quad (12)$

$$W_{окр} = 2 \cdot \int_0^{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}} z \cdot l_{окр} dz + 2 \cdot \int_{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}}^{R-r} z \cdot l_{окр} dz; \quad (13)$$

$$W_1 = 2 \cdot \int_0^{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}} z \cdot l_1 dz + 2 \cdot \int_{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}}^{R-r} z \cdot l_1 dz; \quad (14)$$

$$W_2 = 2 \cdot \int_0^{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}} z \cdot l_2 dz + 2 \cdot \int_{\sqrt{\frac{2R^2-r^2}{2R}}}^{R-r} z \cdot l_2 dz. \quad (15)$$

Результаты вычислений момента сопротивления представлены в табл.1. Здесь же приводится сравнение результатов с полученными ранее. Это сравнение дает идентичные ответы.

Окончательный результат по рассматриваемому валу представлен на графике (рис.3).

Таблица

**Результаты вычислений**

$e, \text{ м}$	$W$ (по методике [4]), $\text{м}^3$	$W$ (по методике [1]), $\text{м}^3$
$0,1R$	$1,9061R^3$	$1,906R^3$
$0,2R$	$1,5843R^3$	$1,584R^3$
$0,3R$	$1,2130R^3$	$1,213R^3$
$0,4R$	$0,8421R^3$	$0,842R^3$
$0,5R$	$0,5086R^3$	$0,509R^3$
$0,6R$	$0,2464R^3$	$0,246R^3$
$0,7R$	$0,0847R^3$	$0,085R^3$

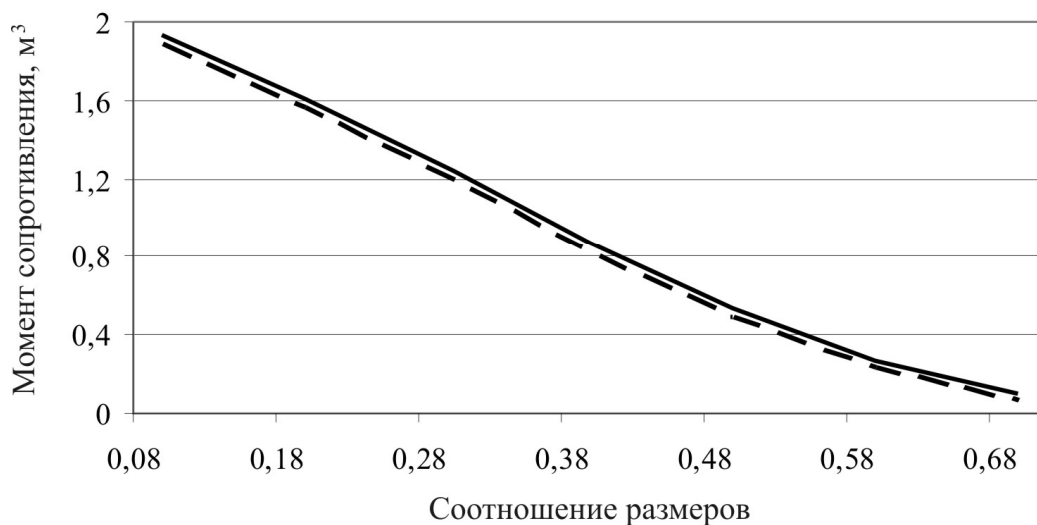


Рис. 3 – Влияние относительных размеров сечения вала на его прочность

Результаты расчетов практически совпадают, что подтверждает их достоверность.

**Выводы**

Предложенный метод решения задач кручения обладает простотой, наглядностью и достаточной точностью для выполнения инженерных расчетов. Решенный пример позволяет оценить прочность трефовых соединений прокатных станков.

