

УДК 331.45

Митрофанов В.Е., студент ТБ-221
Кулешов В.В., старший преподаватель
Мелешченко Е.Э., доцент
Омский государственный технический университет

Mitrofanov VE, student of TB-221
Kuleshov VV, Senior lecturer
Meleshchenko EE, Associate Professor
Omsk State Technical University

**ПАССИВНЫЙ ЭКЗОСКЕЛЕТ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ.
ПРИМЕНЕНИЕ В СФЕРЕ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА****PASSIVE EXOSKELETON OF THE LOWER LIMB. APPLICATION IN
INDUSTRIAL CONSTRUCTION**

Актуальность применения пассивных экзоскелетов нижних конечностей огромна. Такие заболевания как: ревматоидный артрит, артроз, остеохондроз поражают все более молодые слои населения. Один лишь остеохондроз (дегенеративно-дистрофическое заболевание позвоночника, при котором преимущественно поражаются межпозвоночные диски) касается более 80% трудоспособного населения планеты [1]. Кроме того, в нашей трудовой среде устойчиво закрепляется длительное отсутствие работников в результате несчастного случая. По данным Отделения Фонда пенсионного и социального страхования Российской Федерации по Омской области на территории Омской области по итогам 2024 года отмечается рост числа несчастных случаев на производстве. В результате несчастных случаев на производстве каждый пострадавший в среднем за 2024 год отсутствовал на рабочем месте 60,3 дня, в 2023 – 60,2 дня [2]. Кроме того, колоссальной проблемой для нашей страны является острая нехватка высококвалифицированных кадров: демографический провал 90-х годов, отток молодежи зарубеж, снижение популярности рабочих профессий создали тренд нехватки рабочей силы.

Применение пассивных экзоскелетов нижних конечностей возможно за счет объединения конструкции экзоскелета и производственных брюк для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Такой вариант использования технического устройства примечателен тем, что конструкция сможет располагаться под брюками, быть с ними единым целым, тем самым добиваясь исключения возможности неиспользования работником экзоскелета. Кроме того, это позволит исключить вероятность зацепления, повреждения конструкции.

Авторами предлагается следующий вариант конструкции пассивного экзоскелета нижних конечностей. Ключевым элементом конструкции является система эластомеров (эластичные ленты, изображенные зеленым цветом), проходящих от бедер X-образным способом через коленные суставы до лодыжек (рис. 1). Кроме системы эластомеров в области колен предлагается дополнительно разместить защитные щитки, изображенные красным цветом.

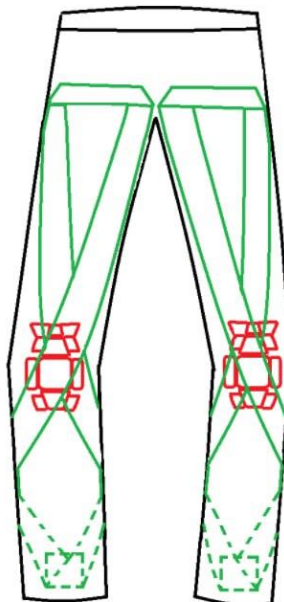


Рис. 1. Система эластомеров.

Принцип работы заключается в высвобождении энергии, накопленной в результате сгибания коленных суставов. Эластомеры стремятся вернуться в исходное состояние, выпрямляя колени, тем самым помогая работнику встать. Чем более острый угол образуется между бедром и голенью, тем сильнее натягиваются эластомеры (рис. 2).

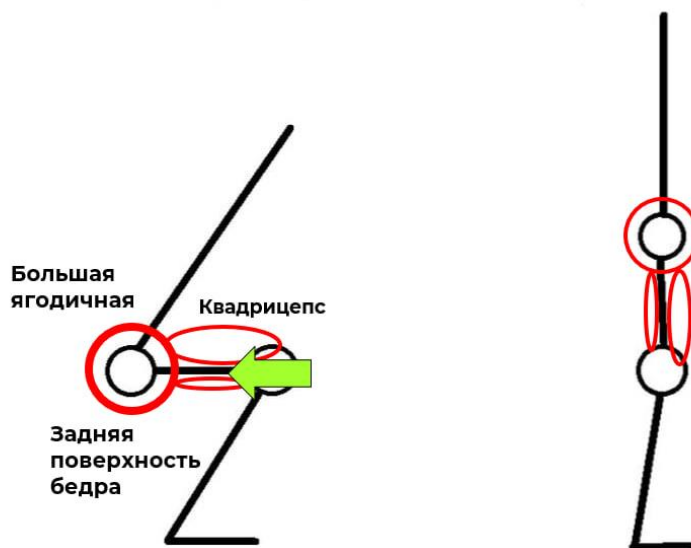


Рис. 2. Принцип работы экзоскелета.

