

УДК: 621.01

EDN: [POAOFN](https://oajmist.com)

DOI: <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2023-3-1-0101-0111>



Экспериментальное исследование стальных поясов междупильных прокладок лентерной машины на растяжение

Д.М. Мухаммадиев, Ф.Х. Ибрагимов, О.Х. Абзоиров, Б.Х. Примов,
Л.Ю. Жамолова

*Институт механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики
Узбекистан, Ташкент, Узбекистан*

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментального исследования стальных сварных поясов междупильных прокладок лентерной машины 5ЛП на растяжение. Для определения практической устойчивости сварных стальных поясов (СтЗ) междупильных прокладок лентерной машины 5 ЛП на растяжение использована универсальная испытательная машина WAW-1000D. Анализ результатов экспериментальных исследований по изучению сварных стальных поясов междупильных прокладок с толщиной 1,5 мм и 2 мм с использованием электродуговой сварки и кемпи показал что, для растяжения сварных поясов до 5 мм, необходимо 2820 Н для образца 1,5 мм при электродуговой сварке, и при кемпи 2900 Н, а для образца 2 мм 3260 Н при электродуговой и 4440 Н для сварки кемпи. Результаты исследований сварных поясов на растяжение позволяют использовать при сварке стальных поясов прокладок как электродуговую, так и кемпи технологию. При этом предпочтение отводится электродуговой технологии сварки поясов стальных прокладок в среде углекислого газа – кемпи, так как при ней обеспечивается минимальное тепловое напряжение в зоне сварки.

Ключевые слова: лентерная машина, пильный цилиндр, междупильная прокладка, сварной стальной пояс, сталь 3, электродуговая сварка, кемпи, напряжение, сила растяжения, растяжение, деформация.

Для цитирования: Мухаммадиев, Д., Ибрагимов, Ф., Абзоиров, О., Примов, Б., & Жамолова, Л. (2022). Экспериментальное исследование стальных поясов междупильных прокладок лентерной машины на растяжение. Современные инновации, системы и технологии - Modern Innovations, Systems and Technologies, 3(1), 0101–0111. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2023-3-1-0101-0111>

Experimental tensile testing of steel belts for linter machine gaskets

D.M. Mukhammadiev, F.Kh. Ibragimov, O.Kh. Abzoirov, B.Kh. Primov,
L.Yu. Zhamolova

Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. The article presents the results of an experimental study of steel welded belts between saw blades of a 5LP linter machine under tension. The WAW-1000D universal testing machine was used to determine the practical tensile strength of welded steel belts (St3) between the saw blades of the 5 LP linter machine. Analysis of the results of experimental studies of welded steel belts between saw blades with a thickness of 1.5 mm and 2 mm using electric arc welding and kempi – showed that, in order to stretch welded belts up to 5 mm, 2820 N is necessary for a sample of 1.5 mm under arc welding and kempi 2900 N, and for a sample of 2 mm, it is necessary 3260 N for electric arc and 4440 N for kempi welding. The results of studies of welded belts under tension make it possible to use gaskets of electric arc and kempi, when welding steel belts. The preference is given to the technology of welding belts of steel gaskets using an electric arc in a carbon dioxide environment - kempi since it provides a minimum thermal stress in the welding zone.

Keywords: linter machine, saw cylinder, saw gasket, welded steel belt, St3, electric arc welding, kempi, stress, tensile force, tension, deformation.

For citation: Mukhammadiev, D., Ibragimov, F., Abzoirov, O., Primov, B., & Zhamolova, L. (2022). Experimental tensile testing of steel belts for linter machine gaskets. Modern Innovations, Systems and Technologies, 3(1), 0101–0111. <https://doi.org/10.47813/2782-2818-2023-3-1-0101-0111>

ВВЕДЕНИЕ

В существующих пильных цилиндрах хлопкоочистительных машин применяют прокладки из алюминия АК5М2 (рисунок 1а), установленные на вал по всей длине между пильными дисками [1]. Однако, эксплуатация существующих линтерных машин показала, что конструкция пильных цилиндров и колосниковых решеток не обеспечивает необходимую точность сборки для захода пильных дисков в колосниковую щель [2-4].

При этом сборка колосниковых решеток чрезвычайно сложна и требует большой точности установки. Существующий принцип сборки колосниковых решеток по способу индивидуальной пригонки вытекает из-за нерешенности вопросов точности, нетехнологичности конструкции колосниковой решетки и ее сборочных единиц [5].

