

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

---

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ  
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 1 (2024)

---

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

выходит 1 раз в квартал

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания  
№ KZ51VPY00036165

выдано

Министерством информации и общественного развития  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем  
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,  
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

**Подписной индекс – 76129**

<https://doi.org/10.48081/KBNH3045>

**Импакт-фактор РИНЦ – 0,210**

**Импакт-фактор КазБЦ – 0,406**

---

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);  
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);  
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);  
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

**Члены редакционной коллегии:**

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);  
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);  
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);  
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);  
Кажибоева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);

**Зарубежные члены редакционной коллегии:**

Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);  
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);  
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);  
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);  
Magin Lapuerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);  
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);  
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);  
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);  
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);  
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);  
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);  
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);  
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);  
Ребзов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели  
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов  
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

**Р. Т. Сахыбаев, \*Б. А. Койайдаров**

Таразский региональный университет имени

М. Х. Дулати, Республика Казахстан, г. Тараз

\*e-mail: [Sakhybayev@mail.ru](mailto:Sakhybayev@mail.ru)

### **РАЗРАБОТКА КЛИНОРЕМЕННОГО ВАРИАТОРА ДЛЯ МНОГОРЕЖИМНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

*Многорезимные технологические машины имеют сложные кинематические конструкции, например, металлорежущие станки, так как технологические скорости их изменяют, в основном, ступенчато. С целью упрощения кинематических конструкций многорезимных технологических машин рекомендуется использовать ступенчатый и бесступенчатый способы изменения скорости одновременно. Бесступенчатое регулирование скорости выгодно будет осуществлять при помощи клиноремennого вариатора, так как имеет такие существенные преимущества, как простота конструкции, достаточный диапазон регулирования, доступная стоимость, надежность и бесшумность работы. Однако, выпускаемый заводом, существующий клиноремennый вариатор со специальным широким клиновым ремнем имеет такие существенные недостатки, как зависимость диапазона регулирования от ширины ремня, недостаточная долговечность ремня, относительная высокая стоимость специального клинового ремня. В связи с этим, предложен клиноремennый вариатор со стандартным приводным клиновым ремнем для бесступенчатого регулирования рабочих скоростей многорезимных технологических машин. Клиноремennый вариатор снабжен многосекторным шкивом, скомпонованным из отдельных одинаковых секторов стандартного шкива. Диаметр многосекторного шкива изменяют, синхронно перемещая секторы по радиальным направлениям. Определены такие важные характеристики многосекторного шкива, как число секторов, тяговая способность, диаметр, силы нормального давления ремня, необходимые для проектирования вариатора со стандартным клиновым ремнем.*

*Ключевые слова: вариатор, скорость, регулирование, клиновый ремень, сектор, угол, натяжение, нагрузка.*

### Введение

Рабочие скорости многорежимных технологических машин изменяются в различных диапазонах, предусмотренных технологией. При этом, в основном, применяют ступенчатый способ регулирования скорости. Поэтому многорежимные технологические машины имеют сложные кинематические конструкции [1; 2].

В связи с этим, для регулирования скорости рекомендуется одновременно использовать ступенчатый и бесступенчатый способы изменения скорости [3; 4; 5].

Бесступенчатое регулирование скорости более выгодно осуществлять при помощи клиноременного вариатора, так как, он, по сравнению с другими способами, имеет следующие преимущества: простота конструкции; достаточный диапазон регулирования; доступная стоимость; надежность и бесшумность работы [6].

Однако, клиноременный вариатор со специальным широким клиновым ремнем имеет существенные недостатки: зависимость диапазона регулирования от ширины специального клинового ремня; недостаточная долговечность ремня, так как шкивные конусы при регулировании сжимают ремень по ширине; относительно высокая стоимость специального клинового ремня [7; 8].

В связи с этим, для многорежимных технологических машин предложен клиноременный вариатор со стандартным приводным клиновым ремнем [9].

### Материалы и методы

Принципиальная схема предложенного клиноременного вариатора со стандартным приводным клиновым ремнем приведена на рисунке 1: 1-ведущий шкив с постоянным диаметром; 2-стандартный приводной клиновым ремень; 3-сектор ведомого шкива с переменным диаметром.

