

- нагрузка, возникающая при растяжении образца на заданную величину деформации  $\varepsilon_{\text{полн}} = 15\%$  –  $P_0, \text{H}$ ;  
– работа, затрачиваемая на растяжение образца материала (соответствующая площади фигуры OAB, рисунок 2) –  $S_p$ , Дж:

$$S_p = \int_0^{OB} f\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (3)$$

- работа, высвобожденная исследуемым телом при снятии внешней силы (площадь фигуры CAB) –  $S_2$ , Дж:

$$S_2 = \int_{OC}^{OB} g\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (4)$$

- рассеивание (диссипация) механической энергии в материале –  $S_1$ , Дж:

$$S_1 = \int_0^{OB} f\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) - \int_{OC}^{OB} g\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) d\left(\frac{\Delta l}{l_p}\right) \quad (5)$$

- относительная затраченная энергия  $Z$ , %, равная отношению механических потерь к общей энергии цикла:

$$Z = \frac{S_1}{S_{\partial}} \cdot 100\% \quad (6)$$

Разработанная методика позволит обеспечить сопоставимые условия испытания различных по структуре ИК и СК, максимально приближенные к реальным условиям их работы в процессе формования верха обуви на колодке, и получить наиболее полную и объективную характеристику их упруго-пластических свойств.

#### Список использованных источников

1. ГОСТ 17216-71. Кожа мягкая искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. – введ. 1973 – 01 – 01. – Москва : Изд-во стандартов, 1973. – 6 с.
2. TGL 12972/06 – 81. Искусственная кожа. Испытание на растяжение. – 3 с.
3. DIN 53360-82. Метод определения общего растяжения, статического растяжения. – 2 с.
4. PN – 72/ O – 91131. Обувные материалы. Определение коэффициента формоустойчивости.
5. TGL 37428 – 82. Обувные материалы. Испытание синтетических материалов для верха обуви. Определение эффекта стабилизации.
6. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.
7. Зыбин, А. Ю. Метод определения формоустойчивости материалов для верха обуви / А. Ю. Зыбин, Л. В. Белоброва, Т. С. Горнецкая // Кожевенно-обувная промышленность – 1978. – № 7. – С. 43 – 44.
8. Чаха, Ян. Физические свойства синтетических кож в сравнении со свойствами натуральных кож / Ян Чаха, Карел Мотычка, Вацлав Свобода. – Материалы конференции по выработке и применению синтетических кож. – Боботех, 1969. – 29 с.

УДК 687.15

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДЕЖДЫ С УТЯЖЕЛИТЕЛЯМИ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ТЕЛА РЕБЕНКА-ИНВАЛИДА

*Заев В.А., д.т.н., проф., Панферова Е.Г., к.т.н., доц.  
Новосибирский технологический институт (филиал) «МГУДТ»,  
г. Новосибирск, Российская Федерация*

**Ключевые слова:** дети-инвалиды, детский церебральный паралич, проектирование одежды, элементы реабилитации.

**Реферат.** В статье описаны результаты исследования проведенного для совершенствования методики проектирования одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов, больных детским церебральным параличом. При проектировании одежды с утяжеляющими элементами, необходимо учитывать условие сохранения равновесия тела ребенка в этой одежде в динамике. Детям-инвалидам, имеющим поражение функций опорно-двигательного аппарата, в отличие от здоровых детей, удерживать равновесие значительно труднее, тем более при ходьбе. Математическая модель процесса ходьбы ребенка с детским церебральным параличом должна учитывать работу различных частей тела ребенка и множества мышц. На первом этапе разработана расчетная схема и математическая модель движения нижней конечности (ноги) ребенка-инвалида при ходьбе. Нога представлена в виде трехзвенного механизма. Составлена система дифференциальных уравнений, описывающих движение рассматриваемого механизма. В дальнейшем предполагается разработка математических моделей движения остальных элементов тела ребенка-инвалида, и составление обобщенной математической модели движения ребенка. На основе этой модели будет возможно определение положения нового центра масс системы

(тела ребенка в одежде с утяжелителем) в движении, что позволит проверить условие сохранения равновесия тела ребенка-инвалида.

Детский церебральный паралич (ДЦП) – это тяжелое заболевание центральной нервной системы, ведущее к двигательным нарушениям [1].

