

**РАЗРАБОТКА НАПРАВЛЕНИЙ МОДЕРНИЗАЦИИ БАТАННОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА
СТБРМС-100 НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Д.А. Морозов, А.А. Тувин

Даниил Анатольевич Морозов, Александр Алексеевич Тувин*
Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Россия. 153000, Ивановская область, г. Иваново, пр. Шереметевский, 21.
Email: prostotak.2222@mail.ru, tuvin1958@mail.ru*

В статье рассмотрены вопросы модернизации батанного механизма металлотакацкого станка СТБРМС-100 с целью снижения динамических нагрузок. Проведен параметрический анализ влияния геометрических параметров звеньев механизма на максимальную динамическую нагрузку $R_{\max}$ и силу $P_{\text{пр}}$. Установлено, что параметр l_{s1} (расстояние от шарнира до центра масс толкателя) оказывает наиболее значительное влияние. При его изменении от 0.025 мм до 0.140 мм величина $R_{\max}$ снижается на 50% (с 36877.3 Н до 18455.9 Н). Предложен диапазон оптимальных значений l_{s1} для снижения динамических нагрузок.

Ключевые слова: батанный механизм, динамическая нагрузка, параметрический анализ, модернизация, ткацкий станок

**DEVELOPMENT OF DIRECTIONS FOR MODERNIZING THE BALT MECHANISM
OF THE STBRMS-100 MACHINE BASED ON PARAMETRIC ANALYSIS**

D.A. Morozov, A.A. Tuvin

Daniil Anatolyevich Morozov, Alexander Alekseevich Tuvin *
Ivanovo State Polytechnic University,
г. Ivanovo, Russia. 153000, Ivanovo region, Ivanovo, Sheremetevsky Ave., 21.
Email: prostotak.2222@mail.ru, tuvin1958@mail.ru*

The article deals with the modernization of the batten mechanism of the metal weaving machine STBRMS-100 in order to reduce dynamic loads. A parametric analysis of the influence of geometric parameters of the mechanism links on the maximum dynamic load $R_{\max}$ and the force P_{pr} is carried out. It is established that the parameter l_{s1} (the distance from the hinge to the center of mass of the pusher) has the most significant influence. When it changes from 0.02532 mm to 0.140 mm, the $R_{\max}$ value decreases by 50% (from 36877.3 N to 18455.9 N). The range of optimal values of l_{s1} for reducing dynamic loads is proposed.

Keywords: batten mechanism, dynamic load, parametric analysis, modernization, weaving machine

Для цитирования:

Морозов Д.А., Тувин А.А. Разработка направлений модернизации батанного механизма станка СТБРМС-100 на основе параметрического анализа. *Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение*. 2026. № 2. С. 112-115. DOI: 10.6060/snt.20268602.13

For citation:

Morozov D.A., Tuvin A.A. Development of directions for modernization of the drum mechanism of the STBRMS-100 machine based on parametric analysis. *Modern high technology. Regional application*. 2026. N 2. P. 112-115. DOI: 10.6060/snt.20268602.13

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К МОДЕРНИЗАЦИИ
ТКАЦКИХ СТАНКОВ

Повышение производительности, надежности и качества выпускаемой продукции является ключевой задачей модернизации ткацкого оборудования. В условиях растущей конкуренции и требований к энергоэффективности актуальными становятся решения, направленные не на замену станков, а на их глубокую техническую модернизацию. Модернизацию ткацких станков можно условно разделить на три основных направления:

Электрическая и цифровая модернизация: замена систем управления, внедрение частотных преобразователей, датчиков и систем автоматического контроля качества, что позволяет повысить точность и гибкость управления технологическим процессом.

Конструкционная и материаловая модернизация: применение современных композитных материалов, легких сплавов или специальных покрытий для ключевых деталей с целью снижения массы, инерционных нагрузок и износа.

Параметрическая модернизация: наиболее фундаментальный подход, заключающийся в пересмотре и улучшении геометрических и массовых параметров звеньев исполнительных механизмов для целенаправленного снижения пере-

менных динамических нагрузок, вибраций и неравномерности хода [1-4]. Именно к этому направлению относится данная работа.

Батанный механизм, ответственный за подвод и уплотнение уточной нити к опушке ткани, является одним из наиболее нагруженных узлов станка. Динамические нагрузки, возникающие в его кинематических парах, напрямую влияют на уровень шума, вибраций, ресурс работы и износ деталей и, как следствие, на надежность всего станка [5]. Поэтому установление рациональных значений его массовых и инерционных характеристик представляет значительный практический интерес.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ МОДЕРНИЗАЦИИ
И МЕТОД АНАЛИЗА

В рамках параметрической модернизации на первом этапе в качестве параметров оптимизации выбраны геометрические характеристики, определяющих положение центров масс звеньев (рис. 1):

l_{s1} – расстояние от шарнира O_1 до центра масс S_1 звена 1 (толкатель), координируется углом β_{s1} ;

l_{s2} – расстояние от шарнира A до центра масс S_2 звена 2 (шатун);

l_{s3} – расстояние от шарнира O_2 до центра масс S_3 звена 3 (лопасть батана), координируется углом β_{s3} .