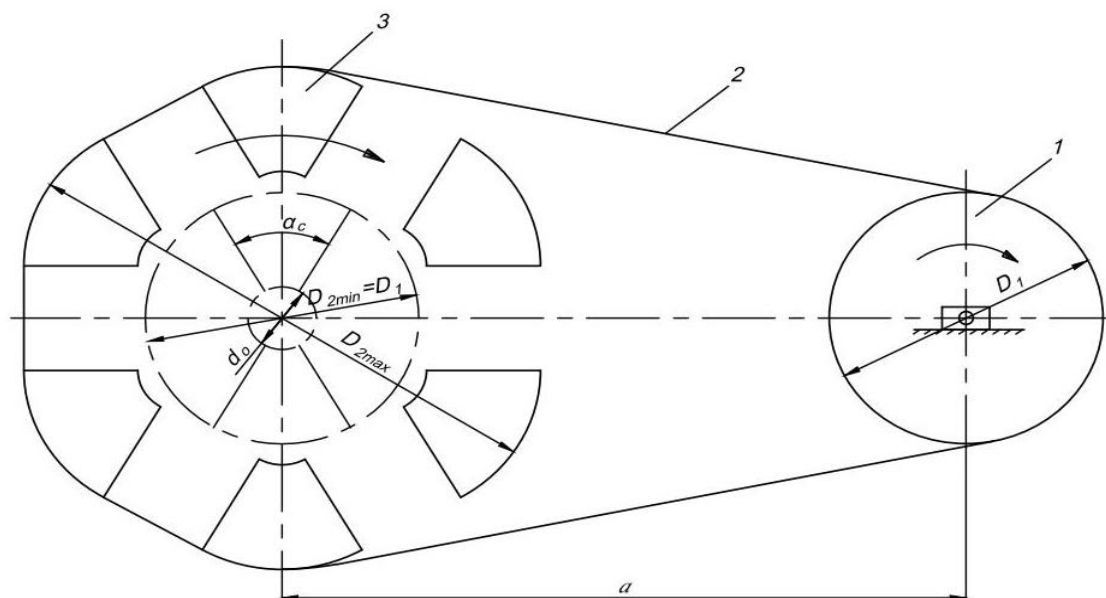


Рисунок 1 – Принципиальная схема клиноременного вариатора со стандартным приводным клиновым ремнем

Преимущества предложенного клиноременного вариатора: работает со стандартным приводным клиновым ремнем; шкивы стандартные; диаметр ведомого шкива можно

изменять до разумного диапазона регулирования вариатора, т. е. до верхнего передаточного отношения клиноременного вариатора.

Недостатки предложенного клиноременного вариатора: наличие механизмов для синхронного перемещения секторов ведомого шкива; сложность конструкции регулируемого шкива из-за секторных механизмов.

При конструировании клиноременного вариатора со стандартным приводным клиновым ремнем и многосекторным шкивом необходимо знать оптимальное число секторов и тяговую способность многосекторного шкива, сил нормального давления клинового ремня на рабочие секторы многосекторного шкива.

Номинальная мощность клиноременного вариатора со стандартным приводным клиновым ремнем и многосекторным шкивом зависит от тяговой способности многосекторного шкива, которая в свою очередь зависит, во-первых, от числа рабочих секторов, взаимодействующих с ремнем, во-вторых, от характера охвата ремнем дуг секторов.

Угол охвата ремнем многосекторного ведомого шкива [10]

$$\alpha_p = z_{cp} \cdot \alpha_c, \quad (1)$$

где:  $\alpha_c$  - угол сектора многосекторного ведомого шкива, град;

$z_{cp}$  - число рабочих секторов, охватываемых ремнем.

Минимальное число рабочих секторов многосекторного ведомого шкива можно определить из условия равенства углов охвата ремнем шкивов:

$$\alpha_p = \alpha_1; z_{cp} \alpha_c = \alpha_1; z_{cp} = \frac{\alpha_1}{\alpha_c}. \quad (2)$$

Это условие выполняется тогда, когда ремень охватывает секторные углы всех рабочих секторов многосекторного ведомого шкива.

