

УДК 687.13

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОРРИГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТСКОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОДЕЖДЫ

¹Слесарчук И.А., ²Помазкова Е.И., ²Медведев А.М.

¹ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: slesarchuk65@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», Благовещенск, e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Ограниченность на современном рынке актуального ассортимента лечебно-профилактической одежды с эффектом коррекции осанки, обеспечиваемым посредством механического воздействия на тело человека встроенных элементов, связана главным образом с трудностями, обусловленными установлением их научно-обоснованных параметров. Новизна предлагаемого подхода к проектированию лечебно-профилактической одежды с позиций биоуправления и отсутствие исследований по разработке способов проектирования специальных технических средств – корригирующих элементов, обеспечивающих реализацию данного подхода, обусловили актуальность темы настоящего исследования. На основе теоретических исследований разработан аналитический способ определения параметров конструктивных элементов, позволяющий в зависимости от величины прикладываемого усилия, механических и геометрических характеристик обоснованно осуществлять выбор материалов, геометрии сечения и размеров элементов с точки зрения достижения эффекта целенаправленной коррекции.

Ключевые слова: лечебно-профилактическая одежда, корригирующие элементы, эффект коррекции осанки, механические и геометрические характеристики

WAY OF DETERMINATION OF PARAMETERS OF CORRECTIVE ELEMENTS OF CHILDREN'S PREVENTIVE CLOTHES

¹Slesarchuk I.A., ²Pomazkova E.I., ²Medvedev A.M.

¹Vladivostok State University of Economy and Service, Vladivostok, e-mail: slesarchuk65@mail.ru;

²Amur State University (ASU), Blagoveshchensk, e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Limitations in the current market the actual range of preventive and curative clothes with the effect of posture correction provided by mechanical impact on the human body is built-in items, associated mainly with the difficulties caused by the establishment of science-reasonable parameters. The novelty of the proposed approach to the design of preventive and curative clothes from positions of biocontrol and the lack of research on the development of methods for the design of special technical means – corrective elements, ensuring that this approach led to the relevance of the topic of this study. On the basis of theoretical researches the analytical way of determination of parameters of constructive elements allowing depending on the size of the enclosed effort of mechanical and geometrical characteristics reasonably is developed to carry out a choice of materials, geometry of section and the sizes of elements from the point of view of achievement of effect of purposeful correction.

Keywords: medical-preventive clothes, corrective elements, the effect of posture correction, mechanical and geometrical characteristics

При проектировании лечебно-профилактических изделий для коррекции осанки в практической деятельности используют подход, при котором оздоровительное действие достигается посредством обеспечения жесткой фиксации позы с целью принудительной стабилизации правильной формы фигуры человека [7]. Формоустойчивые конструкции, однако, не только не способствуют укреплению мышечного корсета, но и являются своеобразными «подпорками» для организма, нередко подменяя функциональное развитие собственных мышц человека.

В предложенном авторами [5] подходе к созданию одежды для профилактики и лечения различных нарушений осанки использованы принципы биоуправления, основанные на кибернетических представлениях о механизмах регуляции и управления системами организма человека посредством об-

ратной связи. В качестве средства управления процессом коррекции нарушений осанки предложено рассматривать специализированную плечевую одежду со встроенными вертикальными корригирующими элементами вдоль лопаточных и паравертебральных линий на спинке и поясным элементом в области мышц брюшного пресса, позволяющими осуществлять целенаправленное воздействие на соответствующие нейросенсорные зоны организма [4]. Встроенные вертикальные конструктивные элементы одежды в данном случае служат в качестве передатчиков определенной информации кожным рецепторам (проприорецепторам), отвечающим за управление двигательными функциями мышц позвоночника.

В настоящее время основные трудности при проектировании подобной одежды заключаются в необоснованности выбора ге-

ометрических и механических параметров вертикальных корректирующих элементов, и, следовательно, отсутствии гарантий в обеспечении необходимого эффекта коррекции осанки.

Целью работы явилась разработка способа определения параметров вертикальных конструктивных элементов профилактической одежды, обеспечивающих эффект коррекции осанки.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является школьная профилактическая одежда в виде жилета со специальными встроенными вертикальными корректирующими элементами. Для определения параметров этих элементов использован метод математического моделирования на основе теории сопротивления материалов.

