

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНКОДЕРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ В ВАЛАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН

Ойматова К.Г., студентка; Бедарев С.А., к.т.н., доц., Руденко В.И., к.т.н., доц.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Металлургическая промышленность характеризуется наличием большого количества механизмов и машин, в которых присутствуют длинные валы для передачи крутящего момента. Поломка таких деталей: шпиндельных валов прокатных клетей, трансмиссионных валов вращающихся распределителей шихты и различных манипуляторов, промежуточных валов механизмов передвижения кранов и крановых тележек и др. влечет за собой большие материальные затраты, связанные с простоем технологического оборудования в цехе. В связи с этим, актуальной является задача измерения и учета реальнодействующих на такие детали нагрузок, а именно крутящего момента [1], для дальнейшего прогнозирования сроков службы.

Согласно закону Гука [2] при кручении стержней круглого сечения, крутящий момент M , возникающий по длине вала можно рассчитать по углу его закручивания

$$M = \frac{\varphi \cdot G \cdot J_p}{l}, \quad (1)$$

где l – длина вала;

G – модуль сдвига материала, из которого изготовлен вал;

J_p – полярный момент инерции поперечного сечения вала.

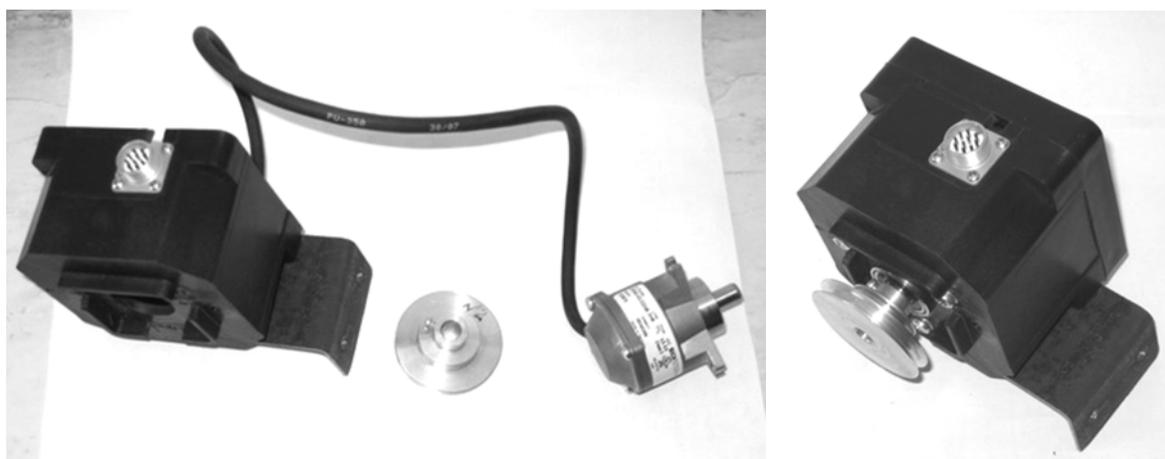
Для измерения углов закручивания используют энкодеры [3], поэтому приборы для регистрации крутящих моментов могут быть собраны на их основе. В данной статье описана измерительная система для регистрации углов закручивания валов, использованная при выполнении исследований лабораторных промышленных образцов металлургического оборудования.

Измерительная система для контроля значений угла закручивания горизонтального трансмиссионного вала состоит из двух инкрементальных энкодеров DKS 40 (рис.1) производства фирмы SICK/STEGMANN и счетчика импульсов, имеющего выход TTL (Line drive) для подключения к частотному преобразователю. Техническая характеристика энкодера DKS 40 представлена в таблице 1.

Энкодеры устанавливаются на переднем и заднем концах вала. Принцип действия энкодера заключается в преобразовании кругового перемещения в контрольные единицы. Относительное угловое смещение двух контрольных точек, лежащих на одной образующей цилиндрической поверхности вала, соответствующее углу закручивания вала, может быть определено как разница импульсов двух энкодеров, т.е.

$$\varphi = |\varphi_2 - \varphi_1| = n_2 - n_1. \quad (2)$$

Предложенная измерительная система была использована для измерения крутящих моментов на опытном образце манипулятора для ввода отсечных элементов поплавокотого типа в ванну кислородного конвертера (рис.2) [4].



а) б)
 Рисунок 1 – Энкодер DKS 40 со счетчиком импульсов:
 а) в разобранном виде; б) в собранном виде

Таблица 1 – Основные характеристики энкодера DKS 40

Показатель	Значения
Число импульсов на оборот	1...1024/2048
Масса, кг	0,18
Момент инерции ротора, г·см ²	6
Максимум выходной частоты, кГц	TTL–200, HTL–200
Скорость вращения, об/мин	6000
Ускорение, рад/с ²	$3,6 \cdot 10^{-5}$
Рабочий момент, Н·см	0,15
Стартовый момент, Н·см	0,2
Допустимая радиальная нагрузка, Н	40
Допустимая осевая нагрузка, Н	20
Диапазон рабочих температур, °С	0...+60
Допустимая влажность, %	90

