УДК 331.45

Хорошавцев М.В., студент БГс-181
Артинова С.Г., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

Khoroshavtsev MV, student of BGs-181
Artinova SG, Senior lecturer
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

СНИЖЕНИЕ ТЯЖЕСТИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ, А ТАК ЖЕ ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

REDUCING THE SEVERITY OF THE LABOR PROCESS BY INTRODUCING INDUSTRIAL EXOSKELETONS, AS WELL AS THEIR CLASSIFICATION

Несмотря на постоянное техническое совершенствование и автоматизацию технологических процессов, результатом которых является улучшение условий труда на рабочем месте, тем не менее, остается большое количество профессий, характеризующихся значительным влиянием тяжести трудового процесса на работников. На данный момент основными профессиями, на которых физический труд превышает гигиенические нормативы являются: сборщики, монтажники, строители, грузчики, бурильщики, сварщики, кузнецы, физические нагрузки на которых приводят к многочисленным травмам и профессиональным заболеваниям [1]. Так же, тяжесть труда оказывает негативное влияние не только на организм человека, но и на его работоспособность, что является фактором снижения эффективности, как отдельно взятого работника так и всего предприятия в целом.

Только по данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в РФ в 2022 году» [2], доля профессиональных заболеваний связанных с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением отдельных органов и систем в 2022 году составляет 20,7% от общего числа профессиональных заболеваний в Российской Федерации. Первое место среди которых занимают радикулопатии пояснично-крестцового и заболевания шейного отделов позвоночника (46,45 %). Второе место – болезни мягких тканей, связанные с функциональным перенапряжением (30,55 %). Третье место – моно- и полинейропатии (20,52 %). На долю мышечнотонического синдрома шейного и пояснично-крестцового уровня проходится 2,48 %.

Исходя из вышесказанного снижение тяжести труда рабочего персонала является одной из важнейших составляющих в обеспечении безопасных

условий труда .

Одним из методов снижения тяжести трудового процесса является внедрение промышленных экзоскелетов. Согласно ГОСТ Р 12.4.306-2023 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения» промышленные экзоскелеты классифицируются по следующим признакам:

По защищаемой анатомической области тела человека, то есть предназначенные для защиты:

- верхних конечностей;
- нижних конечностей;
- шейного отдела позвоночника;
- грудного отдела позвоночника;
- пояснично-крестцового отдела позвоночника;
- комбинированные.

По типу физической нагрузки на опорно-двигательный аппарат, от влияния которой осуществляется защита от:

- динамических нагрузок (физических нагрузок, характеризующихся периодическими сокращениями и расслаблениями скелетных мышц с целью перемещения тела или отдельных его частей);
- статических нагрузок (физических нагрузок, характеризующихся непрерывным сокращением скелетных мышц без изменения их длины с целью удержания положения тела или отдельных его частей);
- статико-динамических нагрузок (физических нагрузок, характеризующихся сочетанием статических и динамических нагрузок).

По способу использования источника энергии:

- активные;
- полуактивные;
- пассивные [3].

Внедрение промышленных экзоскелетов позволит снизить риск получения заболеваний и травм, связанных с опорно-двигательным аппаратом, при этом повышая производительность труда и улучшая условия труда.

Принцип работы экзоскелетов:

Экзоскелеты с активным источником энергии. Данные модели приводятся в движение за счет приводами, такими как электродвигатели, пневматические и гидравлические устройства и другими типами приводов, например искусственными мышцами. Основным преимуществом такого типа экзоскелетов является наибольшая эффективность, за счет использования внешних источников энергии, при этом снижая энергетические затраты оператора. Ключевые недостатки данных устройств состоят в их сложности изготовления, дороговизне, а так же в высоком энергопотреблении, что уменьшает их автономность. При отсутствии высокоэффективного источника

