

## РЕГУЛИРУЕМЫЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИВОД ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

### ADJUSTABLE MECHANICAL DRIVE FOR TECHNOLOGICAL MACHINES

Б.А. КОЙАЙДАРОВ, А.А. КОЙАЙДАРОВ, Д.К. ДЖАКИЯЕВ

B.A. KOIAIDAROV, A.A. KOIAIDAROV, D.K. JAKIYAYEV

(Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан)

(Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Republic of Kazakhstan)

E-mail: kaf\_mim206@mail.ru

*Предложен регулируемый механический привод для бесступенчатого изменения числа оборотов главного вала технологических машин в широком диапазоне, и разработана методика его синтеза.*

*An adjustable mechanical drive is proposed for a stepless change in the number of revolutions of the main shaft of technological machines in a wide range and a synthesis technique is developed.*

**Ключевые слова:** привод, вал, машина, коробка, число оборотов, регулировка.

**Keywords:** drive, shaft, machine, gearbox, speed, adjustment.

Во многих технологических машинах, в том числе и в текстильных машинах, например, таких, как трепальная машина ТПШ-1, разрыхлительно-трепальный агрегат АРТ-120-Ш и другие [1], число оборотов главного вала изменяется в определенном диапазоне согласно технологическому процессу.

Число оборотов главного вала машины изменяют, сменив шкивы ременной передачи, сменив шестерни зубчатой передачи или при помощи механического вариатора и редуктора.

Эти способы изменяют скорость вращения вала машины ступенчато. Спаривание механического вариатора с редуктором или с другой механической передачей, например, цепной передачей с постоянным передаточным отношением, не может регулировать число оборотов вала машины в широком диапазоне, поэтому сужает область применения привода.

Ступенчатое регулирование числа оборотов главного вала технологической ма-

шины не всегда может дать нужную скорость рабочим органам, а это в свою очередь влияет на качество выполнения технологической операции и на производительность машины, так как при замене деталей передач привода машина не работает.

В связи с этим предлагается снабдить технологические машины регулируемым, неизменяемым по конструкции приводом, бесступенчато изменяющим число оборотов главного вала в нужном диапазоне, требуемой технологией, простым регулированием.

В данной статье разрабатывается схема регулируемого механического привода и методика его синтеза на основе предложенного способа, описанного в инновационном патенте [2].

Число оборотов главного вала машины изменяется в определенном диапазоне:

$$D_M = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}, \quad (1)$$

где  $n_{\max}$  – максимальное число оборотов вала, об/мин;  $n_{\min}$  – минимальное число оборотов вала, об/мин.

Число оборотов электродвигателя привода машины постоянное:

$$n_{\text{дв}} = \text{const}.$$

Тогда передаточное отношение привода машины изменяется в интервале:

$$U = U_{\min} \div U_{\max},$$

где  $U_{\min} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\max}}$  – минимальное передаточное отношение;

$U_{\max} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\min}}$  – максимальное передаточное отношение.

Передаточное отношение регулируемого механического привода бесступенчато изменяется в этом интервале. Бесступенчатое регулирование числа оборотов вала осуществляет механический вариатор.

Для регулируемого механического привода рекомендуется выбирать клиноременный вариатор, так как он имеет больше преимуществ по сравнению с другими механическими вариаторами [3].

В регулируемом механическом приводе ведущий вал клиноременного вариатора соединяется с валом электродвигателя.

Передаточное отношение клиноременного вариатора бесступенчато изменяется в интервале:

$$U_b = U_{b\min} \div U_{b\max} = 1 \div D_b, \quad (2)$$

где  $D_b$  – диапазон регулирования вариатора.

Схема регулируемого механического привода зависит от соотношения диапазонов скоростей технологической машины и вариатора:

$$1. \frac{D_M}{D_b} \leq 1 \text{ – привод состоит только из}$$

клиноременного вариатора.

$$2. \frac{D_M}{D_b} > 1 \text{ – привод состоит из клиноре-$$

менного вариатора и коробки скоростей.

Во втором случае ведомый вал вариатора соединяется с ведущим валом коробки скоростей, а ведомый вал коробки скоростей соединяется с главным валом технологической машины.

Диапазон изменения числа оборотов главного вала машины разбивается на несколько интервалов скоростей при помощи коробки скоростей таким образом, чтобы каждый интервал соответствовал диапазону регулирования вариатора.