Причиной низкой надежности колосниковой решетки линтерных машин является ускоренный износ колосников, приводящий к механическим повреждениям и преждевременному выходу опушенных семян из рабочей камеры линтерной машины.

Для устранения указанных недостатков необходимо выявлять причины низкой надежности пильно-колосниковой системы и разрабатывать новые конструкции, позволяющие повысить работоспособность хлопкоочистительных машин с сохранением

качества продукции и снижением его себестоимости. Кроме того, большая часть колосников изнашивается от непосредственного касания пил из-за их короблённости и погрешности сборки пыльного цилиндра [2, 5], что приводит к увеличению межколосникового зазора в рабочей зоне и нарушению процесса линтерования.

При сборке пыльного цилиндра линтерной машины технологические зазоры между пыльными дисками колеблются в широких пределах. В результате пыльные диски оказывают дополнительное боковое давление на колосник, что приводит к поврежденности семян и линта, а также интенсивному износу колосников [2].

Для избегания вышеуказанных недостатков пыльного цилиндра линтерной машины существуют следующие конструктивные и технологические решения [6]:

- снижение веса междупилльной прокладки за счет того, что в диске между наружным и внутренним диаметрами выполнены сквозные отверстия;
- обеспечение балансировки междупилльной прокладки за счет того, что два соседних отверстия на диске, находящиеся в диаметрально противоположной стороне от сварных швов, выполнены с уменьшенным размером;
- обеспечение координации пыльных дисков на пыльном цилиндре за счет того, что во внутреннее отверстие диска установлен второй пояс с отверстиями;
- обеспечение жесткости крепления междупилльных прокладок в пыльном цилиндре за счет того, что во внутренней поверхности диска, на диаметрально противоположной стороне от сварного шва выполнен выступ в виде прямобоочной шлицы с возможностью захода выступа в отверстие второго пояса и в паз вала пыльного цилиндра (рисунок 1 б).

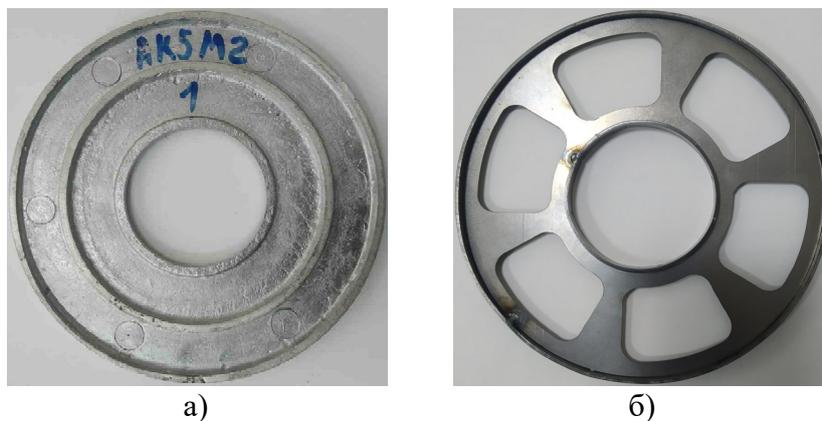


Рисунок 1. Образцы прокладок: а – АК5М2; б – Сталь 3.

Figure 1. Samples of gaskets: a - AK5M2; b - Steel 3.

При изготовлении рекомендуемых прокладок используются стальные пояса, которые образует внутренние и наружные отверстия новой конструкции стальной прокладки. Для образования этих отверстий круговые пояса концов стальных листов в виде лент приваривают. Поэтому возникает необходимость проводить испытания на их растяжение.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В стандарте ГОСТ 6996-66 - Сварные соединения. Методы определения механических свойств устанавливаются методы определения механических свойств сварного соединения в целом и его отдельных участков, а также наплавленного металла при всех видах сварки металлов и их сплавов [7]. Для определения механических свойств стальных поясов использовано сварное соединение и проведены испытания на статическое (кратковременное) растяжение.

Однако для определения практической устойчивости рекомендованной конструкции междупилльной прокладки необходимо подвергать стальные пояса испытанию на растяжение.

Для определения устойчивости стальных (Ст3) поясов междупилльных прокладок линтерной машины на растяжение использована универсальная испытательная машина WAW-1000D (рисунок 2) [8].

