

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИМПУЛЬСНОГО РЕДУКТОРА ПРИВОДА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Амбарцумянц Р.В., д-р техн. наук, профессор, Аванесьянц Г.А. канд. техн. наук.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Предлагается привод зерноперерабатывающих машин с импульсным движением рабочего органа. В качестве основного источника импульсного движения использована оригинальная конструкция импульсного редуктора. Приведена методика расчета его элементов.

The drive of technological machines is offered for treatment of grain with impulsive motion of working organ. As a basic source of impulsive motion the original construction of impulsive reducing gear is used. Methodology over of calculation of his elements is brought.

Ключевые слова: привод, импульс, обработка, зерно, расчет.

Эффективность и оптимизация технологического процесса рабочих машин во многом зависит от частоты и формы движения рабочего органа, которые обеспечиваются приводом машины. Экспериментально доказано [1], что во многих случаях использование импульсного движения исполнительного органа способствует значительному повышению производительности и снижению энергозатрат. Особенно эффективна такая форма движения в технологическом оборудовании, используемом на крупных заводах и мельницах. Процесс обработки зерна (дробление, измельчение, шелушения, шлифования ядра и др.) значительно облегчается, если рабочие органы таких машин совершают импульсное вращательное движение. Сама форма импульсного движения способствует облегчению указанных технологических процессов, а это приводит к снижению энергозатрат и повышению эффективности обработки зерна.

Известно, что для облегчения процесса отделения оболочки на зерно в некоторых машинах (например, шелушильные машины с бичами) на зерно воздействуют ударами, что не может не сопровождаться повреждением его ядер. Применение импульсного движения значительно снижает риск такого негативного явления.

Целью данной работы является разработка и расчет параметров основного элемента такого привода – импульсного редуктора.

В импульсных редукторах в качестве преобразующих механизмов применяются различного вида рычажных, зубчато-рычажных, кулачковых и других механизмов. В большинстве таких преобразователях используется лишь некоторая часть поворота качающегося звена. Нами разработана конструкция импульсного редуктора с кривошипно-ползунным преобразователем движения (рис. 1) [2].

Конструкция импульсного редуктора представлена на рис.1, где

фиг. 1 – вид спереди в сечении В-В по фиг. 2;

фиг. 2 – вид в разрезе А-А по фиг. 1.

Импульсный редуктор состоит из корпуса 1, крыши корпуса 2, закрепленной с корпусом 1 винтами и корпуса 3 ведущего вала. Корпус 3 закреплен с крышкой корпуса 2 винтами. В корпусе 3 с помощью подшипников качения установлен ведущий вал 4, с которым шпонкой 5 связан эксцентрик 6. С валом 4 жестко связан противовес 7 с массой, равной массе эксцентрика 6. Эксцентрик 6, в свою очередь, установлен внутри прямоугольной замкнутой рамки 8 в перпендикулярном относительно оси вала 4 направлении. Ширина рамки 8 равна диаметру эксцентрика 6, а высота - больше диаметра эксцентрика плюс две длины эксцентриситета ε (см. фиг.1, 2) и меньше высоты корпуса 3 ведущего вала 4 на величину гарантированного зазора с корпусом ведущего вала. Прямоугольная рамка 8 находится внутри корпуса 3 и жестко связана с первой зубчатой рейкой 9 болтами. На зубчатой рейке 9 жестко закреплен палец 10, на котором подвижно установлен ролик 11 (см. фиг. 2). Ролик 11 входит в радиальный паз рычага 12. Рычаг 12 жестко связан с осью 13, установленной с помощью подшипников в крышке корпуса 2. В радиальном пазу с противоположной стороны рычага 11 находится ролик 14, подвижно соединенный с другой зубчатой рейкой 15. На зубчатой рейке 15 жестко закреплен противовес 16, снабженный пальцем 17. Палец 17 образует подвижное соединение с крышкой корпуса 2. Зубчатые рейки 9 и 15 входят в зацепление соответственно с зубчатыми венцами 18 и 19, являющимися одновременно внешними обоями МСХ. Зубчатые венцы 18 и 19 через ролики 20 контактируют с внутренней обоймой 21 МСХ. Внут-

рення обойма 21 МСХ с помощью шпонки 22 неподвижно связана с ведомым валом 23, установленным с помощью подшипников качения в корпусе 1.

Импульсный редуктор работает следующим образом.

Вращательное движение от внешнего источника (на чертежах не показан) передается к ведущему валу 4, от которого оно через шпонку 5 передается эксцентрику 6. Вращательное движение эксцентрика 6 преобразуется в поступательное движение зубчатой рейки 9. При перемещении зубчатой рейки 9 вправо, что происходит за половину оборота эксцентрика 6, зубчатый венец 18 вращается по часовой стрелке, происходит заклинивание между зубчатым венцом 18, роликом 20, внутренней обоймой 21 и вращательное движение через шпонку 22 передается ведомому валу 23. Одновременно через ролик 11 движение передается рычагу 12. От рычага 12 через ролик 14 поступательное движение в противоположную сторону (в данном случае налево) сообщается зубчатой рейке 15.

