

УДК 689.053.754

А.Г. СЕМИН, Д.В. КОРНЕЕНКО, А.Г. КИРИЛЛОВ, Н.И. МИХЕЕВА

Витебский государственный технологический университет

**ДВУХКРИВОШИПНЫЙ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫЙ НИТЕПРЯГИВАТЕЛЬ  
ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ**

*В статье приведены результаты исследования двухкривошипного нитепротягивателя швейной машины, позволяющего обеспечить диаграмму подачи нитки, близкую к диаграмме потребления. Показаны технологические и динамические преимущества предложенного механизма по сравнению с кривошипно-коромысловым. Даны рекомендации по уравниванию механизма.*

**Ключевые слова:** двухкривошипный механизм, нитепротягиватель, диаграмма подачи нитки.

Самым распространенным нитепротягивателем швейной машины является кривошипно-коромысловый как наиболее надежный механизм. Одним из существенных его недостатков является значительный избыток нитки в процессе образования стежка, способствующий ее обрывности. Диаграмма подачи нитки этим нитепротягивателем значительно отличается от диаграммы потребления. Для сближения этих диаграмм необходимо разработать такой механизм, у которого нитеподающий элемент имел бы некоторую остановку в момент образования петли-напуска у иглы. Таким механизмом может служить двухкривошипный четырехзвенник OABC [1] (см. рис. 1), у которого шатун выполнен в виде двухплечевого рычага ABD, а в точке D закреплен нитеподающий палец. При вращении кривошипов OA и AB точка D движется по замкнутой самопересекающейся кривой, наличие небольшой петли у которой позволяет получить приближенную остановку нитки во время образования петли-напуска. Как и у других нитепротягивателей, в рассматриваемом механизме движение нитеподающего элемента вниз происходит в два раза медленнее, чем движение вверх, что необходимо для устранения повторного захвата нитки челноком.

Для разработки нового нитепротягивателя были проведены многочисленные исследования двухкривошипных четырехзвенников с целью определения влияния длин звеньев на неравномерность вращения выходного кривошипа. Результаты исследований показали, что наибольшее влияние на неравномерность вращения оказывает длина стойки. С увеличением длины стойки неравномерность вращения возрастает. Из множества вариантов четырехзвенников был выбран механизм с длинами звеньев: OA=30 мм, AB = 30 мм, BC = 19 мм, OC = 9 мм. Место расположения точки D на шатуне влияет на характер диаграммы подачи нитки. Изменяя угол  $\beta$  и длину BD, можно приспособить механизм для любой швейной машины. В рассматриваемом случае  $\beta = 90^\circ$ , BD = 52 мм.

**Объект и методы исследования**

Объектом исследования является двухкривошипный механизм нитепротягивателя. Методами исследования являются методы аналитического расчета кинематических и силовых параметров механизма, реализованных с помощью оригинального САПР, использующего библиотеки расчета групп Ассура, разработанных в УО «ВГТУ». Для расчета и построения траектории глазка нитепротягивателя и анимации механизма использовалась программа на языке Action Script. Для силового анализа механизма и оценки технологических и динамических качеств нового механизма были проведены аналитические исследования с использованием среды разработки CodeGear Studio.

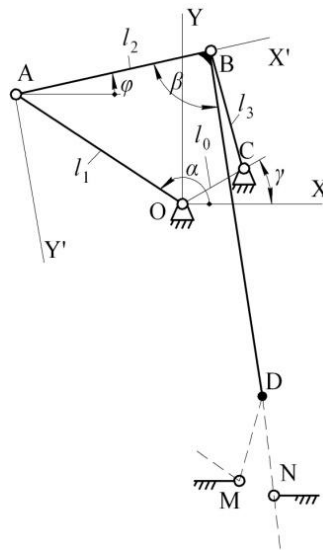


Рис. 1. Двухкривошипный четырехзвенный нитепритягиватель

**Постановка задачи**

В задачу исследования входило: 1) построение графика подачи и выбора игольной нитки и его характеристика с точки зрения требований технологического процесса; 2) определение реакций в шарнирах и оценка динамики механизма в сравнении с кривошипно-коромысловым нитепритягивателем; 3) попытка уравновешивания нитепритягивателя с целью уменьшения реакций в шарнирах и снижении шума.