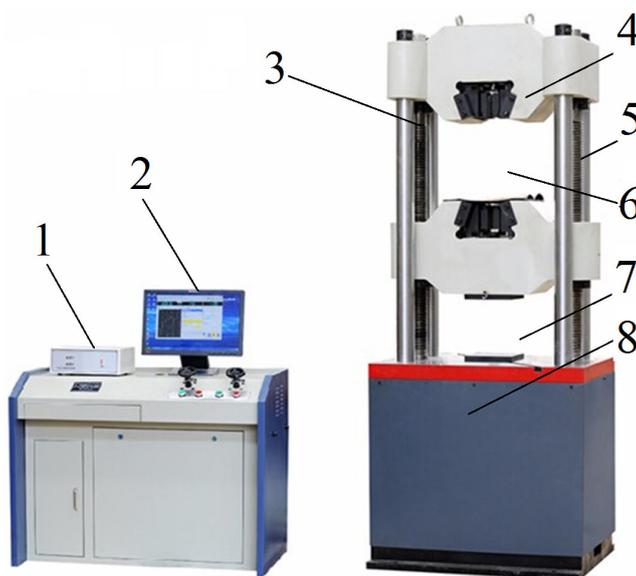


Рисунок 2. Общий вид универсальной испытательной машины WAW-1000D.

Figure 2. General view of the universal testing machine WAW-1000D.

Универсальная испытательная машина WAW-1000D на растяжение и сжатие состоит из: 1 – блока управления; 2 – программного обеспечения Maxtest; 3 – траверсов с винтовой колонной; 4 – захватов (клиновых зажимов); 5 – 4-х колонной нагрузочной рамы; 6 – испытательного пространства на растяжение; 7 – испытательного пространства на сжатие; 8 – масляного цилиндра (рисунок 2).

При зажиме испытуемый образец следует устанавливать в соответствии с диапазоном размеров зажима и следить за тем, чтобы часть, удерживающая образец, составляла более двух третей корпуса зажима (рисунок 3).

Основные требования, методы и тип аппаратуры устанавливаются стандартами при испытаниях образцов для определения характеристик механических свойств и пределов прочности строительных и других материалов при определенной температуре [9, 10].



Рисунок 3. Установка образцов при испытании на растяжение.

Figure 3. Mounting specimens for tensile testing.

Стандарт устанавливает методику испытания образцов для определения математической зависимости между напряжением и деформацией, оценки пределов прочности. Механические характеристики, определяемые в стандарте, могут быть использованы в случаях [11, 12]:

- выбора материалов и обоснования конструктивных решений;
- статистического приемочного контроля нормирования механических характеристик и оценки качества материалов;

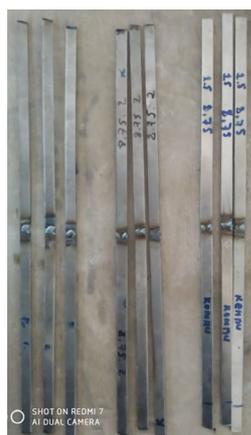
- разработки технологических процессов и проектирования изделий;
- расчетов на прочность элементов конструкции.

При этом приборы и системы измерения деформаций материалов должны обладать точностью, позволяющей выполнять достоверный анализ напряженно-деформированного состояния во всем диапазоне измерений.

Осевая сила сжатия пыльных дисков при сборке пыльного цилиндра должна быть не меньше, чем $N=20 \cdot 10^3$ Н [2]. Если учесть площадь касания прокладки линтерной машины $0,00209$ м², тогда напряжение составляет 9,567 МПа. При этом на пыльном цилиндре устанавливается 159 междупыльных прокладок, тогда для одной прокладки сила затяжки 125,786 Н, а напряжения 0,06 МПа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дальнейшие исследования были направлены на поиск оптимального пути сварки для сбора стальной прокладки. В рекомендуемой конструкции используются пояса - первый для наружного диаметра прокладки, а второй для внутреннего диаметра прокладки под размер вала пыльного цилиндра. Для выявления необходимой технологии сварки рассмотрены как электродуговая (способом ММА -штучными электродами), так электродуговая сварка в среде углекислого газа (CO₂) - Кемпи. Для выявления рациональной технологии сварки были изготовлены пояса с толщиной 1,5 мм и 2 мм (рисунок 4).