Коррекция патологических поз составляет неотъемлемую часть комплексной терапии церебральных параличей. Внедрение элементов реабилитации (утяжелителей) в повседневную одежду позволяет скорректировать осанку и двигательные нарушения ребенка-инвалида, тем самым повысив эффект от медикаментозного лечения и лечебной физкультуры.

Важным отличием одежды с элементами реабилитации от лечебной одежды является ее пригодность для более длительного использования. Поэтому эта одежда, прежде всего, должна быть комфортной и удобной, не стеснять движений ребенка, способствуя улучшению его самочувствия. Кроме того, при проектировании одежды с утяжелителями, должно быть обеспечено сохранение равновесия тела ребенка при использовании данной одежды в динамике (движении).

Сохранение равновесия тела возможно лишь тогда, когда проекция его общего центра тяжести находится внутри площади опоры. В противном случае тело падает. Сохранение равновесия тела ребенка, при внешней легкости, является трудной задачей, учитывающей строение скелета и действие переменных внешних сил.

А в отличие от здоровых детей, детям с ДЦП, имеющим поражение функций опорно-двигательного аппарата (ОДА), удерживать равновесие значительно труднее, тем более при ходьбе.

Для детей, больных ДЦП, характерен спазм мышц конечностей, нарушение двигательной и чувствительной функций, появление контрактур (обычно сгибательно-приводящего типа) и др. Отмечается также повышение сухожильных рефлексов, появление патологических рефлексов, повышение мышечного тонуса (гипертонус отдельных мышц), понижение мышечной силы и работоспособности, нарушение координации движений, акта стояния и ходьбы, наличие произвольных движений, синкинезий и т. п.

Для количественной и качественной оценки устойчивости равновесия применяют различные критерии, наиболее приемлемые для конкретных случаев ее проявления, а именно: углы устойчивости, коэффициенты устойчивости, предельные скорости движения.

При ходьбе, как и при других видах локомоторного движения, перемещение тела в пространстве происходит благодаря взаимодействию внутренних (сокращение мышц) и внешних (масса тела, сопротивление опорной поверхности и др.) сил.

Центр тяжести тела при ходьбе наряду с поступательными движениями (вперед), совершает еще движения боковые и в вертикальном направлении.

Помимо мышц нижних конечностей, при ходьбе включаются в динамическую работу почти все мышцы туловища, шеи и верхних конечностей. Поэтому математическая модель ходьбы тела человека является сложной. А математическая модель ходьбы тела ребенка с ДЦП усложняется еще и тем, что эти дети имеют различные отклонения от траектории движения здоровых сверстников. Причем отклонения эти имеют большую вариабельность, в зависимости от формы ДЦП.

При ходьбе на человека действуют следующие силы: сила тяжести ( $P$ ) и силы опорной реакции на стопах правой и левой ног – ( $F_{п}$ ) и ( $F_{л}$ ).

При движении нижних конечностей в процессе ходьбы в тазобедренном (ТБС), коленном (КС) и голеностопном (ГСС) суставах возникает момент вращения. Момент вращения равен произведению силы тяжести ( $P$ ) на ее плечо ( $l$ ). [2] Чем больше плечо силы тяжести, тем больший момент вращения она имеет по отношению к суставу.

На основе второго закона динамики (2-ой закон Ньютона) можно: зная движение точки, определить действующую на точку силу или, наоборот, зная действующие на точку силы, определить закон ее движения. [3]

При движении тела ребенка перемещается и его центр масс (ЦМ).

Координаты ЦМ тела ребенка определяются по формуле, ранее предложенной в работе. [4] Аналогично можно определить скорость и ускорение ЦМ тела ребенка.

Но, как было сказано выше, математическая модель ходьбы ребенка с ДЦП является сложной, учитывающей работу различных частей тела ребенка и множества мышц.

Поставленную задачу необходимо разбить на части: разработать математические модели движения туловища, шеи, верхних и нижних конечностей, а затем объединить это в одну математическую модель.

На первом этапе разработана расчетная схема нижней конечности (ноги) ребенка-инвалида, на основе которой разработана математическая модель движения ноги. Нога представлена, как механизм, состоящий из трех звеньев (бедро, голень и стопа), соединенных между собой суставами (тазобедренным, коленным и голеностопным). В суставах проектируются вращательные движения. Положение звеньев определяется углами  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ . На звенья механизма действуют соответствующие моменты вращения и силы веса.