**Список использованных источников:**

1. Ободовский Б.А. Определение предельного крутящего момента для прямого бруса с сечением в виде круга с выкружкой / Б.А. Ободовский, Г.В. Артюх // Проблемы прочности. – 1971. – №2. – С. 106-108.
2. К вопросу о вычислении объемов фигур равного ската / Г.В. Артюх [и др.] // Защита металлургических машин от поломок : Межвуз. темат. сб. науч. тр. . – Мариуполь : ПГТУ, 2005. – Вып. 8. - С. 258-263.
3. Артюх Г.В. О приближенном решении задачи пластического кручения / Г.В. Артюх, Е.Н. Киреева // Защита металлургических машин от поломок : Межвуз. темат. сб. науч. тр. . – Мариуполь : ПГТУ, 2006. – Вып. 9. - С. 213-217.
4. Сорочан Е.Н. Предельное равновесие круглого вала с выкружкой / Е.Н. Сорочан // Защита металлургических машин от поломок : Межвуз. темат. сб. науч. тр. – Мариуполь : ПГТУ, 2011. – Вып. 13. – С. 203-206.

**Bibliography:**

1. Obodovsky B.A. Determination of limited twisting moment for a straight beam with section in a form of a circle with an internal smooth hollow piece / B.A. Obodovsky, G.V. Artyukh // Problems of strength. – 1971. – №2. – P. 106-108. (Rus.)
2. To the question about calculation of figures volume of an equal slope / G.V. Artyukh [and others] // Zashchita metallurgicheskikh mashin ot polomok. – Mariupol : PSTU, 2005. – Issue 8. - P. 258-263. (Rus.)
3. Artyukh G.V. About approximated solution of plastic twisting task /G.V. Artyukh, E.N. Kireeva // Zashchita metallurgicheskikh mashin ot polomok. – Mariupol : PSTU, 2006. – Issue 9. - P. 213-217. (Rus.)
4. Sorochan E.N. Limited balance of a round shaft with an internal smooth hollow piece / E.N. Sorochan // Zashchita metallurgicheskikh mashin ot polomok. - Mariupol : PSTU, 2011. – Issue 13. – P. 203-206. (Rus.)

Рецензент: С.С. Самогугин  
д-р техн. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 19.10.2011

УДК 621.822

©Сидоров В.А.<sup>1</sup>, Сотников О.Л.<sup>2</sup>, Сушко А.Є.<sup>3</sup>

**СТЕНДИ ДЛЯ ВХІДНОГО КОНТРОЛЮ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ**

*Спеціальні стенди для вхідного контролю дозволяють ефективно і оперативно відбракувати неякісні підшипники і використовувати на виробництві тільки ті, які відповідають встановленим вимогам.*

**Ключові слова:** *стенд, контроль, підшипник кочення.*

**Сидоров В.А., Сотников А.Л., Сушко А.Є. Стенды для входного контроля подшипников качения.** *Специальные стенды для входного контроля позволяют эффективно и оперативно отбраковывать некачественные подшипники и использовать на производстве только те, которые отвечают установленным требованиям.*

**Ключевые слова:** *стенд, контроль, подшипник качения.*

**V.A. Sidorov, O.L. Sotnikov, A.E. Sushko. Stands for the input control of rolling bearings.** *Special stands for the input control can effectively and promptly reject low-quality bearings and used in the production of only those that meet the requirements.*

**Keywords:** *stand, control, bearings.*

**Постановка проблеми.** Термін служби механічного устаткування багато в чому визначається якістю встановлених підшипників кочення. Зниження якості нових підшипників, широке розповсюдження контрафактної продукції, проведення тендерних закупівель підшипників за мінімальними цінами, поява відновлених підшипників на ринку - все це вимагає організації вхідного контролю підшипників кочення на промислових підприємствах. При цьому функції вхідного контролю не можуть обмежуватися аналізом документів на продукцію. Потрібен комплексний аналіз якості продукції, що поставляється.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Для цієї мети в даний час найбільшого поширення набули стенди вхідного контролю підшипників кочення, що дозволяють виконати відбракування неякісних виробів до операцій збирання підшипникових вузлів механічного устаткування [1...9]. Це дає змогу виключити позапланові простой технологічного устаткування, аварійні ситуації та збільшити міжремонтний період устаткування.

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ "Донецький національний технічний університет", Донецьк, Україна

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доцент, ДВНЗ "Донецький національний технічний університет", Донецьк, Україна

<sup>3</sup> канд. техн. наук, ТОВ "Диамех 2000", Москва, Росія