

Л. Ю. Махоткина, В. А. Козлов, З. С. Соловьева,  
Е. В. Леонова

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПНЕВМОКОСТЮМА-ТРАНСФОРМЕРА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С НАРУШЕННЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ

*Ключевые слова:* пневмокостюм-трансформер, гелий, социальная адаптация, реабилитация, сердечно-сосудистая и суставная патология, травматология.

*Представлены вопросы актуальности проведения исследований по социальной адаптации и реабилитации больных с нарушенными двигательными функциями, к числу которых относятся больные с сердечно-сосудистой или суставной патологией. Сердечно-сосудистые или суставные заболевания считаются главной бедой XX и XI века. Большая часть больных становятся инвалидами, нуждающимися в посторонней помощи. Они вынуждены менять уклад своей жизни, поэтому это не только медицинская проблема, но и социальная. Рассматривается комплекс терапевтических мероприятий, способствующий повышению качественного уровня оказания медицинской помощи при реабилитации больных с нарушенными двигательными функциями.*

*Key words:* Pneumosuit-transformer, helium, social adaptation, rehabilitation, cardiovascular and articulate pathology, traumatology.

*Questions of an urgency of carrying out of researches on social adaptation and rehabilitation of patients with the broken motorial functions, which number patients with a cardiovascular or articulate pathology concern, are presented. Cardiovascular or articulate diseases are considered as the main trouble XX and XI centuries. The most part of patients become the invalids needing assistance. They are forced to change way of the life, therefore it not only a medical problem, but also social. The complex of the therapeutic actions promoting increase of qualitative level of rendering of medical aid at rehabilitation of patients with broken motorial functions is considered.*

### Введение

В настоящее время, в эпоху сверхскоростей, постоянных стрессов проблемы здоровья становятся особенно важными. Основная составляющая нормального образа человека – это движение, причем достаточно частое и интенсивное. Дефицит движения у больных составляет 70–90% от необходимого.

В данной работе рассматриваются больные с нарушенными двигательными функциями, к числу которых относятся больные с сердечно-сосудистой или суставной патологией.

Сердечно-сосудистые или суставные заболевания считаются главной бедой XX и XI века. Ежегодно в России происходит до 400 тысяч инсультов. Возвращаются к прежнему труду не более 20% людей. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН), комплекс расстройств, обусловленных понижением сократительной способности сердечной мышцы, возникает при перегрузке и переутомлении сердца, вызванных различными причинами, в том числе избыточной массой тела. При развившейся ХСН даже нормальная масса тела становится избыточной.

Основа медикаментозного лечения – уменьшение нагрузки на сердце, за счет снижения сопротивления периферических сосудов. Большая часть больных становятся инвалидами, нуждающимися в посторонней помощи. Они вынуждены менять уклад своей жизни, поэтому это не только медицинская проблема, но и социальная.

В процессе реабилитации происходит изменение ориентации – от медицинской модели (установка на болезнь) к антропоцентрической (установка на связь индивида с социальной средой). В соответствии с этим и решается, кем и какими средствами, а также в рамках каких государственных учреж-

дений и общественных структур должна осуществляться терапия.

Важной задачей на данном этапе исследований является разработка реабилитационного костюма-трансформера и его детальная конструктивная проработка для конкретных ситуаций. В настоящее время данная проблема изучена недостаточно.

Таким образом, исследование и разработка теоретических и методических основ организации процесса комплексной реабилитации больных с нарушенными двигательными функциями являются весьма актуальными.

### Экспериментальная часть

Цель исследования: изучение вопросов реабилитации больных с сердечно-сосудистой или суставной патологией с помощью пневмокостюма-трансформера.

Гипотеза исследования: костюм-трансформер, наполненный гелием, снижает вес больных с сердечно-сосудистой или суставной патологией и тем самым способствует активизация двигательных функций.

