УДК 692.622.14; 621.0
DOI 10.47367/0021-3497_2025_2_302

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ОСНАЩЕНИЯ ПОЖАРНЫМИ ЭВАКУАЦИОННЫМИ ЛЕСТНИЦАМИ ЗДАНИЙ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И О МЕХАНИЗМАХ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПЛОЩАДОК ТАКИХ ЛЕСТНИЦ

ON THE ISSUE OF THE NEED TO EQUIP TEXTILE ENTERPRISE BUILDINGS WITH FIRE ESCAPE LADDERS AND ON MECHANISMS FOR TESTING PLATFORMS OF SUCH LADDERS

А.А. КРАСНОВ[1], К.В. СЕМЕНОВА[1], Т.В. ПАШКОВА[1,2], С.В. НАТАРЕЕВ[1,3]

A.A. KRASNOV[1], K.V. SEMENOVA[1], T.V. PASHKOVA[1,2], S.V. NATAREEV[1,3]

**([1]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
[2]Ивановский государственный университет,
[3]Ивановский государственный химико-технологический университет)**

**([1]IFPA of SFS of EMERCOM of Russia,
[2]Ivanovo State University,
[3]Ivanovo State University of Chemical Technology)**

E-mail: krasnow.a.a@mail.ru; pboz2018@mail.ru; pashtavi@yandex.ru; natoret@mail.ru

В работе рассматривается проблема обеспечения безопасности персонала текстильных производств во время пожаров. Доказывается необходимость оснащения пожарными эвакуационными лестницами всех предприятий текстильного профиля, а также регулярных испытаний элементов лестниц на контрольную нагрузку. Проводится структурный анализ и синтез механизма для испытания площадок эвакуационных пожарных лестниц. Решаются задачи преобразования сосредоточенных сил в распределенную нагрузку с помощью синтезированного механизма и синтеза механизма по заданной длине площадки и величине распределенной нагрузки.

The paper considers the problem of ensuring the safety of textile production personnel during fires. It proves the necessity of equipping all textile enterprises with fire escape ladders, as well as regular testing of ladder elements for control load. Structural analysis and synthesis of a mechanism for testing platforms of fire escape ladders are carried out The problems of converting concentrated forces into distributed load using a synthesized mechanism and synthesizing a mechanism for a given platform length and distributed load value are solved.

Ключевые слова: пожар, безопасность, эвакуация, лестница, испытания площадки лестницы.

Keywords: fire, safety, evacuation, ladder, ladder platform testing.

Как известно [1…11], текстильные предприятия относятся к производствам с повышенной пожарной опасностью, так как большинство текстильных материалов изначально обладают высокой горючестью, а в технологиях их переработки присутствуют риски, повышающие вероятность пожара.

К рискам такого рода относят способность хлопка к тепловому самовозгоранию,

особенно под действием окислителей, азотной и серной кислоты. Исходное сырье может содержать обломки твердых горных пород, куски металла. При взаимодействии с ними рабочие органы текстильных машин высекают фрикционные искры. Большинство машин текстильного производства оснащено электроприводом, части которого могут покрываться пылью, пухом и т. п., которые попадая в зоны трения подвижных частей машин способны воспламеняться. В отделочном производстве причиной возгорания текстильных материалов может быть статическое электричество, технологии опаливания поверхностей тканей, повышенная возгораемость различного рода растворителей в красильном производстве. Если учесть, что вследствие специфики организации текстильных производств огонь по территории таких предприятий распространяется очень быстро [9], то очевидно, что они должны быть оснащены всем необходимым инструментарием для предотвращения возникновения возгораний и всеми средствами оповещения и эвакуации персонала в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Пренебрежение этими условиями влечет за собой неприемлемый экономический ущерб и гибель людей. Примеров тому вполне достаточно. Так, в 2012 году пожар в Tazreen Fashions Blaze (Бангладеш) на швейной фабрике унес жизни 125 человек, при этом люди, спасаясь от огня, прыгали с высоты 3-4 этажа. Там же, в Бангладеш, в 2013 году при пожаре в Дакке сгорел восьмиэтажный швейный комплекс Rana Plaza. Погибло при пожаре около 1400 человек. Согласно [4] в Индии только за 2015 год на текстильных предприятиях погибло свыше 8000 человек.