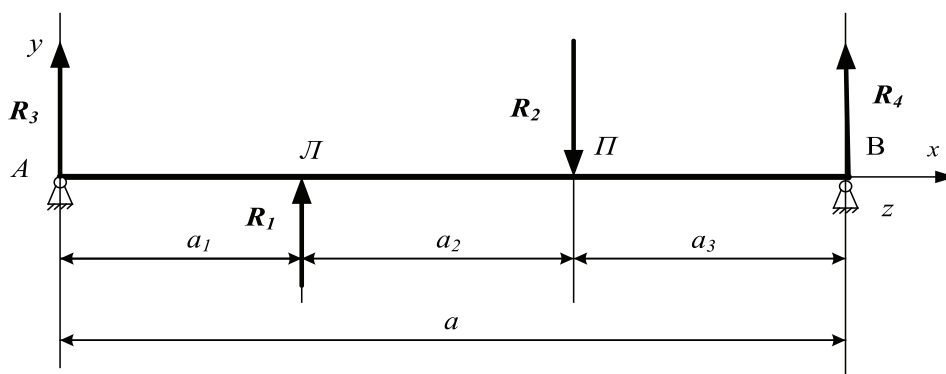
Результаты исследования и их обсуждение

Решение задачи определения параметров вертикальных конструктивных элементов на спинке было осуществлено с ис-

пользованием в качестве модели коррекции деформации позвоночника схемы четырехточечного изгиба балки под действием двух противоположно направленных сил – со стороны спины в области лопаток и в области живота на уровне поясничной точки, производимых корректирующими элементами (рисунок). Расстояния a, a_1, a_2, a_3 согласно ГОСТ 17916-86 [2] и ГОСТ 17917-86 [3] представляют собой разность соответствующих антропометрических размерных признаков тела ребенка.

Пластину вертикального корректирующего элемента лечебно-профилактической одежды, оказывающего целенаправленное воздействие на лопатки, в этом случае можно рассматривать как упругую линию, которая описывается приближенным дифференциальным уравнением упругой линии (для малых деформаций) [1]:

$$y'' = \pm \frac{M(x)}{EI(x)}. \quad (1)$$



Модель коррекции деформации позвоночника в виде схемы загрузки балки сосредоточенными силами:

R_1, R_2 – усилия, оказываемые корректирующими элементами жилета на уровнях соответственно лопаточной и поясничной точек; R_3, R_4 – реакции опор; a – расстояние, определяемое разностью высот шейной и ягодичной точек (Т10–Т86); a_1 – расстояние, определяемое разностью высот шейной и лопаточной точек (Т10–Т87); a_2 – расстояние между лопаточной и поясничной точками, определяемое разностью соответствующих высот (Т87–Т7); a_3 – расстояние между поясничной и ягодичной точками (Т7–Т86)

Максимальный изгибающий момент в пластине определим по методу сечений:

$$M(x) = R_3x - R_1(x - a_1) = (R_3 - R_1)x + R_1a_1. \quad (2)$$

Выразив силу R_3 через R_1 и R_2 , получим

$$M(x) = \frac{R_2a_3 - R_1(a_2 + a_3 + a)}{a}x + R_1a_1. \quad (3)$$

Используя ранее полученное соотношение противодействующих сил коррекции деформации позвоночника в области

спины и живота для профилактической школьной одежды [6] при замене $R_2 = 2R_1$, получим

$$M(x) = \frac{R_1a_3 - R_1a_2 - R_1a}{aa}x + R_1a_1 = R_1 \left(\frac{a_3 - a_2 - a}{a}x + a_1 \right). \quad (4)$$

В результате подстановки полученного выражения для изгибающего момента $M(x)$ уравнение (1) примет вид

$$y'' = \frac{R_1}{EI} \left(\frac{a_3 - a_2 - a}{a} x + a_1 \right). \quad (5)$$

Для упрощения выражения (5) произведем замену:

$$w(x) = \frac{CDx^3 + 3a_1Cx^2}{6} = \frac{C}{6} x^2 (Dx + 3a_1). \quad (7)$$

После подстановки вместо C и D соответствующих выражений, замены $a_3 = a - a_1 - a_2$ и выполнения преобразований уравнение прогиба пластины $w(x)$ примет вид

$$w(x) = \frac{R_1}{6EI} \left(\frac{a - 2a_1 - 2a_2}{a} x^3 + 3a_1 x^2 \right) \quad (8)$$

Анализируя полученную зависимость (8), можно сделать вывод, что прогиб пластины $w(x)$ зависит от усилия R_1 , действующего в области лопаточной точки, размерных признаков ребенка и характеристик сечения пластины – модуля упругости E , определяющего упругие свойства пластины, и момента инерции сечения пластины $I(x)$, характеризующего профиль поперечного сечения пластины. Зная величину усилия R_1 , величину прогиба $w(x)$ пластины, задаваемой нормативной величиной грудного кифоза, варьируя механическими (модуль упругости E) и геометрическими характеристиками сечения $I(x)$, можно с точки зрения достижения эффекта целенаправленной коррекции обоснованно осуществлять выбор материалов для изготовления корректирующих элементов (металл, пластмасса и т.д.) и определение профиля их сечения.

$$P_1 = \frac{3w(a_1)EI}{S(T10 - T86)^2 (T10 - 2T86 + T7)}, \quad (10)$$

где S – площадь поперечного сечения пластины, m^2 .

Задачей дальнейших исследований является проведение экспериментальных работ для установления степени адекватности полученных теоретических зависимостей.

