

УДК 621.3, 658.8, 681.5

ПОТЕНЦІАЛ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕКЗОСКЕЛЕТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ, ЗДОРОВ'Я ТА ПРОДУКТИВНОСТІ У БУДІВНИЦТВІ

Хряп П. Д.¹, аспір., Жирков В. Ю.², аспір., Шаломов В. А.³, к. т. н., доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

¹ khriap.pavlo@365.pdaba.edu.ua; ² zhirkov.viacheslav@365.pdaba.edu.ua;

³ shalomov.volodymyr@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Трудова діяльність у будівництві вимагає того, щоб працівники неодноразово виконували завдання, пов'язані з напруженням тіла. Ці дії в основному стосуються перенесення навантаження на голову, вимушених положень, що вимагають сидіння навпочіпки, та повторюваних рухів, які обмежують реакцію та фізичний опір у залежності від часу виконання цих завдань. Впровадження екзоскелетів надало працівникам більш значні фізичні переваги. Вони дозволяють їм підтримувати певні положення, не вимагаючи великих м'язових зусиль, а також знижують ризик травм і пошкоджень опорно-рухового апарату [1].

Мета дослідження. Професійні екзоскелети використовуються як альтернатива для зменшення втоми та фізичних навантажень при виконанні різних завдань працівників [2] і в даний час застосовуються у виробничих процесах, виробничих лініях та у багатьох промислових секторах.

Результати дослідження. Дослідження шукають відповіді на дослідницькі питання, пов'язані з цілями безпеки та гігієни праці, які включають в себе: підтримання здоров'я працівників та охорони праці, які включають збереження здоров'я працівників; покращення робочого середовища та безпеки; та просування культури безпеки [3]. Екзоскелети дозволяють досягти перших двох цілей, оскільки ці пристрої піклуються про фізичне здоров'я працівника і забезпечують йому більшу безпеку при виконанні своїх завдань.

Розробники екзоскелетів створили пристрої, які потенційно можуть суттєво подбати про здоров'я працівника. Зокрема, у фокусі розробок є зосередження уваги на діяльності, що вимагає високих фізичних навантажень, при цьому порушення опорно-рухового апарату є однією з найчастіших загроз через неконтрольоване поводження з вантажами, погану робочу позу та повторюваність завдань, які сприяють м'язовій втомі працівника.

Щоб допомогти зменшити захворювання нижньої частини спини, були розроблені портативні екзоскелети для спини для забезпечення ергономічної підтримки, ефективно зменшуючи перенапруження опорно-рухового апарату. Ці пристрої призначені для полегшення навантаження на нижню частину спини, сприяючи покращенню умов праці.

У зв'язку з частотою травм і ризиками ураження опорно-рухового апарату, будівельна галузь впровадила використання екзоскелетів для пом'якшення наслідків, спричинених порушеннями опорно-рухового апарату, зменшуючи фізичні навантаження та збільшуючи спроможність користувачів цих пристроїв.

Другою основною функцією екзоскелетів є надання працівникам засобів для підтримки нейтральної робочої пози, обмеження м'язових рухів та зменшення зусиль, що докладаються частинами тіла під час виконання при виконанні завдань. Існують певні ділянки людського тіла, де м'язові зусилля є більш помітними, як у випадку з плечем, на яке діють контактні сили м'язів і суглобів. Саме через це, деякі розробки

пасивних екзоскелетів були зосереджені на наданні допомоги, коли працівник виконує квазістатичні завдання [4].

Ще однією зоною, в якій концентруються фізичні зусилля, є нижня частина спини. Цей факт є причиною того, чому в галузях промисловості, де часто доводиться працювати з вантажем, почали використовувати екзоскелети для підвищення продуктивності та меншого впливу на поперековий відділ хребта працівників [5].

Величезні фізичні навантаження, пов'язані з використанням інструментів і верстатів працівниками, є ще одним фактором, що спонукає забезпечити працівника стійкістю і фізичною спроможністю, зменшуючи вплив розладів, що виникають при роботі з цими інструментами, включаючи ситуації, коли робота виконується на висоті.