Если обратить внимание на фотографические материалы, размещенные в указанных выше статьях, например [5, 7], то можно заметить, что здания сгоревших фабрик не были снабжены эвакуационными лестницами, которые не спасли бы от пожара оборудование предприятия, но обеспечили бы хоть какую-то возможность сохранить жизнь погибшим. Таким образом, очевидно, что наличие подобных технических устройств является необходимым условием существования предприятий текстильного профиля и должно регламентироваться нормативными документами, которые согласно [1…6] в вышеупомянутых странах отсутствуют. Кроме того, наличие пожарных эвакуационных лестниц требует обязательных и регулярных работ по обследованию их технического состояния. Отсутствие ухода за эвакуационными пожарными лестницами приводит к трагедиям, подобным той, которая произошла в Бостоне в 1975 г. [12], когда во время пожара погибли женщина и ребенок.

В России наличие пожарных эвакуационных лестниц и мониторинг их состояния являются обязательными требованиями для предприятий текстильной промышленности. Согласно нормативным документам (ГОСТ Р 53254-2009) при проведении испытаний площадок эвакуационных пожарных лестниц необходимо прикладывать вертикальную равномерно распределенную нагрузку определенной величины. Однако ГОСТом предлагается использовать устройства для нагружения площадок, которые принципиально не способны создавать именно распределенную нагрузку на объекты тестирования. Это создает проблему, поскольку при эксплуатации в реальных условиях эвакуационные лестницы используются только во время пожара, то есть в условиях чрезвычайной ситуации, когда на них оказывается внезапная и значительная нагрузка. Поэтому возникает необходимость моделировать такие нагрузки при испытаниях, чтобы обеспечить их реалистичность и соответствие нормативам. В условиях текстильных предприятий это особенно важно из-за следующих факторов:

- редкое использование эвакуационных лестниц, что требует особого подхода к их проверке на прочность и надежность в условиях возможных экстремальных нагрузок;

- высокая вероятность внезапных и интенсивных нагрузок во время пожара, например, массовая эвакуация большого

числа работников, перемещение оборудования или предметов через лестничные площадки;

- особенности конструкции зданий – большие высоты и сложные планировки требуют надежных испытаний для подтверждения способности лестниц выдерживать внезапные нагрузки.

Задача создания распределенной нагрузки на поверхности какого-либо элемента конструкции на практике решается с помощью различных устройств. Так, в текстильной промышленности [13] для создания распределенных усилий в жале отжимных валов применяются жидкие и газообразные среды. В строительных технологиях также применяются устройства, использующие жидкости и газы, нагнетаемые под давлением в различного рода мембраны, которые создают системы распределенных сил на необходимые участки строительных конструкций [14, 15, 16].

Указанные выше устройства обеспечивают создание на поверхности нагружаемых элементов конструкций действительно распределенных сил. Кроме них используют и устройства, которые преобразуют одну или две сосредоточенные силы во множество сосредоточенных сил, приложенных к элементу конструкций, создавая псевдораспределенную нагрузку такой интенсивности, которая способна обеспечивать такие же деформации элемента, что и действительно распределенные силы [17…26]. Эти устройства различны по исполнению и способам создания псевдораспределенной нагрузки. Однако все они одинаково требуют при ее создании расположения над испытуемым элементом конструкции серьезных масс и прочных сооружений. Это обстоятельство делает невозможным применение подобных устройств для обследования площадок пожарных эвакуационных лестниц, так как требования безопасности при таких работах диктуют расположение контрольных масс и систем нагружения лестниц под площадкой, а не над ней. Кроме того, эвакуационные пожарные лестницы далеко не всегда располагаются в удобных для подъезда местах, чтобы можно было использовать крупногабаритное передвижное оборудование.

Для решения задачи испытаний площадок эвакуационных пожарных лестниц согласно требованиям нормативных документов предложено устройство [27], способное создавать линейную распределенную нагрузку и отвечающее заданным условиям. С точки зрения теории механизмов оно представляет собой плоский механизм с гибкими звеньями [28, 29], включающий в себя стойку, опирающуюся на площадку, направляющие звенья в виде спаренных блоков, связанных между собой гибкими звеньями в виде цепей, тросов и т. п. Направляющие звенья механизма кинематически связаны с толкателями, опирающимися на поверхность площадки, а крайние гибкие звенья соединены с внешней нагрузкой. На рис. 1 показана структурная схема механизма распределителя двух сосредоточенных сил: 1 – площадка лестницы; 2 – контрольные грузы; 3 – стойка механизма; 4 – толкатели; 5 – направляющие звенья; 6 – гибкие звенья.