**Объекты и их обсуждение**

Для построения диаграммы подачи и выбора нитки необходимо найти ее длину на участке MDN (рис. 1). С этой целью определяем координаты точки D следующим образом. Вычислим угол  $\varphi$  наклона шатуна в неподвижной системе отсчета X-Y [2]

$$\varphi = \arctg \frac{l_1 \sin(\alpha - \gamma)}{l_1 \cos(\alpha - \gamma) - l_0} + \arccos \frac{l_0 + l_1 + l_2 - l_3 - 2l_0 l_1 \cos(\alpha - \gamma)}{2l_0 l_1 \sqrt{l_0^2 + l_1^2 - 2l_0 l_1 \cos(\alpha - \gamma)}}. \quad (1)$$

Здесь  $l_0, l_1, l_2, l_3$  – длины звеньев,  $\alpha$  – угол поворота входного кривошипа,  $\gamma$  – угол наклона стойки.

Тогда координаты точки D будут

$$\begin{aligned} x_D &= l_1 \cos(\alpha - \gamma) + x'_D \cdot \cos \varphi + y'_D \cdot \sin \varphi; \\ y_D &= l_1 \sin(\alpha - \gamma) + x'_D \cdot \sin \varphi - y'_D \cdot \cos \varphi. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь  $x'_D, y'_D$  – координаты точки D в подвижной системе, связанной с шатуном. Эти координаты определяются по формулам

$$\begin{aligned} x'_D &= l_2 - l'_2 \cdot \cos \beta; \\ y'_D &= l_2 - l'_2 \cdot \sin \beta, \end{aligned} \quad (3)$$

где  $l'_2$  – длина плеча BD.

Длина нитки на участке MDN составит

$$L = \sqrt{(x_M - x_D)^2 + (y_M - y_D)^2} + \sqrt{(x_N - x_D)^2 + (y_N - y_D)^2}. \quad (4)$$

Буквами *M* и *N* отмечены неподвижные нитенаправители.

На рис. 2 представлены кривые: 1 – потребления нитки, 2 – подачи игольной нитки новым нитепритягивателем, 3 – подачи нитки кривошипно-коромысловым механизмом.

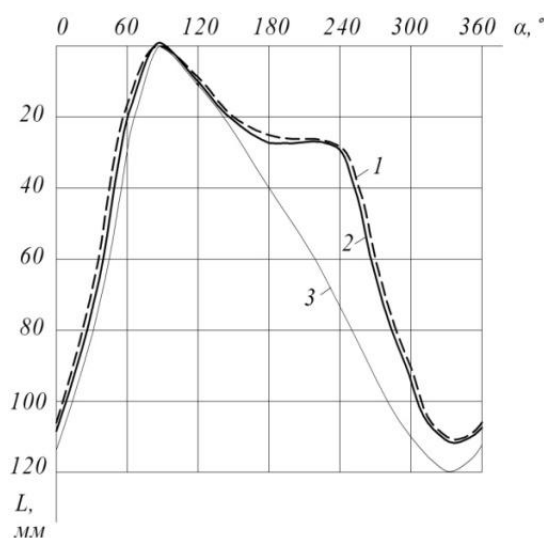


Рис. 2. Кривые подачи и потребления нитки

Анализ кривых позволяет сделать вывод, что предлагаемый механизм обеспечивает почти идеальную подачу нитки игле и челноку, то есть диаграмма подачи незначительно отличается от диаграммы потребления. Если у двухкривошипного нитепритягивателя избыток нитки не превышает 7 мм, то у кривошипно-коромыслового он достигает 37 мм. Это означает, что новый механизм характеризуется лучшей динамикой движения нитки и, как следствие, меньшей обрывностью.