а)



б)

Рисунок 4. Образцы стальных поясов: а) – до испытаний; б) – после испытаний.

Figure 4. Samples of steel belts: a) - before testing; b) - after testing.

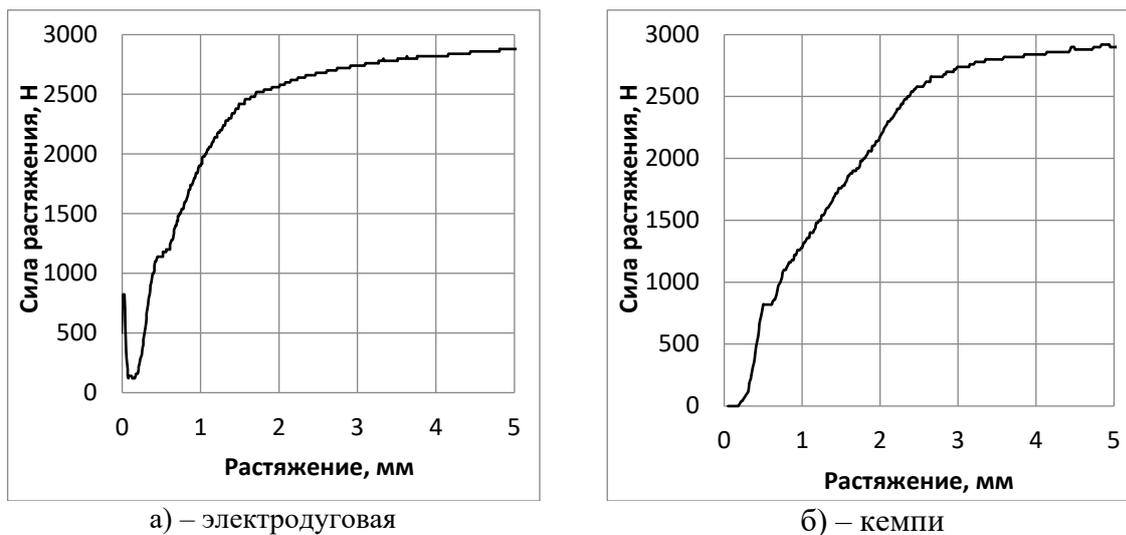


Рисунок 5. Диаграмма растяжения пояса стальной прокладки ст3 (с толщиной 1,5 мм).

Figure 5. Diagram of stretching of the belt of steel strip st3 (with a thickness of 1.5 mm): a) - electric arc; b) campy.

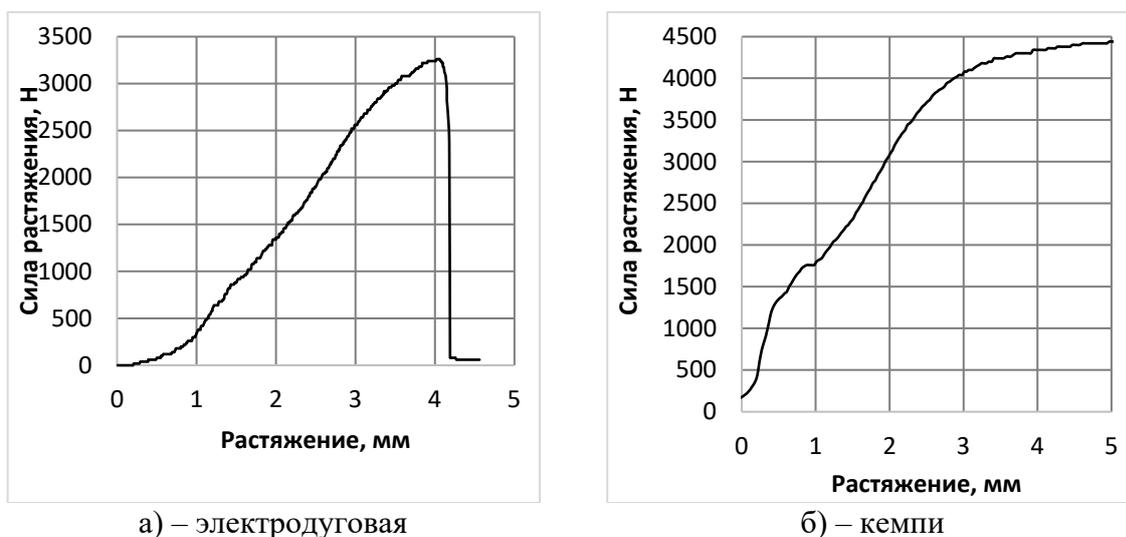


Рисунок 6. Диаграмма растяжения пояса стальной прокладки ст3 (с толщиной 2 мм).