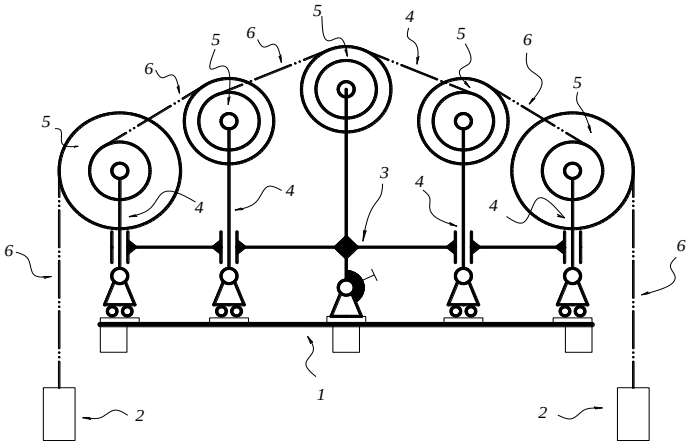

Рис. 1

Анализ структурной схемы этого механизма по Куровскому Ф.М. [29] при допущении неподвижности стойки механизма относительно площадки лестницы показывает, что механизм включает в себя 19 «подвижных» звеньев и 27 кинематических пар пятого класса. Расчет числа степеней свободы показывает, что механизм при заданных допущениях имеет три степени свободы, которые обусловлены возможностью раскачивания крайних гибких звеньев вместе с контрольными грузами, а также наличием возможного перемещения гибких звеньев вдоль своих контуров вместе с поворотом направляющих звеньев. Эти степени свободы механизма вредны, так как допускают колебания величины распределенной нагрузки на испытываемую конструкцию и, кроме того, приводят к неустойчивому положению контрольных грузов. Поэтому представляет интерес развитие предложенной схемы механизма за счет добавления габаритных роликов 7 (рис. 2). Расчет числа степеней свободы механизма в этом случае дает нам значение, равное нулю. Задача синтеза кинематической схемы такого механизма сводится к задаче определения размеров направляющих звеньев и расположения их геометрических центров по заданной распределенной нагрузке и размерам площадки [30].

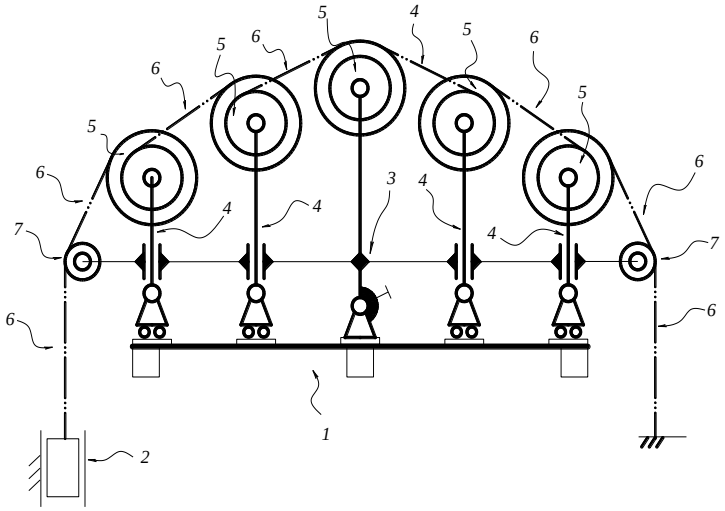

Рис. 2

Рассмотрим решение этой задачи для такого типа механизмов, пренебрегая размерами площадок, на которые опираются стойка механизма и его толкатели, считая все звенья абсолютно твердыми телами, а гибкие звенья телами с нулевой жесткостью на изгиб и недеформируемыми вдоль своего контура. Пусть задана интенсивность распределенной нагрузки, которая должна быть приложена к нагружаемой площадке, в виде функции распределения ее интенсивности по длине площадки:

$$q = q(x). \qquad (1)$$

И пусть задана величина контрольной нагрузки в виде сосредоточенной силы *P*, которую надо распределить вдоль наружной грани площадки лестницы согласно (1) в виде системы параллельных сосредоточенных сил:

$$\{\vec{F}_i\} \sim q(x), \qquad (2)$$

и задана длина наружной грани площадки пожарной эвакуационной лестницы.