Расчетная схема, составленная для определения характера охвата ремнем рабочих секторов многосекторного ведомого шкива, представлена на рисунке 2: 1 – схема деления ведомого шкива на одинаковые секторы; 2 - окружность рабочего диаметра ( $D_2$ ) многосекторного шкива; 3,4 - соседние рабочие секторы многосекторного шкива.

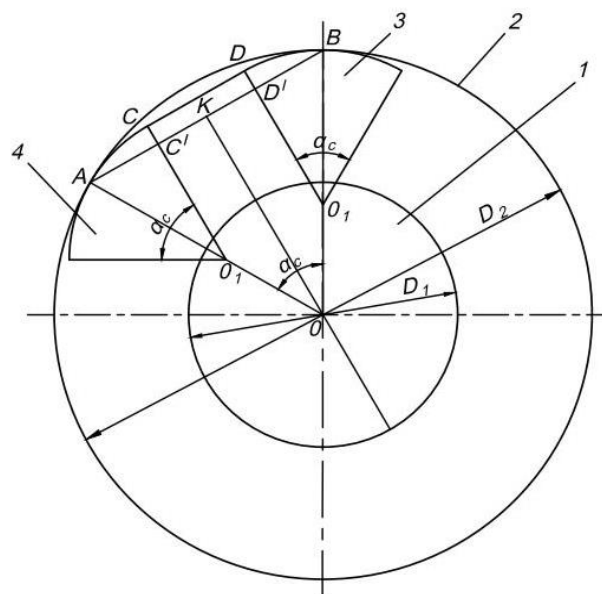


Рисунок 2 – Расчетная схема многосекторного шкива

Для изменения диаметра ведомого шкива синхронно перемещают все секторы многосекторного шкива по радиальным направлениям.

Соединив серединные точки  $A$  и  $B$  дуг соседних секторов (3 и 4) прямой линией  $AB$ , определим положение (линию) натянутого ремня между соседними секторами (рисунок 2).

Если линия  $AB$  расположена внутри соседних секторов (3 и 4), тогда ремень охватывает секторные углы ( $\alpha_c$ ) и натягивается между секторами по линии  $CD$ .

Параметры секторов:  $\alpha_c$  - угол сектора;  $D_1$ - диаметр сектора.

Угловой шаг секторов равен секторному углу

$$\angle AOB = \alpha_c.$$

Треугольник  $OAB$  равнобедренный

$$OA = OB.$$

Линия  $AB$  – хорда диаметральной окружности ( $D_2$ ) многосекторного ведомого шкива

$$AB = 2 \cdot AK.$$

$OKA$  прямоугольный треугольник, так как  $OK \perp AB$ :

$$\frac{AK}{OA} = \sin \frac{\alpha_c}{2}; \quad OA = 0,5 \cdot D_2; \quad AK = 0,5 \cdot D_2 \cdot \sin \frac{\alpha_c}{2},$$

тогда

$$AB = D_2 \cdot \sin \frac{\alpha_c}{2} \quad (3)$$

С увеличением диаметра ( $D_2$ ) многосекторного ведомого шкива, секторы удаляются друг от друга.

Глубина входа линии  $AB$  во внутрь секторов (рисунок 2)

$$CC' = DD' = O_1C - O_1C'$$

$O_1C'A$  прямоугольный треугольник, так как  $O_1C \perp OK$ :

$$\frac{O_1C'}{O_1A} = \cos \frac{\alpha_c}{2}; \quad O_1A = 0,5 \cdot D_1; \quad O_1C = 0,5 \cdot D_1; \quad O_1C' = 0,5 \cdot D_1 \cdot \cos \frac{\alpha_c}{2}.$$

Поэтому

$$CC' = DD' = 0,5 \cdot D_1 - 0,5 \cdot D_1 \cdot \cos \frac{\alpha_c}{2};$$

$$CC' = DD' = 0,5 \cdot D_1 \cdot (1 - \cos \frac{\alpha_c}{2}) \quad (4)$$

Формула (4) показывает, что глубина входа линии  $AB$  во внутрь секторов величина постоянная и не зависит от диаметра ( $D_2$ ) многосекторного ведомого шкива.