Figure 6. Diagram of stretching of the belt of steel strip st3 (with a thickness of 2 mm): a) - electric arc; b) campy.

Для экспериментального исследования растяжения прокладок (рисунки 5-6) использована универсальная испытательная машина WAW-1000D. При этом испытания стальных поясов проведены согласно требованиям планирования эксперимента, а

математическая обработка результатов испытаний проведена с уровнем надежности ($\rho=0.95$) [13-15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов экспериментальных исследований по изучению пояса стальных прокладок с толщиной 1,5 мм и 2 мм (рисунки 5-6) с использованием электродуговой сварки и кемпи (в среде углекислого газа) показала что, для растяжения до 5 мм, необходимо 2820 Н для образца 1,5 мм при электродуговой сварке, и при кемпи 2900 Н, а для образца 2 мм 3260 Н при электродуговой сварке и 4440 Н для сварки кемпи.

Результаты испытаний пояса на растяжение позволяют использовать их при сварке поясов стальных прокладок как при электродуговой сварке, так и при сварке кемпи. При этом предпочтение отводится технологии сварки поясов стальных прокладок с использованием электродуговой сварке в среде углекислого газа (CO₂) – кемпи, так как при ней обеспечивается минимальное тепловое напряжение в зоне сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Паспорт пильного линтера 5ЛП. Ташкент: ТГСКБ по хлопкоочистке. 1981; 18.
- [2] Мирошниченко Г.И. Основы проектирования машин первичной обработки хлопка. Машинастроение. Москва; 1972. 485.
- [3] Очилев Махсуджон Муродуллаевич, Хакимов Шеркул Шергазиевич. Машина для отделения линта от джинированных семян. Universum: технические науки. 2018; 10(55), 16-18.
- [4] Кочеткова О.В., Подковыров И.Ю. Формализация и анализ технологических процессов первичной переработки хлопка-сырца. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018; 3(51), 291-300.
- [5] Тютин П.Н., Меламедов Р.Ю. Применение калибровки при изготовлении междупильных джинно-линтерных прокладок. Хлопковая промышленность. 1975; 3: 14-16. <https://doi.org/10.1007/BF03288148>
- [6] Мухаммадиев Д.М., Ибрагимов Ф.Х. и др. Патент РУз № IAP 06691. Междупильная прокладка для хлопкоочистительных машин. 29.12.2021. 2021; 3.
- [7] ГОСТ 6996-66. Сварные соединения. Методы определения механических свойств. Стандартинформ. Москва; 2006. 62.

- [8] Сайт характеристик универсальной испытательной машины WAW-1000D. <https://www.directindustry.com.ru/prod/chengyu-testing-equipment-co-ltd/product-223988-2465268.html>
- [9] ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. Госстандарт СССР. Москва; 1986.
- [10] Зорин А.Е. Разработка конструкции образца для проведения механических испытаний металла труб. Территория Нефтегаз. 2015; 3, 124-128.
- [11] ГОСТ 11701-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение тонких листов и лент. Госстандарт СССР. Москва; 1986.
- [12] Толмачев В.В., Матвеева И.Н. Современное состояние метрологического обеспечения испытаний на статическое растяжение. Эталоны. Стандартные образцы. 2022; 1, 51-67. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-1-51-67>
- [13] Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.Т. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. Ўқитувчи. Ташкент; 1993. 141.
- [14] Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. Методы планирование эксперимента и обработки данных: учеб. Пособие. Самар. гос. техн. ун-т. Самара; 2016. 131.
- [15] Литвинова И. В., Протасьев В. Б., Плахотникова Е. В. Планирование эксперимента как метод анализа инструментальных систем. Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2010; 4-2, 78-85.