Оставляя пока вопросы преобразования заданной распределенной нагрузки (1) в систему сосредоточенных сил, будем считать (2) уже заданной. Тогда основная задача синтеза кинематической схемы данного механизма сводится к обеспечению системы сил (2), действующих на площадку со стороны толкателей, т. е. к определению геометрии

механизма по заданному распределению вертикальных реакций в шарнирах, соединяющих блоки и толкатели $\{\vec{N}_i\} = \{-\vec{F}_i\}$.

Для решения поставленной задачи рассмотрим рис. 3, на котором показана расчетная схема механизма, представляющая собой систему направляющих звеньев, соединенных между собой гибкими звеньями, крайние из которых нагружены внешними силами.

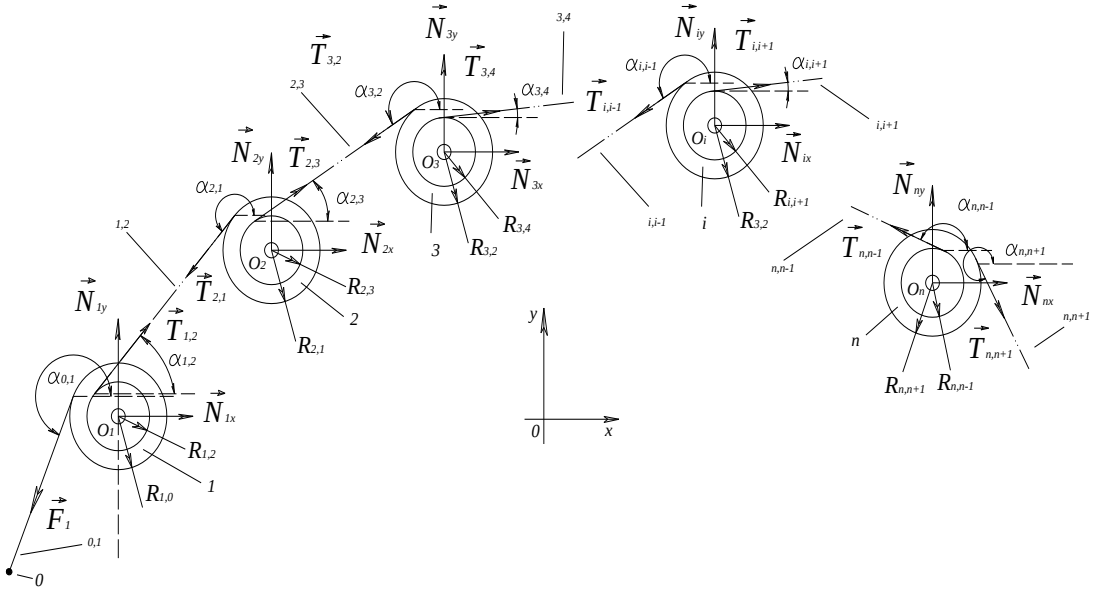

Рис. 3

Пронумеруем направляющие звенья, начиная с нуля, гибкие звенья – двойными индексами, числа которых соответствуют номерам направляющих звеньев, соединяемых гибким звеном. Точно таким же образом пронумеруем радиусы направляющих звеньев.

Анализ расчетной схемы механизма (рис. 3) показывает, что система уравнений, описывающая его равновесие, будет иметь вид:

$$\begin{cases} T_{i,i-1}\cos(\alpha_{i,i-1}) + T_{i,i+1}\cos(\alpha_{i,i+1}) = N_{ix}, \\ T_{i,i-1}\sin(\alpha_{i,i-1}) + T_{i,i+1}sin(\alpha_{i,i+1}) = N_{iy}, \\ T_{i,i-1}\cdot \mathrm{R}_{i,i-1} = T_{i,i+1}\cdot \mathrm{R}_{i,i+1}, \\ i = 1,2,\dots,n. \end{cases} \quad (3)$$

где $T_{1,0} = P$; $\{\vec{N}_{iy}\} = \{-\vec{F}_i\}$ – заданная система сил (2); $\alpha_{i,i-1}, \alpha_{i,i+1}$ – углы, которые образуют гибкие звенья с горизонталью.