Расположение сечения клинового ремня в канавке шкива показано на рисунке 3.

Если, глубина входа линии  $AB$  во внутрь секторов будет больше высоты сечения клинового ремня ниже диаметральной окружности ( $D$ ) шкива, тогда ремень полностью обхватывает канавки секторов:

$$CC' = DD' > h - y_o;$$

с учетом формулы (4)

$$0,5 \cdot D_1 \cdot (1 - \cos \frac{\alpha_c}{2}) > h - y_o \quad (5)$$

здесь  $D_1 \gg h$ , поэтому клиновый ремень всегда будет полностью обхватывать канавки рабочих секторов.

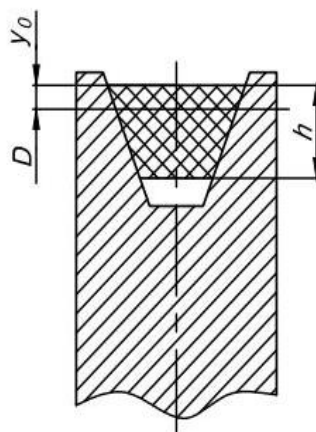


Рисунок 3 – Расположение клинового ремня в канавке шкива

С увеличением передаточного отношения вариатора геометрическая форма многосекторного ведомого шкива изменяется, от круглой формы переходит на правильный многоугольник. При этом секторы образуют углы, а ремень межугловые стороны многоугольника.

С ростом передаточного отношения вариатора длина сторон многоугольника увеличивается.

В связи с этим, число секторов многосекторного ведомого шкива следует выбирать с учетом следующих условий:

1 Форма многосекторного ведомого шкива должна быть правильным многоугольником, близко вписываемый в окружность.

2 Число секторов многосекторного ведомого шкива должно быть четное число, тогда число секторов обхватываемые ремнем будет постоянным, неизменным при вращении шкива.

3 Синхронное радиальное перемещение секторов осуществляются при помощи специальных механизмов, поэтому, с ростом числа секторов растет число механизмов, это усложняет конструкцию многосекторного ведомого шкива.

Правильный многоугольник с четным числом углов, близко вписываемый в окружность – шестиугольник.

Пятиугольник имеет нечетное число углов, а четырехугольник образует квадрат, который плохо вписывается в окружность.

Поэтому, многосекторный ведомый шкив должен иметь шесть одинаковых секторов, это минимальное число

$$z_c=6 .$$

Клиноременный вариатор, в основном, применяют для снижения скорости, поэтому, передаточное отношение вариатора изменяется в интервале



$$U_{\epsilon} = 1 \div U_{\epsilon \max},$$

где  $U_{\epsilon \max} = \frac{D_{2\max}}{D_1}$  - максимальное передаточное отношение вариатора.

Минимальное передаточное отношение вариатора

$$U_{\epsilon \min} = \frac{D_{2\min}}{D_1} = 1.$$

Поэтому, минимальный диаметр многосекторного ведомого шкива равен диаметру ведущего шкива

$$D_{2\min} = D_1.$$

Диаметр ведущего шкива принимают в зависимости от типа сечения клинового ремня и проектной мощности вариатора [5].

### Результаты и обсуждение

Синхронное радиальное перемещение секторов изменяет диаметр многосекторного ведомого шкива

$$D_2 = D_1 + 2 \cdot x, \tag{6}$$

где:  $x$  - радиальное перемещение сектора.

С увеличением диаметра ( $D_2$ ) многосекторного ведомого шкива увеличивается передаточное отношение вариатора

$$U_{\epsilon} = \frac{D_2}{D_1} \tag{7}$$

Многосекторный ведомый шкив снабжается секторными механизмами для синхронного перемещения секторов. При конструировании секторного механизма необходимо знать его рабочую нагрузку. Рабочей нагрузкой секторного механизма является сила нормального давления ремня на сектор.