REFERENCES

- [1] Pasport pil'nogo lintera 5LP. Tashkent: TGSKB po hlopkoochistke. 1981; 18.
- [2] Miroshnichenko G.I. Osnovy proektirovaniya mashin pervichnoj obrabotki hlopka. Mashinastroenie. Moskva; 1972. 485.
- [3] Ochilov Mahsudzhon Murodullaevich, Hakimov SHerkul SHergazievich. Mashina dlya otdeleniya linta ot dzhinirovannyh semyan. Universum: tekhnicheskie nauki. 2018; 10(55), 16-18.
- [4] Kochetkova O.V., Podkovyrov I.YU. Formalizatsiya i analiz tekhnologicheskikh processov pervichnoj pererabotki hlopka-syrca. Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018; 3(51), 291-300.
- [5] Tyutin P.N., Melamedov R.YU. Primenenie kalibrovki pri izgotovlenii mezhdupil'nyh dzhinno-linternykh prokladok. Hlopkovaya promyshlennost'. 1975; 3: 14-16. <https://doi.org/10.1007/BF03288148>

- [6] Muhammadiev D.M., Ibragimov F.H. i dr. Patent RUz № IAP 06691. Mezhdupil'naya prokladka dlya hlopkooochistitel'nyh mashin. 29.12.2021. 2021; 3.
- [7] GOST 6996-66. Svarnye soedineniya. Metody opredeleniya mekhanicheskikh svojstv. Standartinform. Moskva; 2006. 62.
- [8] Sajt karakteristik universal'noj ispytatel'noj mashiny WAW-1000D. <https://www.directindustry.com.ru/prod/chengyu-testing-equipment-co-ltd/product-223988-2465268.html>
- [9] GOST 1497-84. Metally. Metody ispytanij na rastyazhenie. Gosstandart SSSR. Moskva; 1986.
- [10] Zorin A.E. Razrabotka konstrukcii obrazca dlya provedeniya mekhanicheskikh ispytanij metalla trub. Territoriya Neftegaz. 2015; 3, 124-128.
- [11] GOST 11701-84. Metally. Metody ispytanij na rastyazhenie tonkih listov i lent. Gosstandart SSSR. Moskva; 1986.
- [12] Tolmachev V.V., Matveeva I.N. Sovremennoe sostoyanie metrologicheskogo obespecheniya ispytanij na staticheskoe rastyazhenie. Etalony. Standartnye obrazcy. 2022; 1, 51-67. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-1-51-67>
- [13] Augambaev M., Ivanov A.Z., Terekhov YU.T. Osnovy planirovaniya nauchno-issledovatel'skogo eksperimenta. Ÿkituvchi. Tashkent; 1993. 141.
- [14] Makarichev YU.A., Ivannikov YU.N. Metody planirovanie eksperimenta i obrabotki dannyh: ucheb. Posobie. Samar. gos. tekhn. un-t. Samara; 2016. 131.
- [15] Litvinova I. V., Protas'ev V. B., Plahotnikova E. V. Planirovanie eksperimenta kak metod analiza instrumental'nyh sistem. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2010; 4-2, 78-85.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Мухаммадиев Давлат Мустафаевич, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник института механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан
e-mail: davlat_mm@mail.ru

Davlat Mukhammadiev, Chief Researcher of the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: davlat_mm@mail.ru

Ибрагимов Фарход Хайруллоевич, старший научный сотрудник института механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан

Farkhod Ibragimov, Senior Researcher, of the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: farkhod.ibragimov.1985@mail.ru

e-mail: farkhod.ibragimov.1985@mail.ru

Абзоиров Ортик Хонимкулович, младший научный сотрудник института механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан
e-mail: ortiq.abzoirov@gmail.com

Ortik Abzoirov, Junior Researcher, of the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: ortiq.abzoirov@gmail.com

Примов Бахром Хужаярович, старший научный сотрудник института механики и сейсмостойкости сооружений Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан
e-mail: nasaf86@mail.ru

Bakhrom Primov, Senior Researcher, of the Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: nasaf86@mail.ru

Жамолова Лола Юсуповна, доцент Ташкентского государственного аграрного университета, Ташкент, Узбекистан
e-mail: jamolova68@gmail.com

Lola Zhamolova, Associate professor, Tashkent state agrarian university, Tashkent, Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: jamolova68@gmail.com

Статья поступила в редакцию 16.02.2023; одобрена после рецензирования 01.03.2023; принята к публикации 02.03.2023.

The article was submitted 16.02.2023; approved after reviewing 01.03.2023; accepted for publication 02.03.2023.