Так как задачей синтеза на данном этапе не ставится расчет горизонтальных реакций, то система (3) может быть сведена к более простому виду:

$$\begin{cases} T_{i,i-1}\sin(\alpha_{i,i-1}) + T_{i,i+1}sin(\alpha_{i,i+1}) = N_{iy}, \\ T_{i,i-1}\cdot \mathrm{R}_{i,i-1} = T_{i,i+1}\cdot \mathrm{R}_{i,i+1}, \\ i = 1,2,\dots,n. \end{cases} \quad (4)$$

Решая последовательно (4) и учитывая, что $T_{1,0} = P$, можно получить выражения вида:

$$P\frac{\mathrm{R}_{0,1}}{\mathrm{R}_{2,1}}\frac{\mathrm{R}_{2,1}}{\mathrm{R}_{2,3}}\cdot\frac{\mathrm{R}_{3,2}}{\mathrm{R}_{3,4}}\dots\frac{\mathrm{R}_{i-1,i-2}}{\mathrm{R}_{i-1,i}}\left[\sin(\alpha_{i,i-1}) + \frac{\mathrm{R}_{i,i-1}}{\mathrm{R}_{i,i+1}}sin(\alpha_{i,i+1})\right] = N_{iy}\ , \quad (5)$$

$$P\frac{\mathrm{R}_{0,1}}{\mathrm{R}_{2,1}}\frac{\mathrm{R}_{2,1}}{\mathrm{R}_{2,3}}\frac{\mathrm{R}_{3,2}}{\mathrm{R}_{3,4}}\dots\frac{\mathrm{R}_{n-1,n-2}}{\mathrm{R}_{n-1,n}}\left[\sin(\alpha_{n,n-1}) + \frac{\mathrm{R}_{n,n-1}}{\mathrm{R}_{n,n+1}}sin(\alpha_{n,n+1})\right] = N_{ny} \quad (6)$$

или в безразмерном виде:

$$\left[\sin(\alpha_{i,i-1}) + \frac{R_{i,i-1}}{R_{i,i+1}} sin(\alpha_{i,i+1})\right] \prod_{j=0}^{i-1} \frac{R_{j,j-1}}{R_{j,j+1}} = \eta_i, \quad (7)$$

$$\left[\sin(\alpha_{n,n-1}) + \frac{R_{n,n-1}}{R_{n,n+1}} sin(\alpha_{n,n+1})\right] \prod_{j=0}^{n-1} \frac{R_{j,j-1}}{R_{j,j+1}} = \eta_n, \quad (8)$$

где $\eta_i = \frac{N_{iy}}{P}, N_{iy} = F_i$.

Если система параллельных сосредоточенных сил (2) состоит из равных по модулю и одинаково направленных сил $N_{1y} = N_{2y} = \cdots = N_{iy} = \cdots = N_y$, то выражения (5) и (7) перепишутся следующим образом:

$$P \frac{R_{0,1}}{R_{2,1}} \frac{R_{2,1}}{R_{2,3}} \frac{R_{3,2}}{R_{3,4}} \ldots \frac{R_{i-1,i-2}}{R_{i-1,i}} \left[\sin(\alpha_{i,i-1}) + \frac{R_{i,i-1}}{R_{i,i+1}} sin(\alpha_{i,i+1})\right] = N_y\ , \quad (9)$$

$$\left[\sin(\alpha_{n,n-1}) + \frac{R_{n,n-1}}{R_{n,n+1}} sin(\alpha_{n,n+1})\right] \prod_{j=0}^{n-1} \frac{R_{j,j-1}}{R_{j,j+1}} = \eta \quad . \quad (10)$$

К выражениям (7)…(10) необходимо добавить соотношения, связывающие координаты геометрических центров направляющих звеньев с их радиусами и углами, которые образуют гибкие звенья с горизонталями.

Получим вид этих соотношений, воспользовавшись методом Зиновьева [31]. Для этого составим замкнутые векторные контуры для произвольных трех соседних направляющих звеньев (рис. 4).

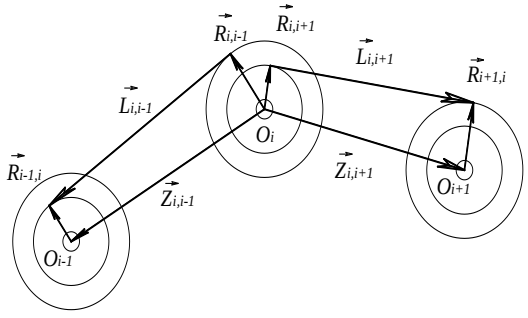

Рис. 4

Согласно рис. 4 геометрия механизма будет описываться набором векторных равенств:

$$\vec{R}_{i,i-1} + \vec{L}_{i,i-1} = \vec{Z}_{i,i-1} + \vec{R}_{i-1,i}, \quad (11)$$

$$\vec{R}_{i,i+1} + \vec{L}_{i,i+1} = \vec{Z}_{i,i+1} + \vec{R}_{i+1,i}, \quad (12)$$