Применение следующей конструкции актуально для ряда профессий в сфере промышленного строительства: монтажники, стропальщики, бетонщики и т.д. В работе монтажников технологических трубопроводов одними из самых частых стереотипов движения являются наклон корпуса вперед и приседания. Представители данной профессии регулярно вручную поднимают и переносят различные инструменты, элементы собираемых конструкций [3]. Стropальщики регулярно вынуждены вставать на колени, приседать для проведения строп под грузом. Бетонщики зачастую заняты обвязкой арматур для исключения образования трещин в фундаменте при усадке грунта, что их вынуждает находиться в позиции полуприседа, переходить с одного места на другое, продвигаясь вдоль всей длины арматуры.

Конструкция пассивного экзоскелета нижних конечностей, внедренная в производственные брюки позволит снизить нагрузку на нижнюю половину тела работника, что обеспечит профилактику образования профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата, снизит вероятность получения травм в ходе производственной деятельности из-за снижения нагрузки на сухожилия, суставы, связки, мышцы. Одним из главных достоинств конструкции является дешевизна. Стоимость необходимых модификаций у прототипа составляет 1880 рублей, что несильно сказывается на стоимости брюк: повышение цены происходит менее, чем на половину (табл. 1).

Элемент СИЗ	Стоимость, руб.
Брюки УРАН	4 935
Наколенники ЭВА вкладные	480
Резинка бельевая эластичная вязаная широкая для шитья 80 мм черная, длина 3 м	510 2 x 255
Ткань ПэВис для пошива медицинской одежды, 2,5 м	785
Черная нейлоновая тканевая лента для изготовления обвязочного ремня для сумки, 50 мм, длина 1 м	105
Общая стоимость:	6 815
Стоимость модификации:	1 880

Табл. 1. Расчет себестоимости модели.

Применение пассивных экзоскелетов нижних конечностей в сфере промышленного строительства имеет огромную перспективу. Данное техническое устройство позволит работодателям снизить число скрытых финансовых потерь, возникающих на фоне травмирования высококвалифицированных специалистов, необходимости выплат

компенсаций в случае развития профессиональных заболеваний и возникновения несчастных случаев на производстве. Применение пассивных экзоскелетов может быть сопряжено с индивидуальными программами реабилитации работников за счет возможности фиксации суставов нижних конечностей, облегчения нагрузки для возобновления рабочей деятельности. Кроме того, использование экзоскелета представителями ряда рабочих профессий способно повысить их производительность, следовательно, уменьшить и сроки строительства.

Список литературы

1. А. К. Толегенов Остеохондроз - болезнь всего организма // Вестник КазНМУ. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteochondroz-bolezn-vsego-organizma> (дата обращения: 10.10.2025).
2. Администрация Элитовского сельсовета. Постановление № 123 «О бюджете» [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://elitovskoe-r52.gosweb.gosuslugi.ru/ofitsialno/dokumenty/dokumenty-all_722.html (дата обращения: 31.10.2025).
3. Митрофанов, В. Е. Использование пассивных промышленных экзоскелетов в работе монтажников технологических трубопроводов / В. Е. Митрофанов, В. В. Кулешов // Техносферная безопасность : Материалы XII Всероссийской научно-технической конференции, Омск, 27 мая 2025 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 76-80. – EDN GRPUTX.

References

1. A. K. Tolegenov Osteochondrosis - a disease of the entire body // Bulletin of KazNMU. 2013. No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osteochondroz-bolezn-vsego-organizma> (date of access: 10.10.2025).
2. Administration of the Elitevsky Village Council. Resolution No. 123 "On the Budget" [Electronic resource]. – 2025. – URL: https://elitovskoe-r52.gosweb.gosuslugi.ru/ofitsialno/dokumenty/dokumenty-all_722.html (accessed on 31.10.2025).
3. Mitrofanov, V. E. The Use of Passive Industrial Exoskeletons in the Work of Process Pipeline Installers / V. E. Mitrofanov, V. V. Kuleshov // Technosphere Safety: Proceedings of the XII All-Russian Scientific and Technical Conference, Omsk, May 27, 2025. – Omsk: Omsk State Technical University, 2025. – Pp. 76-80. – EDN GRPUTX.