Заключение

Таким образом, в результате теоретических исследований разработан способ определения параметров корректирующих элементов профилактической детской одежды, позволяющий обоснованно с точки зрения достижения эффекта целенаправленной

$$C = \frac{R_1}{EI}; \quad D = \frac{a_3 - a_2 - a}{a}.$$

Тогда (5) примет следующий вид:

$$y'' = C (Dx + a_1). \quad (6)$$

Проинтегрировав последовательно это выражение два раза, получим прогиб пластины $w(x)$:

Поскольку для целей проектирования профилактической одежды важен вопрос определения корректирующего усилия именно в области лопаточной точки ($x = a_1$), предложена аналитическая зависимость величины прогиба элемента от величины усилия и жесткости пластины (EI) на уровне лопаточной точки:

$$w(a_1) = \frac{R_1}{3EI} a_1^3 \left(\frac{2a - a_1 - a_2}{a} \right). \quad (9)$$

Требуемая для коррекции осанки величина прогиба вертикального конструктивного элемента жилета $w(a_1)$ является известной величиной и задается в соответствии с медицинскими требованиями нормативной величиной грудного кифоза. Основной вопрос состоит в определении величины корректирующего давления P_1 в области лопаток. Используя формулу (9) и учитывая, что $R_1 = P_1 S$, получено аналитическое выражение для определения величины корректирующего давления P_1 в области лопаток, зависящего от жесткости, размеров и конфигурации элемента и положения антропометрических точек, характеризующих физиологические изгибы позвоночного столба:

коррекции на ранних стадиях проектирования осуществить выбор материалов и геометрических характеристик конструктивных элементов.

Установлено, что величина необходимого корректирующего усилия в области лопаток P_1 зависит главным образом от материала конструктивных элементов (модуль упругости E) и геометрических характеристик профиля их поперечного сечения (конфигурации, определяемой моментом инерции I , и площади S).

В соответствии с этим определены пути дальнейших исследований в направлении

нахождения оптимальных вариантов сочетания материалов, из которых могут изготавливаться конструктивные элементы корректирующей одежды, а также размеров и формы их сечения.

Список литературы

1. Беляев Н.М. Сопrotивление материалов. – 15-е изд., перераб. – М.: Наука, 1976. – 608 с.
2. ГОСТ 17916-86 – Фигуры девочек типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: Стандартинформ, 2006. – 94 с.
3. ГОСТ 17917-86 – Фигуры мальчиков типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: Стандартинформ, 2006. – 94 с.
4. Помазкова Е.И. Проектирование детской одежды с заданными профилактическими свойствами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Владивосток, 2012. – 25 с.
5. Слесарчук И.А., Помазкова Е.И., Кривошеев В.П. Концепция проектирования детской профилактической одежды на основе теории управления // Швейная промышленность. – 2013. – № 2. – С. 16–18.
6. Слесарчук И.А., Помазкова Е.И., Медведев А.М. Определение корригирующего давления в профилактической одежде школьников // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: www.science-education.ru/118-13841.
7. Шаммут Ю.А. Совершенствование процессов конструкторско-технологической подготовки производства корсетных изделий специального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иваново, 2005. – 20 с.

References

1. Beljaev N.M. Soprotivlenie materialov / N.M. Beljaev; izd.15, pererab. M.: Nauka, 1976. 608 s.
2. GOST 17917-86 Figury mal'chikov tipovye. Razmernye priznaki dlja proektirovanija odezhdy. M.: Standartinform, 2006. 94 p.
3. GOST R51219-98 «Izdelija medicinskie j elasticheskie fiksirujushhie i kompressionnye». M.: Izd-vo standartov, 1999. 18 p.
4. Pomazkova E.I. Proektirovanie detskoj odezhdy s zadannymi profilakticheskimi svojstvami. Avtoref. ... kand. tehn. nauk Vladivostok, 2012. 25 p.
5. Slesarchuk I.A., Pomazkova E.I., Krivosheev V.P. Konceptija proektirovanija detskoj profilakticheskoj odezhdy na osnove teorii upravlenija. Shvejnaja promyshlennost', 2013. no. 2, pp. 16–18.
6. Slesarchuk I.A., Pomazkova E.I., Medvedev A.M. Opredelenie korrigirujushhego davlenija v profilakticheskoj odezhdě shkol'nikov // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 4; URL: www.science-education.ru/118-13841.
7. Shammut Ju.A. Sovershenstvovanie processov konstruktorsko-tehnologicheskoy podgotovki proizvodstva korsetnyh izdelij special'nogo naznachenija : avtoref. dis. kand. tehn. nauk / Julija Anatol'evna Shammut. Ivanovo, 2005. 20 p.

Рецензенты:

Старкова Г.П., д.т.н., профессор кафедры сервисных технологий, зам. проректора по научной работе, ВГУЭС, г. Владивосток;
Шеромова И.А., д.т.н., профессор кафедры сервисных технологий, ВГУЭС, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 19.12.2014.