Число интервалов скоростей, получаемое переключением коробки скоростей, где число оборотов вала бесступенчато регулируется клиноременным вариатором, определяется по формуле [2]:

$$i \geq \frac{\ln D_M}{\ln D_b}, \quad (3)$$

где  $D_M$  – диапазон изменения числа оборотов главного вала машины;  $D_b$  – диапазон регулирования клиноременного вариатора.

Число ступеней коробки скоростей, создающих интервалы скоростей:

$$i_k = i - 1. \quad (4)$$

Передаточные отношения каждой ступени коробки скоростей:

$$U_1 = 1,0 \text{ – первой зубчатой передачи;} \quad (5)$$

$$U_2 = D_b \text{ – второй зубчатой передачи.}$$

Передаточное отношение коробки скоростей для интервалов скоростей:

$$1\text{-й интервал – } U_{k_1} = U_1^{i_k} = 1,0.$$

$$2\text{-й интервал – } U_{k_2} = U_2.$$

$$3\text{-й интервал – } U_{k_3} = U_2^2. \quad (6)$$

.....

$$i\text{-й интервал – } U_{k_i} = U_2^{i_k}.$$

В первом интервале скоростей число оборотов главного вала машины изменяют от  $n_1 = n_{дв} = n_{max}$  до  $n_2 = \frac{n_{дв}}{D_в}$  об/мин при помощи вариатора, бесступенчато. В это время все ступени коробки скоростей находятся в одинаковом положении и имеют одинаковое передаточное отношение, равное  $U_1 = 1$ , поэтому передаточное отношение коробки скоростей будет:

$$U_{k_1} = U_1^{i_k} = 1, 0.$$

Для того чтобы перейти на второй интервал скоростей, нужно первую ступень коробки скоростей переключить на понижающую передачу с передаточным отношением  $U_2 = D_в$  при помощи подвижного блока шестерен, а передаточное отношение других ступеней коробки останется без изменения и равно  $U_1 = 1$ .

При этом коробка скоростей будет иметь следующее передаточное отношение:

$$U_{k_2} = U_2 \cdot U_1^{i_k - 1} = D_в \cdot 1 = D_в.$$

Поэтому число оборотов главного вала машины бесступенчато изменяется при помощи вариатора и коробки скоростей от

$$n_3 = \frac{n_{дв}}{U_{k_2}} \text{ до } n_4 = \frac{n_{дв}}{D_в U_{k_2}} \text{ об/мин.}$$

Если на третий интервал скоростей главного вала машины переходить после второго интервала скоростей, тогда переключают вторую ступень коробки скоростей на понижающую передачу с передаточным отношением  $U_2 = D_в$ , а последующие ступени коробки остаются в начальном положении. В таком положении коробка скоростей будет иметь следующее передаточное отношение:

$$U_{k_3} = U_2^2 \cdot U_1^{i_k - 2} = U_2^2 \cdot 1 = U_2^2.$$

При этом число оборотов главного вала машины при помощи вариатора и коробки

скоростей бесступенчато изменяют от

$$n_5 = \frac{n_{дв}}{U_{k_3}} \text{ до } n_6 = \frac{n_{дв}}{D_в U_{k_3}} \text{ об/мин.}$$

Таким образом, для перехода на следующий интервал скоростей надо переключить очередную ступень коробки скоростей на понижающую зубчатую передачу с передаточным отношением  $U_2 = D_в$ , оставив при этом последующие ступени в начальном положении.

При этом коробка скоростей будет иметь следующее передаточное отношение:

$$U_{k_z} = U_2^{z-1}, \quad (7)$$

где  $z$  – порядковый номер интервала скоростей главного вала машины;  $U_2$  – передаточное отношение понижающей зубчатой передачи ступени коробки скоростей.

Предложенный регулируемый механический привод позволяет работать сразу на нужном интервале скоростей:

$$\frac{n_{дв}}{U_{k_z}} \div \frac{n_{дв}}{D_в U_{k_z}} \text{ об/мин.}$$

При этом число переключаемых на понижающую передачу ступеней коробки скоростей зависит от порядкового номера интервала скоростей:

$$z_c = z - 1, \quad (8)$$

где  $z_c$  – число переключаемых ступеней коробки скоростей.