Силу нормального давления ремня на сектор можно определить из дифференциального уравнение Эйлера [8]

$$dN = S \cdot d\alpha, \tag{8}$$

здесь  $S = S_1 \cdot e^{f\alpha}$  - текущее значение натяжения ремня на ведомом шкиве.

С учетом текущего натяжения ремня на ведомом шкиве дифференциальное уравнение (8) можно записать в виде

$$dN = S_1 \cdot e^{f\alpha} \cdot d\alpha \quad (9)$$

Интегрируя уравнение (9) можно определить силу нормального давления ремня на шкив:

$$\int_0^N dN = \int_0^\alpha S_1 \cdot e^{f\alpha} \cdot d\alpha ;$$

откуда

$$N = \frac{S_1}{f} \cdot e^{f\alpha} - \frac{S_1}{f} ; \quad N = \frac{S_1}{f} \cdot (e^{f\alpha} - 1) \quad (10)$$

Натяжение ведомой ветви ремня [8]

$$S_1 = S_0 - 0,5 \cdot F_t \quad (11)$$

где:  $S_0 = \sigma_0 \cdot A$  - предварительное натяжение ремня, Н;

$\sigma_0 = 1,2 \div 1,5$  Н/мм<sup>2</sup> - напряжение от предварительного натяжения ремня;

$A$  – площадь поперечного сечения клинового ремня, мм<sup>2</sup>;

$F_t$  – окружное усилие шкива (нагрузка передачи), Н.

Сила нормального давления ремня на шкив величина переменная, увеличивается в сторону вращения шкива, т. е. от ведомой ветви ремня к ведущей ветви ремня.

Поэтому на рабочие секторы многосекторного ведомого шкива действуют различные по величине силы нормального давления ремня. Секторный механизм надо рассчитывать на максимальную нагрузку.

Как видно из формулы (10), сила нормального давления ремня на шкив увеличивается с увеличением угла обхвата ( $\alpha$ ) его ремнем. Поэтому, сила нормального давления принимает наибольшее значение при  $\alpha = \alpha_p$

$$N_{\max} = \frac{S_1}{f} (e^{f\alpha_p} - 1) \quad (12)$$

**Выводы**

1 Предложен клиноременный вариатор со стандартным приводным клиновым ремнем и многосекторным ведомым шкивом, диаметр которого изменяется при синхронном перемещении одинаковых секторов по радиальным направлениям.

2 Рекомендуются компоновать многосекторный шкив из шести одинаковых секторов шкива стандартного приводного клинового ремня.

3 При синхронном перемещении секторов геометрическая форма шестисекторного шкива от исходной круглой формы переходит на правильный многоугольник, близко вписываемый в окружность.

4 Число рабочих секторов шестисекторного шкива, взаимодействующих с клиновым ремнем, не изменяется при вращении шкива.

5 Клиновый ремень во всех диаметрах многосекторного шкива полностью обхватывает канавки рабочих секторов.

6 Диаметр многосекторного шкива зависит от диаметра исходного шкива и величины радиального перемещения сектора.

7 Тяговая способность многосекторного шкива достаточна для передачи расчетной нагрузки вариатора.

8 Определена закономерность распределения силы нормального давления ремня на поверхность шкива и ее максимальное значение выбрано как рабочая нагрузка секторного механизма.

9 Изученный многосекторный шкив позволяет конструировать понижающий клиноременный вариатор со стандартным приводным клиновым ремнем.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1 **Podgornyj, Y., Martynova, T., Skeebe, V.** On the issue of limiting the irregular motion of a technological machine within specified limits // *Metal Working and Material Science.* – 24(2). – P. 66–77.

2 **Черпаков, Б. И., Альперович, Т. А.** *Металлорежущие станки : учебник для нач.проф.образования.* – 4-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 368 с.

3 **Койайдаров, Б. А., Койайдаров, А. А., Джакияев, Д. К.** Регулируемый механический привод для технологических машин // *Журнал «Технология текстильной промышленности» (Россия).* – № 3. – 2020. – г. Иванова.

4 **Қойайдаров, Б. А., Сапарова, Н. Ж., Қойайдаров, А. А.** Технологиялық машиналарға реттелетін механикалық жетек // *Журнал «Механика және технологиялар».* – № 2. – 2020.