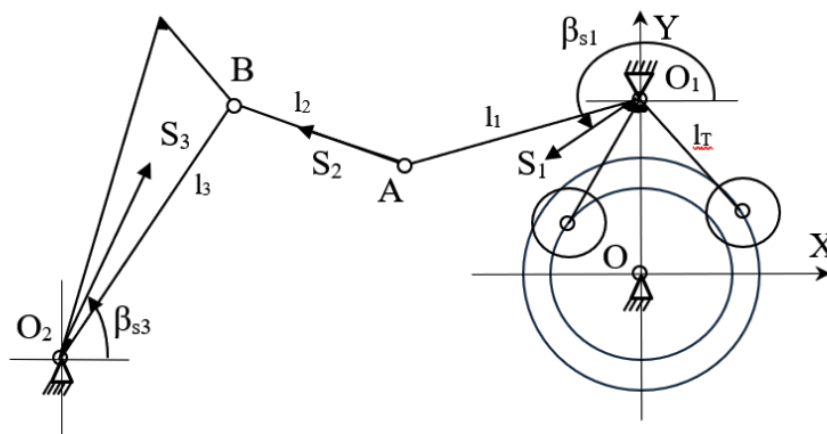


Рис. 1. Схема четырехзвенного батанного механизма
Fig.1. Scheme of a four-link drum mechanism

Изменение этих параметров в допустимых конструктивных пределах позволяет управлять инерционными силами и моментами сил инерции, перераспределяя динамические нагрузки в кинематических парах механизма. Для количественной оценки влияния варьируемых параметров была разработана математическая модель и программа силового анализа механизма. При этом контролировались максимальные реакции $R_{\max}$ в кинемати-

ческих парах O_1 , A и O_2 звеньев 1, 2 и 3 соответственно и приведённая сила P_{pr} механизма.

Анализ проводился путем последовательного варьирования каждого параметра в конструктивном возможном диапазоне при фиксированных значениях остальных параметров. Исходными (базовыми) значениями для станка СТБРМС-100 были приняты: $l_{s1} = 0.025$ мм, $\beta_{s1} = 11,35^\circ$, $l_{s2} = 0.09$ мм, $l_{s3} = 0.408$ мм, $\beta_{s3} = 5,33^\circ$. Расчеты выполнялись с

использованием математических методов и программного обеспечения, описанных в работах [6, 7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Исследование влияния параметра ls_1

Анализ показал сильное нелинейное влияние данного параметра.

При увеличении ls_1 с 0.025 мм до 0.140 мм наблюдается значительное снижение R_{max} в шарнире O_1 до 50% – с 36877.3 Н до 18455.9 Н. Сила P_{pr} при этом уменьшается незначительно – с 28730.5 Н до 27874.8 Н (на 3%), достигая минимума 22481.1 Н при $ls_1 = 0.090$ мм (снижение на 22%).

Дальнейший рост ls_1 приводит к резкому увеличению обоих значений: при $ls_1 = 0.220$ мм величина $R_{max} = 46946.2$ Н, что на 27% превышает исходное значение, а P_{pr} возрастает на 90%, достигая 54471.6 Н.

Уменьшение ls_1 оказывает пренебрежимо малое влияние на R_{max} (при $ls_1 = 0.005$ мм $R_{max} = 36697.2$ Н, изменение менее 0.5%), но несколько увеличивает P_{pr} (до 29284.2 Н, рост +2%).

Параметр ls_1 является наиболее эффективным для оптимизации. Для значительного снижения R_{max} (на 30–50%) это параметр следует удерживать в диапазоне 0.07–0.14 мм.

Исследование влияния параметра ls_2

Изменение данного параметра оказывает небольшое влияние на силовые характеристики механизма.

Варьирование ls_2 в диапазоне 0.001–0.18 мм приводит к изменению R_{max} от 22878.6 Н до 23376.9 Н при исходном значении 23091.5 Н. Колебания составляют не более $\pm 1.2\%$. Сила P_{pr} изменяется в пределах 28710.8–29265.6 Н (исходное значение 28730.5 Н), то есть не более +1.9% при уменьшении ls_2 .

Параметр ls_2 практически не влияет на динамические нагрузки. Его выбор должен определяться исключительно конструктивными и технологическими соображениями.

Исследование влияния параметра ls_3

Влияние данного параметра в практически реализуемом диапазоне значений крайне мало.