На рисунку 1 представлено вплив, якого зазнають деякі частини тіла, такі як спина, шия, руки, плечі, зап'ястя, коліна та гомілковостопні суглоби, відповідно до діяльності, що здійснюється в будівельній галузі.

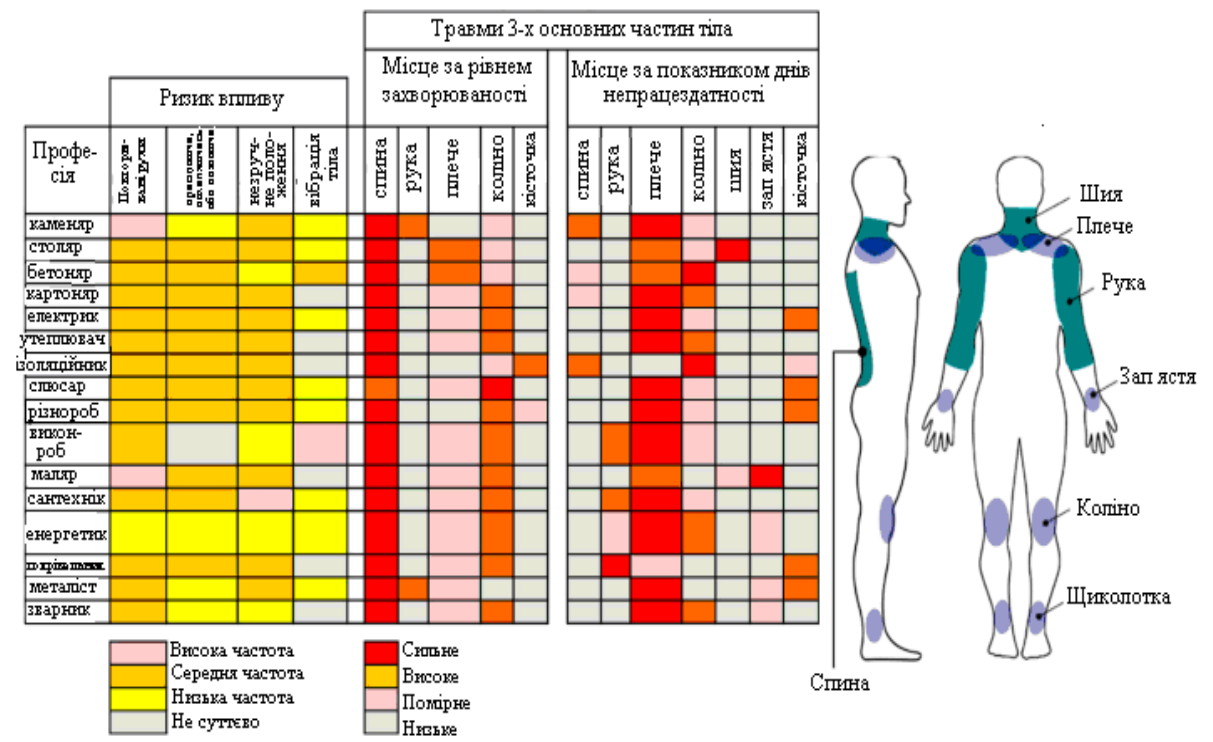


Рис. 1. Ризики виникнення розладів і травм частин тіла у будівельних професіях

Згідно з рисунком 1, спина найбільше страждає від більшості видів діяльності, що виконуються працівниками будівельної галузі, з меншим впливом на коліна, а потім на плечі. Щодо ризику виникнення пов'язаних з роботою опорно-рухових розладів, вони частіше виникають при повторюваних рухах і коли працівник виконує свою роботу, стоячи на колінах, зігнувшись, нахилившись або повзаючи. Що стосується середньої кількості днів непрацездатності через травми, найбільше страждає плечовий суглоб. Відомо, що для підтримки руху деяких ділянок тіла потрібна більша сила або крутний момент. Електромеханічні системи дозволяють керувати рухами, які сприяють мобільності деяких частин тіла, і деякі з цих систем використовуються при розробці екзоскелетів та протезів. На рис. 2 представлена схема, яка ідентифікує рух актуаторів, реалізованих для підтримки процесу скорочення м'язів у найбільш уразливих зонах, таких як ноги, руки, спина та плечі. Представлена схема пневматичних або гідравлічних приводів, які замінюють діяльність м'язів, що приносить користь діяльності працівника та забезпечує більшу точність, майстерність і здатність до рухів.