5 **Койайдаров, Б. А., Койайдаров А. Б.** Способ регулирования числа оборотов шпинделя металлорежущего станка. Инновационный патент № 20998.

6 **Podrigalo, M. et al.** Energy Efficiency of Vehicles with Combined Electromechanical Drive of Driving Wheels. – SAE Technical Paper, 2020. – № 2020-01-2260.

Проектирование механических передач : учеб. пособие для втузов / Чернавский С. А., Снесарёв Г. А., Козинцов Б. С. и др. ; общ. ред. Козинцов Б. С., Козинцова М. Б. – 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Инфра-М, 2013. - 535 с.

7 **Койайдаров, Б. А., Жунисбеков, Т. М., Бекенов, Р. М.** Клиноременный вариатор. Инновационный патент № 21597.

8 **Койайдаров Б. А., Койайдаров А. А., Кошкарбай Ж. К.** Клиноременный вариатор. Инновационный патент № 2116.

9 Детали машин и основы конструирования: Учеб. для вузов / В. В. Гурин, В. М. Замятин, А. М. Попов.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 427 с., ил.

## REFERENCES

1 **Podgornyj, Y., Martynova, T., Skeebe, V.** On the issue of limiting the irregular motion of a technological machine within specified limits // Metal Working and Material Science. – 24(2). – P. 66–77.

2 **Cherpakov B. I., Al'perovich T. A.** Metallorzhushhie stanki : uchebnik dlja nach.prof.obrazovaniya [Metal-cutting machines: a textbook for the beginning prof.education]. – 4th ed., erased. – Moscow : Publishing center «Academy», 2010. – 368 p.

3 **Koiaidarov B. A., Koiaidarov, A. A., Dzhakiyaev, D. K.** Reguliruemyj mehanicheskij privod dlja tehnologicheskikh mashin [Adjustable mechanical drive for process machines] // Zhurnal «Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti (Rossiya)» «[Textile Industry Technology Magazine (Russia)»]. – № 3. – 2020. – Ivanova.

4 **Koiaidarov, B. A., Saparova, N. Zh., Koiaidarov, A. A.** Tehnologijalyq mashinalarga retteletin mehanikalyq zhetek [Adjustable mechanical drive to process machines.] // Zhurnal «Mehanika zhəne tehnologijalar» [«Journal «mechanics and technologies»], № 2, 2020.

5 **Koiaidarov, B. A., Koiaidarov, A. B.** Sposob regulirovaniya chisla oborotov shpindelja metallorzhushhego stanka [A method for regulating the number of revolutions of the spindle of a metal-cutting machine]. Innovation Patent № 20998.

6 **Podrigalo, M. et al.** Energy Efficiency of Vehicles with Combined Electromechanical Drive of Driving Wheels. – SAE Technical Paper, 2020. – № 2020-01-2260.

7 Proektirovanie mehanicheskikh peredach [Design of mechanical gears] : ucheb. posobie dlja vtuzov / Chernavskij S. A., Snesarjov G. A., Kozincov B. S. i dr.; obshh. red. Kozincov B. S., Kozincova M. B. –7-e izd., pererab. i dop. – Moscow : Infra-M, 2013. – 535 p.

8 **Koiaidarov, B. A., Zhunisbekov, T. M., Bekenov, R. M.** Klinoremennyj variator [V-belt variator]. Innovation Patent № 21597.

9 **Koiaidarov B. A., Koiaidarov A. A., Koshqarbai Zh. K.** Klinoremennyj variator [V-belt variator]. Innovation Patent № 2116.

10 Detali mashin i osnovy` konstruirovaniya [Machine parts and design basics]: Ucheb. dlya vuzov / V. V. Gurin, V. M. Zamyatin, A. M. Popov.– Tomsk : Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2010. – 427 p., il.

Поступило в редакцию 13.11.23.

Поступило с исправлениями 13.12.23.

Принято в печать 02.03.24.

**Р. Т. Сахыбаев, \*Б. А. Қойайдаров**

М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Қазақстан Республикасы, Тараз қ.