В диапазоне от 0.001 мм до 0.630 мм изменения R_{max} (22241.8–22254.7 Н) и P_{pr} (28730.5–

28744.2 Н) не превышают $\pm 0.1\%$ от исходных значений.

Параметр ls_3 практически не влияет на динамические нагрузки. Его выбор должен определяться исключительно конструктивными и технологическими соображениями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный параметрический анализ позволил количественно оценить влияние геометрических параметров звеньев на динамику батанного механизма и обосновать конкретные пути его модернизации. Установлено, что решающее влияние на пиковые нагрузки оказывает параметр ls_1 – расстояние от шарнира O_1 до центра масс S_1 звена 1. Его оптимизация является примером целенаправленной параметрической модернизации, не требующей кардинальных изменений конструкции или применения дорогостоящих материалов. Смещение центра масс толкателя из исходного положения (0.025 мм) в диапазон 0.10–0.14 мм позволяет снизить максимальную динамическую нагрузку R_{max} на 40–50% (до 18455.9–22126.4 Н) при несущественном изменении приведенной силы P_{pr} . Это напрямую ведет к снижению вибраций и шума, повышению усталостной долговечности звеньев, шарниров и подшипниковых узлов, а в конечном итоге – к росту надежности и межремонтного периода станка.

Параметры ls_2 (шатун) и ls_3 (лопасть батана) могут быть оставлены близкими к исходным значениям, так как их влияние на динамические нагрузки незначительно.

Таким образом, предложенная параметрическая модернизация, заключающаяся в целенаправленной корректировке параметра ls_1 , является целесообразной и достаточно просто реализуемой на практике способом снижения динамических нагрузок, возникающих при работе батанного механизма ткацкого станка СТБМС-100.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коритыцкий Я.И. Динамика упругих систем текстильных машин. Москва: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 272 с.
2. Скрехин А.П., Жукова Е.А., Тувин А.А. Обоснование выбора закона движения толкателя кулачкового привода исполнительных механизмов ткацких станков типа СТБ. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2021. № 3(67). С. 94–97.

REFERENCES

1. Koritytsky J.I. Dynamics of elastic systems of textile machines. Moscow: Light and food industry, 1982. 272 p.
2. Skrekhin A.P., Zhukova E.A., Tuvin A.A. Justification for the choice of the law of motion of the pusher of the cam drive of the actuators of weaving machines of the STB type. *Modern high technology. Regional application*. 2021. N 3(67). P. 94-97.
3. Samoilov D.K., Tuvin A.A. Development of a dynamic model of the mechanical system machine - electric motor for

3. **Самойлов Д.К., Тувин А.А.** Разработка динамической модели механической системы станок – электродвигатель для металлорежущих станков типа СТР. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2024. № 1(77). С. 91–94.
4. **Самойлов Д.К., Тувин А.А.** Определение закона изменения угловой скорости главного вала ткацких станков специального назначения типа СТР. *Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение*. 2025. № 1(81). С. 118–121.
5. **Вульфсон И.И.** Колебания машин с механизмами циклового действия. Л.: Машиностроение, 1990. 309 с.
6. **Тувин А.А., Смирнов А.Н., Бонокин В.В., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А., Селезнев С.В.** Кинематический и динамический анализ плоских рычажных механизмов: учебное пособие. Иваново: Издательство Ивановского государственного политехнического университета, 2017. 112 с.
7. **Тувин А.А., Шляпугин Р.В., Пирогов Д.А.** Автоматизированный расчет кулачково-стержневых механизмов: учебное пособие. Иваново: Издательство Ивановского государственного политехнического университета, 2018. 224 с.
- metal looms of the STR type. *Modern high technology. Regional application*. 2024. N 1(77). P. 91-94.
4. **Samoilov D.K., Tuvin A.A.** Determination of the law of change in the angular velocity of the main shaft of special-purpose weaving machines of the STR type. *Modern high technology. Regional application*. 2025. N 1(81). P. 118-121.
5. **Vulfson I.I.** Vibrations of the machines with the mechanisms of the cyclic action. L.: Mashinostroenie, 1990. 309 p.
6. **Tuvin A.A., Smirnov A.N., Bonokin V.V., Shlyapugin R.V., Pirogov D.A., Seleznev S.V.** Kinematic and dynamic analysis of flat lever mechanisms: a textbook. Ivanovo: Publishing house of Ivanovo State Polytechnic University, 2017. 112 p.
7. **Tuvin A.A., Shlyapugin R.V., Pirogov D.A.** Automated calculation of cam-rod mechanisms: tutorial. Ivanovo: Publishing house of Ivanovo State Polytechnic University, 2018. 224 p.

Поступила в редакцию 29.12.2026
Принята к опубликованию 18.05.2026

Received 29.12.2026
Accepted 18.05.2026