Для определения реакций в шарнирах был проведен кинето-статический анализ, определены динамические параметры звеньев, которые имеют следующие значения: массы шатуна и выходного кривошипа  $m_2 = 6,3$  г,  $m_3 = 8,3$  г, их моменты инерции относительно центральных осей  $I_{S_2} = 5,1 \cdot 10^{-6}$  кг·м<sup>2</sup>,  $I_{S_3} = 2,5 \cdot 10^{-6}$  кг·м<sup>2</sup>. Расчеты проводились при частоте вращения главного вала машины  $n = 5000$  об/мин.

Проведен кинематический анализ – найдены скорости и ускорения центров масс, угловые скорости и ускорения звеньев, силы инерции и моменты сил инерции звеньев. При силовом анализе структурной группы не учитывались силы тяжести, силы трения и технологические усилия.

Графики изменения реакций в шарнирах А, В и С показаны на рисунке 3, из которого видно, что наиболее нагруженным является шарнир С, в нем реакция достигает величины 120 Н. Для сравнения приведем максимальное значение усилия в этом шарнире у кривошипно-коромыслового механизма – оно равно 190 Н.

Были сделаны расчеты по определению коэффициента износа шарниров. Оказалось, что среднее значение этого коэффициента у двухкривошипного нитепритягивателя более чем в два раза меньше, чем у кривошипно-коромыслового. Это говорит о том, что новый механизм имеет больший срок службы, чем кривошипно-коромысловый.