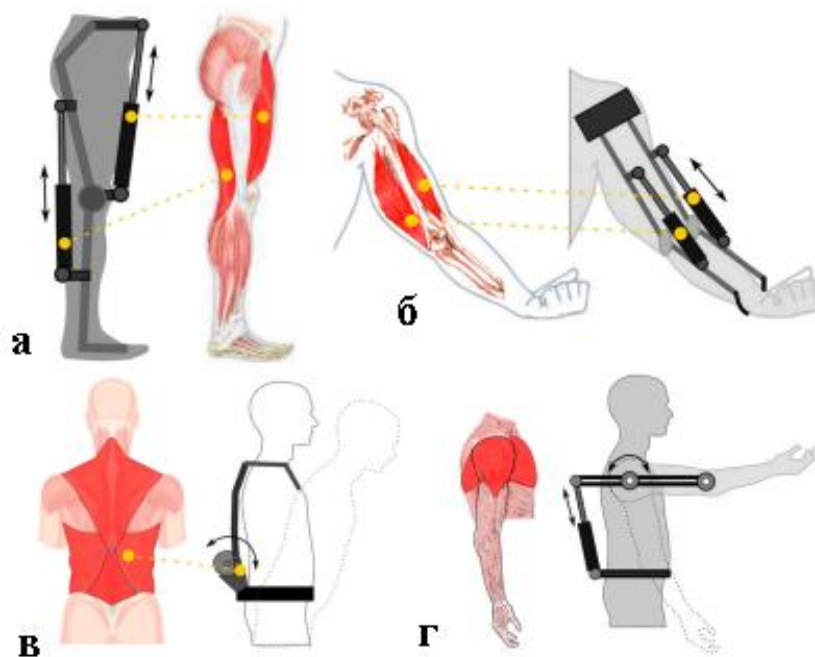


Рис. 2. Схема допомоги актуаторів екзоскелету в русі м'язів для (а) ноги, (б) руки, (в) спини та (г) плеча

Висновки. Майбутнє екзоскелетів має багатообіцяючі перспективи, позначені постійними дослідженнями та розробками, спрямованими на підвищення їх функціональності, комфорту та ефективності у різних професійних сферах. Експертні висновки та дослідження представляють різні шляхи подальшого розвитку екзоскелетів. Розумний підхід передбачає більш глибоке вивчення використання екзоскелетів для запобігання травм опорно-рухового апарату за допомогою рандомних контрольованих досліджень. Такий підхід дозволить надати надійні дані щодо ефективності екзоскелетів у зменшенні професійних ризиків. Для всебічного розуміння можливості застосування екзоскелетів необхідно проведення досліджень, що охоплюють різноманітні вибірки на основі віку, статі, стану здоров'я та професійних завдань. Такий підхід дозволить отримати цілісне уявлення про ефективність екзоскелетів у різних робочих середовищах.

Список використаних джерел

1. Екзоскелет (біоніка) [Електронний ресурс]. URL: <http://surl.li/rmndk> (дата звернення: 14.02.2024).
2. Як працює екзоскелет [Електронний ресурс]. URL: <http://thefuture.news/exoskeleton> (дата звернення: 14.02.2024).
3. Ford почав використовувати екзоскелети на своїх заводах в Іспанії [Електронний ресурс]. URL: <https://ukr.media/auto/344642/> (дата звернення: 14.02.2024).
4. Schwerha D. J., McNamara N., Nussbaum M. A., Kim S. Adoption potential of occupational exoskeletons in diverse enterprises engaged in manufacturing tasks. *Int. J. Ind. Ergon.* 2021. P. 82.
5. Riccò M., Ranzieri S., Vezzosi L., Balzarini F., Bragazzi N. L. Wearable Exoskeletons on the Workplaces : Knowledge, Attitudes and Perspectives of Health and Safety Managers on the implementation of exoskeleton technology in Northern Italy. *Acta Biomed.* 2021. P. 92.