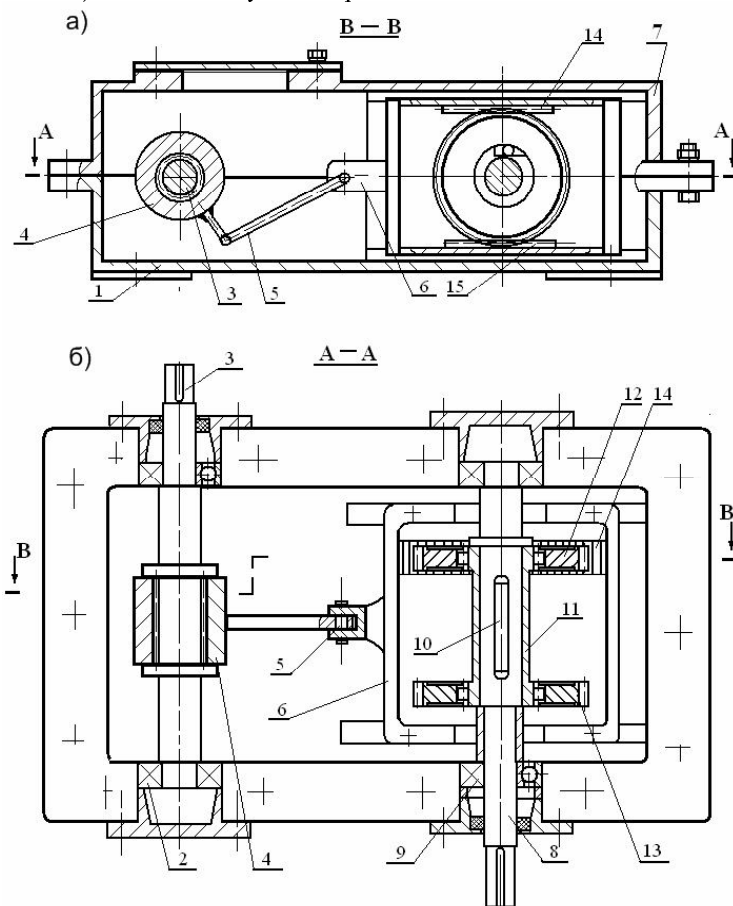


Рис. 1 – Импульсный редуктор

От зубчатой рейки 15 движение передается зубчатому венцу 19, он начинает вращаться против часовой стрелки, происходит расклинивание внешнего венца МСХ с внутренней обоймой. Таким образом, такое движение зубчатого венца 19 является холостым. При дальнейшем повороте эксцентрика 6 до полного оборота зубчатая рейка 9 поступательно перемещается влево и для него это является холостым ходом, а рычаг 12 перемещает зубчатую рейку 15 вправо. Зубчатая рейка 15 вращает зубчатый венец 12 по часовой стрелке, происходит заклинивание между ней и внутренней обоймой 21 и ведомый вал 23 получает очередной импульс поворота. Таким образом, за один оборот эксцентрика 6 ведомый вал 23 получает два одинаковых импульса за каждые пол оборота эксцентрика 6.

Таким образом, за один оборот эксцентрика 6 ведомый вал 23 получает два одинаковых импульса за каждые пол оборота эксцентрика 6.

На рис. 2 представлена расчетная схема данного редуктора, где изображены: кривошип 1, шатун 2 и ползун 3, зубчатые рейки ползуна 4, входящие в зацепление с зубчатыми венцами 5.

Предлагается следующая методика определения основных размеров преобразователя. Для обеспечения равных импульсов необходимо использовать центральный кривошипно-ползунный механизм. В та-

ком случае, учитывая, что значение $\lambda = l/r$ обычно задается, и оно должно быть не меньше 3-х, под-
лежит определению длина кривошипа.

При проектировании импульсных редукторов заданными являются передаточное число u и вра-
щающий момент T_p на выходном валу. Для проектирования кривошипно-ползунного преобразователя
по заданному моменту T_p выбираем МСХ согласно таблице 4 [2] следующие геометрические размеры:

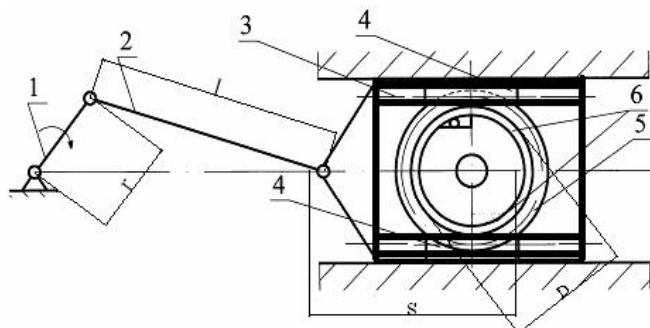


Рис. 2 – Расчетная схема импульсного редуктора

D – наружный диаметр обоймы;

d – диаметр выходного вала, на который насаживается внутренняя обойма МСХ;

b – ширина внешней обоймы;

B – ширина внутренней обоймы.