К выражениям (11) и (12) необходимо добавить соотношения, описывающие перпендикулярность радиусов направляющих звеньев и гибких звеньев, с которыми они взаимодействуют, и параллельность радиусов соседних направляющих звеньев, взаимодействующих с одним и тем же звеном:

$$\vec{R}_{i,i+1}\vec{L}_{i,i+1} = \vec{R}_{i+1,i}\vec{L}_{i,i+1} = 0, \quad (13)$$

$$\vec{R}_{i,i-1}\vec{L}_{i,i-1} = \vec{R}_{i-1,i}\vec{L}_{i,i-1} = 0, \quad (14)$$

$$\vec{R}_{i,i-1}\vec{R}_{i-1,i} = R_{i,i-1}R_{i-1,i}, \quad (15)$$

$$\vec{R}_{i,i+1}\vec{R}_{i+1,i} = R_{i,i+1}R_{i+1,i}. \quad (16)$$

Таким образом, синтез кинематической схемы механизма преобразователя одной сосредоточенной силы в распределенную нагрузку сводится к решению системы, включающей в себя соотношения (5), (7), (11)…(16), при заданной длине внешней грани площадки и требуемой распределенной нагрузке.

В Ы В О Д Ы

1. Синтезирована структурная схема статически определимого плоского механизма преобразователя сосредоточенной силы в псевдораспределенную нагрузку для

испытаний площадок эвакуационных лестниц.

2. Получены математические выражения, описывающие силовые и геометрические параметры механизма преобразователя в рамках принятых допущений, пригодные для синтеза кинематической схемы этого механизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kavin Kishor K., Sirajudeen I., Sasikumar R.* Hazards Measuring and Risk Controls inTextile Industry // I. J. of In. R. in S., Engineering and Technology Vol. 8, Issue 5, May 2019, pp. 4976…4987.

2. *Ponnusamy V., Paulraj P., Palanisamy S., Kanchana S.* Fire safety in textile industries – A Review // Industria Textila. 2019. Vol. 70. N.6, pp. 523…526.

3. *Muhammad Faisol Chowdhury, Tasnim Rezoana Tanim.* Industrial Accidents in Bangladesh Apparel Manufacturing Sector: An Analysis of the Two Most Deadliest Accidents In History. Asian Journal of Social Sciences and Management Studies, 2016, vol. 3, no. 2, pp. 115…126.

4. *Bharath K., Subrata D., Muthukumar K.* Study on fire hazard in textile industry // IRJET. 2019. V.6. N.10, pp. 1246…1253.

5. http://www.nytimes.com/2012/09/13/world/asia/hundreds-die-in-factory-fires-in-pakistan.html

6. *Siraj T., Debnath B., Payel S.B. etc.* Analysis of the fire risks and mitigation approaches in the apparel manufacturing industry: Implications toward operational safety and sustainability // Heliyon. №9 (2023). e20312. – www.cell.com/heliyon

7. *Shaik M.A, Weiguo S, Saif-ul-Islam M.* Investigation of Textile Fire Accident and Impact on Environment and Rapid Evacuation Plan in Ring Spinning Department: A Case Study // Glob Environ Health Saf. 2019. Vol. 3. No. 1(3), pp. 1…6.

8. *Якимова К.Е., Александрова Л.Н.* Анализ мероприятий пожарной безопасности на предприятиях текстильного производства // Молодой ученый. 2020. №46(336). С. 44, 45.

9. *Федосов С.В., Торопова М.В., Махов Н.М. и др.* Разработка рекомендаций по выбору средств и методов для обеспечения пожарной безопасности текстильных производств // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. №2(31). С. 97…105.

10. *Теребнев В.В., Артемьев Н.С., Корольченко Д.А. и др.* Промышленные здания и сооружения. Серия «Противопожарная защита и тушение пожаров». Кн. 2. М.: Пожнаука, 2006. 412 с.

11. *Колесников Ю.А. Скрутова И.В.* Организация тушения пожаров на текстильном предприятии // Научный лидер. 2022. № 21(66). С. 130…132.

12. *Kristina K.* Ženu a dítě vyfotil při smrtelném pádu. Ze snímku, za který získal Pulitzera, ho mrazí dodnes. – https://medium.seznam.cz/clanek/kristina-kidogo-zenu-a-dite-vyfotil-pri-smrtelnem-padu-ze-snimku-ktery-vyhral-pulitzera-ho-mrazi-dodnes-67254

13. *Бельцов В.М.* Технологическое оборудование отделочных фабрик текстильной промышленности: учебник для вузов. Л.: Машиностроение, 1974. 296 с.