Каждая ступень коробки скоростей имеет неподвижный блок двух шестерен и подвижный блок двух шестерен. Поэтому при помощи подвижного блока двух шестерен можно будет получить зубчатую передачу с передаточным отношением  $U_1 = 1$ , это будет первая передача, и вторую, понижающую зубчатую передачу с передаточным отношением  $U_2 = D_в$ .

Когда на всех ступенях коробки скоростей включена первая зубчатая передача,

тогда коробка скоростей, не изменяя число оборотов ведущего вала, передает ее ведомому валу. Это ее начальное положение, которое соответствует первому интервалу скоростей.

В качестве примера на рис. 1 показана схема трехинтервального регулируемого механического привода. Он состоит из клиноременного вариатора 1, коробки скоростей 2, муфты 3 и рамы 4.

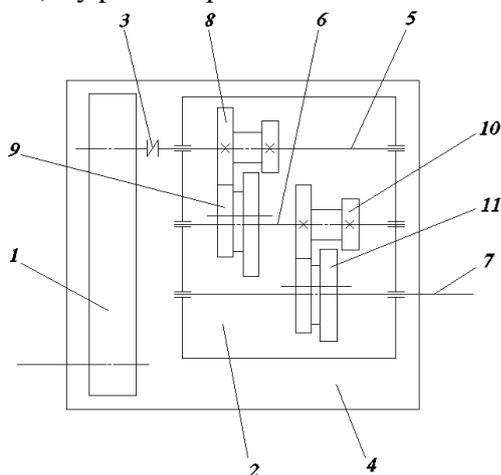


Рис. 1

Ведомый вал вариатора 1 при помощи муфты 3 соединяется с ведущим валом 5 коробки скоростей 2. Коробка скоростей 2 двухступенчатая, имеет ведущий 5, промежуточный 6 и ведомый 7 валы. Ведущий вал 5 имеет неподвижный блок двух шестерен 8. Промежуточный вал 6 имеет подвижный блок двух шестерен 9 и неподвижный блок двух шестерен 10. Ведомый вал 7 имеет подвижный блок двух шестерен 11. Переключая, например, подвижный блок двух шестерен 9, первую ступень переводят на понижающую вторую зубчатую передачу, таким же образом вторую ступень переводят на понижающую передачу.

Порядок синтеза предложенного регулируемого механического привода.

1. Выбор стандартного клиноременного вариатора известным методом. Диапазон регулирования рекомендуется выбрать  $D_v = 3$ , так как с ростом  $D_v$  увеличиваются габариты и стоимость вариатора.

2. Уточняют диапазон изменения числа оборотов главного вала машины.

3. Определяют число регулируемых интервалов скоростей.

4. Устанавливают число ступеней коробки скоростей.

5. Проектируют коробку скоростей стандартным методом.

## ВЫВОДЫ

1. Регулируемый механический привод рекомендуется компоновать путем спаривания клиноременного вариатора с коробкой скоростей.

2. Предложенный регулируемый механический привод позволяет в широком диапазоне бесступенчато регулировать число оборотов вала.

3. Разработана методика синтеза регулируемого механического привода.

4. Предложенный привод позволяет получить нужную скорость вращения вала. Можно его применять в качестве привода как технологических, так и вспомогательных машин.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанова Е.Д., Белопольский А.М. Лабораторный практикум по прядению шерсти. – М.: Легпромиздат, 1989.

2. Инновационный патент №20974. Способ регулирования числа оборотов шпинделя металлорежущего станка/Авторы: Койайдаров Б.А., Койайдаров А.Б.

3. Чернавский С.А., Ицкович Г.М., Киселев В.А. и др. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1976.

## REFERENCES

1. Agadzhanova E.D., Belopol'skiy A.M. Laboratornyy praktikum po pryadeniyu shersti. – M.: Legpromizdat, 1989.

2. Innovatsionnyy patent №20974. Sposob regulirovaniya chisla oborotov shpindelya metallorazhushchego stanka/Avtory: Koyaydarov B.A., Koyaydarov A.B.

3. Chernavskiy S.A., Itskovich G.M., Kiselev V.A. i dr. Proektirovanie mekhanicheskikh peredach. – M.: Mashinostroenie, 1976.

Рекомендована кафедрой механики и машиностроения. Поступила 20.01.20.