13.11. 23. ж. баспаға түсті.

13.12.23. ж. түзетулерімен түсті.

02.03.24. ж. басып шығаруға қабылданды.

### **КӨПРЕЖИМДІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МАШИНАЛАРҒА СЫНА БЕЛДІКТІ ВАРИАТОР ҚҰРУ**

*Көпрежимді технологиялық машиналардың кинематикалық құрылысы күрделі, мысалы, металл кесетін станоктар, себебі, оларда технологиялық жылдамдықты, негізінен, сатылап өзгертеді. Көпрежимді технологиялық машиналардың кинематикалық құрылысын жеңілдету мақсатында жылдамдықты сатылап және сатыламай өзгерту әдістерін біруақытта қолдану ұсынылған. Жылдамдықты сатыламай сына белдікті вариатормен атқару тиімді болады, себебі, оның келесідей артықшылықтары бар: құрылысы қарапайым, реттеу арнасы жеткілікті, құны қолжетімді, сенімді және жұмысы шусыз. Бірақ, завод шығаратын, қазіргі, кең енді арнайы сына белдікті вариатордың келесідей кемшіліктері бар: реттеу арнасы сына белдіктің еніне тәуелді, белдік тез тозады, кең енді арнайы сына белдіктің құны жоғары. Осыған байланысты, көпрежимді технологиялық машиналардың жұмысшы жылдамдықтарын сатыламай реттеуге стандартты жетектік сына белдікті вариатор құру ұсынылған. Сына белдікті вариатор, стандартты шкивтің бөлінген бірдей секторларымен құрамдалған, көпсекторлы шкивпен жабдықталған. Көпсекторлы шкивтің диаметрін секторларды радиальды бағыттарға синхронды жылжытумен өзгерту әдісі ұсынылған. Көпсекторлы шкивтің секторлар саны, тарту қабілеті, диаметрі, секторларға белдіктен түсетін қысым күші сияқты маңызды параметрлері анықталған, стандартты жетектік сына белдікті вариаторды жобалауға қажетті.*

*Кілтті сөздер: вариатор, жылдамдық, реттеу, сына белдік, сектор, бұрыш, керілу, жүктеу.*

**R. T. Sakhybayev, \*B. A. Koiaidarov**

Taraz Regional University named after H. Dulati,  
Republic of Kazakhstan, Taraz.

Received 13.11.23.

Received in revised form 13.12.23.

Accepted for publication 02.03.24.

## **DEVELOPMENT OF A V-BELT VARIATOR FOR MULTI-MODE TECHNOLOGICAL MACHINES**

*Multi-mode technological machines have complex kinematic structures, for example, metal-cutting machines, since their technological speeds are changed mainly stepwise. In order to simplify the kinematic designs of multi-mode technological machines, it is recommended to use stepwise and stepless methods of changing the speed simultaneously. Stepless speed control will be advantageous to carry out with the help of a V-belt variator, since it has such significant advantages as simplicity of design, sufficient range of regulation, affordable cost, neediness and noiselessness of operation. However, the existing V-belt variator manufactured by the plant with a special wide V-belt has such significant disadvantages as the dependence of the adjustment range on the belt width, insufficient belt durability, and the relative high cost of a special V-belt. In this regard, a V-belt variator with a standard V-belt drive is proposed for stepless regulation of operating speeds of multi-mode technological machines. The V-belt variator is equipped with a multi-sector pulley composed of separate identical sectors of a standard pulley. The diameter of the multi-sector pulley is changed by synchronously moving the sectors in radial directions. Such important characteristics of a multi-sector pulley as the number of sectors, traction capacity, diameter, and normal belt pressure forces necessary for designing a variator with a standard V-belt are determined.*

*Keywords: variator, speed, regulation, V-belt, sector, angle, tension, load.*

Теруге 18.03.24 ж. жіберілді. Басуға 29.03.24 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Мб RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4203

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

e-mail: [nitk.tou.edu.kz](mailto:nitk.tou.edu.kz)

[www.stk.tou.edu.kz](http://www.stk.tou.edu.kz)