14. А. с. 267140 СССР, G01N 3/10. Устройство для испытаний панелей.

15. А. с. 792089 СССР, G01M 5/00. Устройство для испытания строительных элементов.

16. А. с. 380977 СССР, G01M 5/00. Устройство для испытаний строительных конструкций.

17. *Takayasha Yari*. Investigating the strength of materials by applying mechanical stress JP4969492B2 G01N 3/08, B64F 5/00.

18. А. с. 294093 СССР, G01n 3/02. Установка для испытания строительных изделий.

19. А. с. 162692 СССР, G01M. Устройство для механических испытаний сложных конструкций.

20. А. с. 1101703A СССР, G01M 5/00. Устройство для испытания строительных конструкций.

21. Пат. 173125U1 РФ, G01M 5/00. Стенд для испытания на механическую прочность конструкции летательного аппарата с аэродинамическим профилем.

22. А. с. 1067382 СССР, G01M 5/00. Устройства для испытания строительных конструкций.

23. Patent US 4481817 G01M 5/00 7/00. Workpiece loading apparatus.

24. А. с. 155407 СССР, G01M 42k. Устройство для нагружения самолетов при статических испытаниях.

25. А. с. 84375 СССР, G01M 5/00. Приспособление для статического испытания на прочность самолета и его отдельных агрегатов.

26. А. с. 577421 СССР, G01M 5/00. Устройство для испытания строительных конструкций.

27. Пат. RU 2771345C1, G01M 5/00. Устройство для испытания площадок пожарных наружных лестниц.

28. *Краснов А.А., Чистобородов Г.Н., Калинин Е.Н.* Механизмы с гибкими звеньями (Исторический очерк и систематика). Иваново: ИГАСУ, ИГТА, 2008. 128 с.

29. *Куровский Ф.М.* Теория плоских механизмов с гибкими звеньями. М.: Машгиз, 1963. 204 с.

30. *Краснов А.А., Караваев В.И.* Об эквивалентном преобразовании сосредоточенных сил в почти распределенную нагрузку с помощью простейших механизмов. Инженерные и социальные системы // Сборник научных трудов Института архитектуры, строительства и транспорта ИВГПУ. Вып. 6. Иваново: ИВГПУ, 2021. С. 280…287.

31. *Зиновьев В.А.* Теория механизмов и машин. М.: Наука, 1968. 372 с.

REFERENCES

1. *Kavin Kishor K., Sirajudeen I., Sasikumar R.* Hazards Measuring and Risk Controls inTextile Industry // I. J. of In. R. in S., Engineering and Technology. Vol. 8, Issue 5, May 2019, pp. 4976…4987.

2. *Ponnusamy V., Paulraj P., Palanisamy S., Kanchana S.* Fire safety in textile industries – A Review // Industria Textila. 2019. Vol. 70. N.6, pp. 523…526.

3. *Muhammad Faisol Chowdhury, Tasnim Rezoana Tanim.* Industrial Accidents in Bangladesh Apparel Manufacturing Sector: An Analysis of the Two Most Deadliest Accidents In History. Asian Journal of Social Sciences and Management Studies, 2016, vol. 3, no. 2, pp. 115…126.

4. *Bharath K., Subrata D., Muthukumar K.* Study on fire hazard in textile industry // IRJET. 2019. V.6. N.10. pp. 1246…1253.

5. http://www.ny-times.com/2012/09/13/world/asia /hundreds-die-in-factory-fires-in-pakistan.html

6. *Siraj T., Debnath B., Payel S.B. etc.* Analysis of the fire risks and mitigation approaches in the apparel manufacturing industry: Implications toward operational safety and sustainability // Heliyon. №9 (2023). e20312. – www.cell.com/heliyon

7. *Shaik M.A., Weiguo S., Saif-ul-Islam M.* Investigation of Textile Fire Accident and Impact on Environment and Rapid Evacuation Plan in Ring Spinning Department: A Case Study // Glob Environ Health Saf. 2019. Vol. 3. No. 1(3). pp. 1…6.

8. *Yakimova K.E., Aleksandrova L.N.* Analiz meropriyatij pozharnoj bezopasnosti na predpriya-tiyah tekstil'nogo proizvodstva // Molodoj uchyonyj. 2020. №46(336). S.44, 45.