Поскольку за один оборот кривошипа МСХ получает два одинаковых импульса, то справедливо ра-
венство

$$u = \frac{\pi}{\psi},$$

где ψ – угол поворота вала редуктора (без учета мертвого хода и упругих деформаций). Начальный
диаметр зубчатого венца внешней обоймы можно определить, исходя из конструктивных соображений:

$$D_i = D + b_a, \text{ мм.}$$

Здесь b_a – суммарная толщина внешней обоймы, зубчатого венца и высоты ножки зуба (можно оп-
ределить из условия прочности от передаваемого крутящего момента и, дополнительно, из условия уве-
личения либо уменьшения передаточного отношения редуктора).

Для обеспечения поворота МСХ на угол ψ перемещение зубчатой рейки S должно быть равно

$$s = \psi \frac{D_i}{2} = \frac{\pi D_i}{2u}, \text{ мм}$$

В этом случае длина кривошипа $r = \frac{s}{2} = \frac{\pi D_i}{4u}$ мм, а длина шатуна $l = \lambda r$ мм. Общая ширина
ползуна $B_{iie} = 2b$ мм, а длина ползуна $l_{iie} = 2D + s + (10...15)$ мм.

Пример расчета.

Исходные данные:

— мощность приводного двигателя шелушильной машины $P_1 = 5,5$ кВт;

— частота вращения двигателя $n_1 = 720$ об/мин;

— частота вращения бичей $n_2 = 450$ об/мин.

Порядок расчета:

— крутящие моменты на ведущем валу редуктора и на звездочке МСХ (ведомом валу редуктора)

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} \cdot 10^3 = \frac{30 \cdot P_1}{\pi n_1} 10^3 = \frac{30 \cdot 5,5}{\pi \cdot 720} \cdot 10^3 = 73 \text{ Нм};$$

$$T_2 = \frac{P_1}{\omega_2} \eta \cdot 10^3 = \frac{30 P_1}{\pi n_2} \eta \cdot 10^3 = \frac{30 \cdot 5,5}{\pi \cdot 450} \cdot 0,95 \cdot 10^3 = 111 \text{ Нм};$$

здесь $\eta = 0,95$ - КПД редуктора;

— передаточное число редуктора

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{720}{450} = 1,6;$$

— по таблице 4 [2] находим основные размеры МСХ: диаметр $D = 125$ мм; общая рабочая ширина ползуна $B_{i\bar{e}} = 2b = 2 \cdot 86 = 152$ мм; диаметр ведомого вала под внутренней обоймой МСХ $d = 50$ мм; число роликов $Z = 6$.

— примем $b_{\bar{a}} = 50$ мм, тогда $D_i = D + b_e = 125 + 60 = 185 = \text{мм}$;

— ход ползуна

$$s = \psi \frac{D_i}{2} = \frac{\pi D_i}{2u} = \frac{\pi \cdot 125}{2 \cdot 1,6} \approx 122 \text{ мм};$$

— длина кривошипа

$$r = \frac{s}{2} = \frac{\pi D_i}{4u} = \frac{122}{2} = 61 \text{ мм};$$

— длина шатуна $l = \lambda r = 10 \cdot 61 = 610$ мм;

— диаметры входного и выходного валов редуктора

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16T_1 \cdot 10^3}{\pi [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 73 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20}} \approx 26,5 \text{ мм};$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16T_2 \cdot 10^3}{\pi [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 111 \cdot 10^3}{\pi \cdot 20}} \approx 30,5 \text{ мм}.$$

Расчет реечной зубчатой передачи следует вести по известной методике, изложенной в [3].

Вывод. Предложенная методика расчета основных элементов импульсного редуктора позволит обоснованно подойти к вопросу проектирования привода зерноперерабатывающих машин с импульсным движением рабочего органа.

Литература

1. Мальцев В. Ф.: Роликовые механизмы свободного хода – М.: Машиностроение. – 1968. – 416с.
2. Патент № 49410 Україна. Импульсный редуктор/Амбарцумянц Р.В. и Аванесьянц А.Г// Заявл.вид 26.11.2009. Бюл. № 8.
3. Гузенков П. Г. Детали машин: – М.: Высшая школа. – 1986. – 359 с.