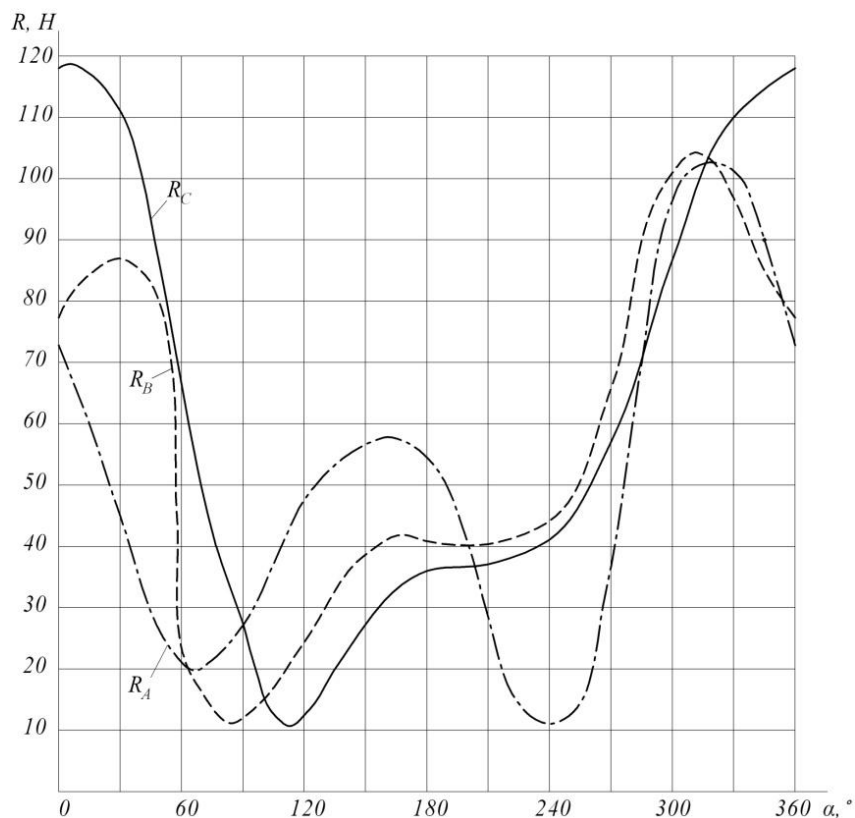


Рис. 3. Графики изменения реакций в шарнирах механизма нитепритягивателя

В отношении уравнивания механизма было выявлено следующее. Известно, что уравнивание проводится с целью уменьшения нагрузок на неподвижные шарниры для снижения вибрации и шума. В литературе предлагаются несколько вариантов уравнивания шарнирного четырехзвенника. По одному из них к шатуну присоединяется груз таким образом, чтобы общий центр масс шатуна и груза находился в шарнире В. Затем к выходному кривошипу добавляют груз с таким расчетом, чтобы центр масс шатуна с грузом и выходного кривошипа с грузом совпадал с неподвижным шарниром С. Поэтому при движении механизма центр масс структурной группы будет неподвижен и сила инерции группы будет равна нулю. Таким образом мы уменьшаем реакцию в неподвижном шарнире. Но надо иметь в виду, что при этом остаются неуравновешенными моменты сил инерции звеньев, которые при увеличении масс значительно возрастают и реакции в шарнирах также увеличиваются. В результате реакции в шарнирах стойки после уравнивания вибрацию и шум не снижают. Целесообразно уравновесить только входной кривошип, совершающий равномерное вращательное движение. Увеличение нагрузок на механизм приводит к возрастанию потребляемой мощности.

Так как игла и нитепритягиватель приводятся в движение от кривошипов, закрепленных на главном валу машины, то уравнивать два кривошипа следует одной массой, форма и размеры которой должны быть определены дополнительными расчетами.

#### **Выводы**

Доказаны технологическое и динамическое преимущества предложенного двухкривошипного четырехзвенного нитепритягивателя швейной машины по сравнению с наиболее распространенным кривошипно-коромысловым.

## Список использованной литературы

1. Устройство для подачи нитки швейной машины / А.З. Козлов, А.Г. Семин, М.С. Носов // Патент № 1758117, Национальный центр интеллектуальной собственности, заявка № 4875151, зарегистрирована 26 августа 1993 г.

2. Теория механизмов и машин : учебн. для вузов / [К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Мусатов и др.]; под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. школа, 1987. – 496 с.

Стаття надійшла до редакції / Article received: 04.09.2013

**Двокривошипний чотириланковий ниткопритягувач швейної машини**

Семін А.Г., Корнеєнко Д.В., Кирилов А.Г., Міхеева Н.І.

*Вітебський державний технологічний університет*

У статті наведені результати дослідження двокривошипного ниткопритягувача швейної машини, що дозволяє забезпечити діаграму подачі нитки, близьку до діаграми споживання. Показано технологічні й динамічні переваги запропонованого механізму в порівнянні із кривошипно-коромисловим. Дано рекомендації зі зрівноважування механізму.

**Ключові слова:** двокривошипний механізм, ниткопритягувач, діаграма подачі нитки.

**Double-rank four-link thread take-up unit for the sewing machine**

Semin A., Korneenko D., Kirillov A., Mikheyeva N.

*Vitebsk State Technological University*

The article discovers the results of evaluation of double-rank four-link thread take-up unit for the sewing machine which allows to provide the diagram of taking up the tread, close to the diagram of thread consumption. Here the technologic and dynamics advantages of proposed mechanism are shown in comparison with the crank-and-rocker mechanism. The article also gives recommendations for mechanism leveling.

**Keywords:** double-rank mechanism, thread take-up, take-up diagram.

УДК 685.34.055.4

К.В. МАСЛЕННИКОВ, Б.С. СУНКУЕВ

*Витебский государственный технологический университет*

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИИ СБОРКИ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШВЕЙНЫХ ПОЛУАВТОМАТОВ  
ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В статье приведен анализ производительности операции сборки заготовок верха обуви при помощи автоматизированной технологии с использованием швейных полуавтоматов отечественного производства. Определено влияние различных факторов на производительность операции, даны рекомендации по оптимизации факторов.*

**Ключевые слова:** производительность, сборка, заготовка верха обуви, швейный полуавтомат.

В статье [1] дано краткое описание парка швейных полуавтоматов, разработанных кафедрой машин и аппаратов легкой промышленности (МАЛП) УО «Витебский государственный технологический университет». Там же дана классификационная модель факторов, влияющих на производительность операции пристрачивания аппликаций на заготовки верха обуви. В случае сборки верха обуви эта классификационная модель имеет свои особенности, которые требуется обозначить.