9. *Fedosov S.V., Toropova M.V., Mahov N.M. etc.* Razrabotka rekomendacij po vyboru sredstv i metodov dlya obespecheniya pozharnoj bezopasnosti tek-stil'nyh proizvodstv // Sovremennye problemy grazhdanskoj zashchity. 2019. №2(31). S. 97…105.

10. *Terebnev V.V., Artemev N.S., Korolchenko D.A. etc.* Promyshlennye zdaniya i sooruzheniya. Seriya – Protivopozharnaya zashchita i tushenie pozharov. Kniga 2. M.: Pozhnauka, 2006. 412 s.

11. *Kolesnikov Yu.A. Skrutova I.V.* Organizaciya tusheniya pozharov na tekstil'nom predpriyatii // Nauchnyj lider. 2022. № 21(66). S.130…132.

12. *Kristina K.* Took a picture of a woman and a child in a deadly fall. He still freezes from the film he won Pulitzer. – https://medium.seznam.cz/clanek/kristina-kidogo-zenu-a-dite-vyfotil-pri-smrtelnem-padu-ze-snimku-ktery-vyhral-pulitzera-ho-mrazi-dodnes-67254

13. *Bel'cov V.M.* Tekhnologicheskoe oborudovanie otdelochnyh fabrik tekstil'noj promyshlennosti: uchebnik dlya vuzov. L.: Mashinostroenie, 1974. 296 s.

14. A. s. SSSR 267140, G01N 3/10Ustrojstvo dlya ispytanij panelej.

15. A. s. SSSR 792089, G01M 5/00. Ustrojstvo dlya ispytaniya stroitel'nyh elementov.

16. A. s. SSSR 380977, G01 M 5/00. Ustrojstvo dlya ispytanij stroitel'nyh konstrukcij.

17. *Takayasha Yari*. Investigating the strength of materials by applying mechanical stress JP4969492B2 G01N 3/08, B64F 5/00.

18. A. s. SSSR 294093, G01n 3/02. Ustanovka dlya ispytaniya stroitel'nyh izdelij.

19. A. s. SSSR 162692, G01M. Ustrojstvo dlya mekhanicheskih ispytanij slozhnyh konstrukcij.

20. A.s. SSSR 1101703A, G01M 5/00.Ustrojstvo dlya ispytaniya stroitel'nyh konstrukcij.

21. Patent RF 173125U1 G01M 5/00. Stend dlya ispytaniya na mekhanicheskuyu prochnost' konstrukcii letatel'nogo apparata s aerodinamicheskim profilem.

22. A. s. SSSR 1067382, G01M 5/00. Ustrojstva dlya ispytaniya stroitel'nyh konstrukcij.

23. Patent US 4481817, G01M 5/00 7/00. Workpiece loading apparatus.

24. A. s. SSSR 155407, G01M. Ustrojstvo dlya nagruzheniya samolyotov pri staticheskih ispytaniyah.

25. A. s. SSSR 84375, G01M 5/00. Prisposoblenie dlya statiche-skogo ispytaniya na prochnost' samolyota i ego otdel'nyh agregatov.

26. A. s. SSSR 577421, G01M 5/00. Ustrojstvo dlya ispytaniya stroitel'nyh konstrukcij.

27. Patent RU 2771345C1, G01M 5/00. Ustrojstvo dlya ispytaniya ploshchadok pozharnyh naruzhnyh lestnic.

28. *Krasnov A.A., Chistoborodov G.N., Kalinin E N.* Mekhanizmy s gibkimi zven'yami (Istoricheskij ocherk i sistematika). Ivanovo: IGASU, IGTA, 2008. 128 s.

29. *Kurovskij F.M.* Teoriya ploskih mekhanizmov s gibkimi zven'yami. M.: Mashgiz, 1963. 204 s.

30. *Krasnov A.A., Karavaev V.I.* Ob ekvivalentnom preobrazovanii sosredotochennyh sil v pochti raspredelènnuyu nagruzku s pomoshch'yu prostejshih mekhanizmov. Inzhenernye i social'nye sistemy // Sbornik nauchnyh trudov Instituta arhitektury, stroitel'stva i transporta IVGPU. Vyp. 6. Ivanovo: IVGPU, 2021. S. 280…287.

31. *Zinov'ev V.A.* Teoriya mekhanizmov i mashin. M.: Nauka, 1968. 372 s.

Рекомендована кафедрой пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России. Поступила 01.04.25.