энергии экзоскелеты активного типа становятся малоэффективны, так как единственны выходом является питание исполнительного механизма через сеть. Первым путем решения данной проблемы могут стать аккумуляторы высокой емкости, но на данный момент на рынке отсутствуют аккумуляторы высокой емкости при малых габаритах, основным видом аккумулятора на данный момент являются литий-ионные аккумуляторы . Вторым методом решения данного вопроса является развитие альтернативных источников энергии, например использование электрохимических генераторов, работающих за счет окисления водорода и получение водяного пара, азота и электричества. Плюсом такой данной силовой установки является её маленькие габариты, относительно литий-ионных ионных аккумуляторов. В качестве примера можно рассмотреть модель отечественного активного экзоскелета «ExoHeaver Active Electric». В настоящий момент данная модель используется на предприятиях ПАО ГМК «Норильский Никель»[4].

Рисунок 1- Активный экзоскелет ExoHeaver Active Electric

Пассивные экзоскелеты. Данный тип в качестве энергии использует перераспределение кинетической энергии тела (происходит перераспределение нагрузки на разные группы мышц и суставы). Основными плюсами данного экзоскелета являются его независимость от внешних источников питания, небольшая масса и простота изготовления, низкая стоимость изделия. Главными недостатками являются относительно низкая скорость передвижения, индивидуальная необходимость в анатомической параметризации. В качестве примера можно рассмотреть модель отечественного пассивного экзоскелета «ExoHeaver 3Hander».В настоящее время данная модель используется на предприятиях ПАО ГМК «Норильский Никель» и ПАО «ГазПромНефть» [4].

Рисунок 2- Пассивный экзоскелет ExoHeaver 3Hander

Таким образом, можно сделать вывод, что промышленные экзоскелеты являются перспективной технологией по уменьшению величины внешней механической нагрузки на организм работника, что позволит снизить воздействие тяжести трудового процесса, а так же увеличить эффективность труда при улучшении общефизического состояния трудящихся. Это показывает целесообразность развития и применения экзоскелетов в различных областях промышленности, а так же актуальность данного направления исследований.

Список литературы:

1. Орлов И.А., Алисейчик А.П., Меркулова А.Г., Комарова С.В., Белая О.В., Грибков Д.А., Подопросветов А.В., Павловский В.Е., Ефимов А.Р., Бетц К.В. Актуальность использования промышленных экзоскелетов для снижения количества профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата верхней части тела. Мед. труда и пром. экол. 2019; 59 (7). htt p://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-412-416 ;

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 г. [Электронный ресурс]: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.- URL: // https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/b50/t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf (дата обращения 12.10.2023);

3. ГОСТ Р 12.4.306-2023. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата. Экзоскелеты промышленные. Классификация. Термины и определения [Текст].– Введ. 2023-11-01. – М.: Изд-во стандартов, 2023. – 3с.;

4. Экзомед- промышленные экзоскелетные комплексы. [Электронный ресурс]: URL: // https://exomed.org/ (дата обращения 12.10.2023).

References

1. Orlov I.A., Aliseychik A.P., Merkulova A.G., Komarova S.V., Belaya O.V., Gribkov D.A., Podoprosvetov A.V., Pavlovsky V.E., Efimov A.R., Betts K.V. Relevance of using industrial exoskeletons to reduce the number of occupational diseases of the musculoskeletal system of the upper body. Med. labor and prom. ecol. 2019; 59 (7). htt p://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-412-416;

2. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2022 [Electronic resource]: State Report. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being,2023.368p.-
URL://https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/b50t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf (accessed 12.10.2023);

3. GOST R 12.4.306-2023. The system of occupational safety standards. Personal protective equipment of the musculoskeletal system. Industrial exoskeletons. Classification. Terms and definitions [Text].– Introduction. 2023-11-01. – Moscow: Publishing House of Standards, 2023. – 3s.;

4. Exomed- industrial exoskeletal complexes. [Electronic resource]: URL: // https://exomed.org / (accessed 12.10.2023).