При разработке математической модели все звенья механизма моделируются в форме цилиндра, центры масс  $ЦМ_1, ЦМ_2, ЦМ_3$  совпадают с геометрическими центрами звеньев 1-3.

В качестве обобщенных координат рассматриваются углы поворота  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  каждого из звеньев относительно их центров масс.

Для получения дифференциальных уравнений движения данной системы воспользовались уравнениями Лагранжа 2-го рода в форме [3]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

Так как все звенья рассматриваемой системы совершают плоское движение, кинетическая энергия каждого звена будет складываться из кинетической энергии вращательного и поступательного движения.

Для определения обобщенных сил  $Q_i$  воспользовались принципом возможных перемещений. Сообщаем системе виртуальное перемещение  $\delta\varphi_1$  и находим на нем работу всех сил и моментов, приложенных к системе на каждом этапе движения трехзвенника.

$$Q_i = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \delta\varphi_i}{\delta\varphi_i} \quad (2)$$

После соответствующих преобразований получена система дифференциальных уравнений, описывающих движение рассматриваемого механизма.

В продолжение этой работы необходимо составить уравнения движения и разработать математические модели движения остальных элементов тела ребенка-инвалида (туловища, шеи и верхних конечностей), составить обобщенную математическую модель движения ребенка и определить положение ЦМ системы (тела ребенка-инвалида) в одежде с расположенным на ней утяжелителем, в движении. Проверить выполнение условия сохранения равновесия тела ребенка.

#### Список использованных источников

1. Шипицина Л.М. Детский церебральный паралич: Хрестоматия / Л.М. Шипицина, И.И. Момайчук – М.: Инст. Общ. Гум. Исслед., 2003. – 519 с.
2. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика: Учеб. для сред. и высш. учеб. заведений. – М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672с.
3. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. Для вузов. / С.М.Тарг. – 10-е изд., перераб. и доп.. – М.: Высш. шк., 1986. – 416с., ил.
4. Заев В.А., Панферова Е.Г. Проектирование одежды с элементами реабилитации для детей-инвалидов / В.А. Заев, Е.Г. Панферова // Известия вузов. Технология легкой промышленности, 2011. – №3. – С.63-67.

УДК 687.02.658.011.54/58

## К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Иванова Н.Н., ст. преп., Чонгарская Л.М., доц., Сафонова О.Н., студ.  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

**Ключевые слова:** швейное производство, нормирование технологических операций, факторы, ранжирование.

**Реферат.** Статья посвящена вопросу совершенствования технологической подготовки швейного производства.

Автоматизация процесса технологической подготовки моделей к запуску в производство недостаточно внедрена на швейных предприятиях. Современное состояние автоматизации технологической подготовки производства требует новых подходов, соответствующих уровню развития информационных технологий.

Решение задачи автоматизированного проектирования технологических процессов – одно из актуальных направлений совершенствования проектирования технологических потоков.

Сущность проблемы заключается в том, что проектирование технологических процессов изготовления швейных изделий является трудоёмким и длительным.

Направлением исследования является совершенствование процесса нормирования технологических операций изготовления швейных изделий.

Объектом исследования являются факторы, влияющие на время выполнения технологических операций.

Проведены исследования по выявлению значимости факторов, влияющих на затраты времени выполнения технологических операций, позволяющие увидеть значимость каждого фактора. В результате ранжирования определены наиболее значимые факторы, которые необходимо учитывать при нормировании технологических операций.

Областью возможного практического применения являются технические отделы и другие структурные подразделения швейных предприятий, занимающиеся организацией рабочих мест, проектированием структуры технологических операций и их нормированием.

Результаты работы могут быть использованы для совершенствования технологической подготовки моделей к запуску в производство.

Проектирование потоков по производству одежды – очень сложный, трудоёмкий и длительный процесс, требующий взаимной увязки основных элементов потока. В связи с этим возникает необходимость автоматизации значительной части процесса проектирования.

Одним из сложных и многогранных процессов технологической подготовки производства является процесс нормирования технологических операций, зависящий от многих факторов.

На методику определения нормы времени влияют факторы: тип организации производства и характер труда: ручной, машинно-ручной, автоматизированный.