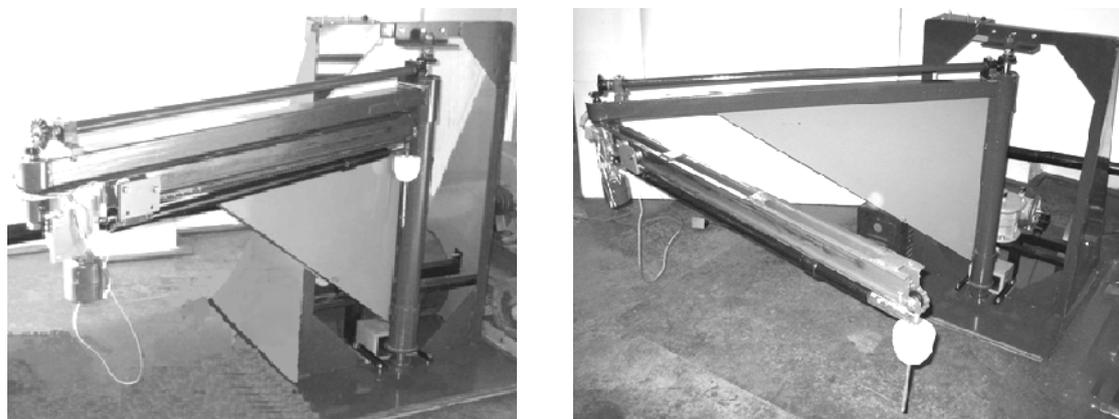


Рисунок 2 – Опытный образец манипулятора для ввода отсечных элементов в ванну кислородного конвертера

В процессе лабораторного эксперимента оба энкодера закрепляли на кронштейне вблизи подшипниковых опор трансмиссионного вала, как показано на

фото, приведенных на рис. 3. При этом валы энкодеров посредством шкивов и ремней были кинематически связаны с передним и задним концами трансмиссионного вала, а их разъемы с помощью кабелей подключены к счетчику импульсов. Контроль угла закручивания вала осуществляли в режиме реального времени в течение всего рабочего цикла манипуляционной системы.

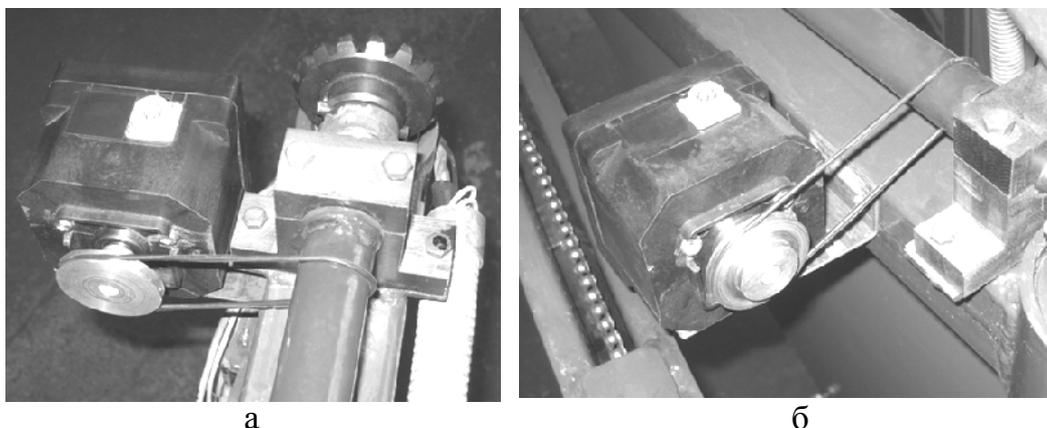


Рисунок 3 – Размещение энкодеров у переднего (а) и заднего (б) концов трансмиссионного вала манипулятора

В процессе тестовых испытаний контролировали значения угла закручивания, которые затем по формуле (1) пересчитывали в значения крутящего момента, преодолеваемого приводным двигателем, при рабочем и холостом ходе манипулятора. Для условий эксперимента с помощью методики расчета энергосиловых параметров привода манипулятора был выполнен расчет крутящего момента. Сравнение результатов, полученных теоретическим и экспериментальным путем, показали хорошую сходимость (расхождение не превышало 10 %).

Таким образом, предложенная измерительная система на основе энкодеров пригодна для контроля крутящих моментов при выполнении исследований лабораторных образцов оборудования и может выступать прототипом для разработки контрольно-измерительного прибора для регистрации крутящих моментов на валах металлургических машин в режиме реального времени в условиях производственных цехов. Такой прибор позволит на основании регистрируемых ею сигналов получать спектры нагрузок, фактически действующих на валы, за цикл работы машины и выполнять оценку их использованного ресурса для своевременного выполнения ремонтов и технического обслуживания.

Перечень ссылок

1. Руденко В.И., Ошовская Е.В., Нижник Н.В. Обоснование рационального выбора конструкции шпиндельного соединения // Металлургические процессы и оборудование. - 2006. - № 1. - С. 28-32.
2. Миролюбов И.Н. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов / И.Н. Миролюбов. – М.: Высшая школа, 1969. – 481 с.
3. <http://www.sick-automation.ru>
4. Пристрій для відсічення шлаку при випуску сталі з конвертера. Патент України 83727 / С.П.Єронько, О.М.Смірнов, С.В. Мечик, С.О. Бедарев // Бюл. 2008.- № 15.