В соответствии с целью и гипотезой исследования определены следующие задачи:

– психодиагностические исследования больных с нарушенными двигательными функциями; исследование и анализ показателей физиологического состояния больных (частота сердечных сокращений, артериальное давление, температура кожи на локальных участках тела, интенсивность потоотделения, масса тела и др.);

– исследование и анализ существующих моделей одежды (конструкции, свойств материалов, технологии изготовления) для больных с различными заболеваниями, в том числе патентный поиск;

выбор прототипа модели для изготовления костюма, разработка модели пневмокостюма-трансформера;

– выбор пакета материалов и их лабораторные испытания, разработка методов технологической обработки и изготовление пробного образца пневмокостюма;

– апробация пробного образца пневмокостюма на добровольных больных, исследование показателей физиологического состояния больных; уточнение параметров конструктивных особенностей пробного образца;

– разработка рекомендаций по выбору пакета материалов, модельных особенностей конструкции и методов технологической обработки деталей пневмокостюма-трансформера.

Традиционная лекарственная терапия может быть дополнена активизацией двигательной функции у больных с сердечно-сосудистой или суставной патологией, частично облегчающей вес больного. С этой целью, например, применяется такое физиотерапевтическое лечение, как длительное нахождение больных ХСН в воде без физической нагрузки. Однако этот метод имеет ряд недостатков: необходимо посещение бассейнов, где используется хлор, как дезинфектант, присутствующий в воде.

Хлор сам по себе прямо повреждает сердце, возникает риск переохлаждений и простуд, невозможно ведение привычного образа жизни и т. д.

Непосредственное снижение массы тела за счет различных диет, либо голодания мало приемлемо, поскольку нарушает обмен белка и аминокислот в миокарде и усиливает сердечную недостаточность. Предполагается, что даже незначительное постоянное уменьшение веса на 5–10–15 кг позволит улучшить состояние миокарда у больных с нетяжелыми степенями сердечной недостаточности (ХСН 1–2) и задержать прогрессирование этой патологии.

Для активизации двигательной функции у больных, а также облегчения веса тела в данной работе предлагается использование разгрузочного костюма-трансформера, наполненного гелием. Газообразный гелий – легкий, легче воздуха в 14 раз. Он не токсичен, не горюч, не взрывоопасен и безвреден. Гелий плохо растворим в крови, поэтому его использование безопасно. Гелий разрешено применять в любых местах: на концертах, рекламных акциях и т. д.

Хранение гелия осуществляется согласно инструкции Минхимпрома ВСН 6 – 75, которая допускает хранение баллонов с гелием в помещении, где работают люди.

Таким образом, в данной работе предлагается способ снижения нагрузки на миокард с помощью ношения разгрузочного костюма, обеспечивающего снижение веса тела за счет подъемной силы гелия, размещенного в костюме.

Далее приводится расчет необходимого объема гелия: например, какой объем гелия необходим для подъема груза весом 5 кг и какие силы действуют на груз и емкость с гелием.

$$ma = mg + m_2g + F_A;$$

пусть  $a = 0$ , так как это начало движения

$$mg + m_2g + F_A = 0;$$

Рассматривается груз относительно системы координат:

$$0y - mg - m_2g + F_A = 0;$$

$$Mg = -m_2g = F_A.$$

Сила Архимеда рассчитывается по формуле

$$F_A = \rho_B g V_B;$$

где  $\rho_B$  – плотность воздуха,  $V_B$  – объем воздуха.

В решении данного уравнения рассматривается нормальное атмосферное давление.

$$P_0 V_2 = m_2 / \mu_2 RT_0, P_0 = 10^5 \text{ Па},$$

$$T_0 = 273 \text{ К}, \mu_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль.}$$

$$T_0 = 273 \text{ К}, \mu_2 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль.}$$

Выразим  $m_2$ :

$$m_2 = P_0 V_2 \mu_2 / RT_0.$$

$$Mg = m_2g + \rho_B g V,$$

$$m_2g + \rho_B g V,$$

выразим массу:

$$m = m_2 + \rho_B V;$$

$$m = P_0 V_2 \mu_2 / RT_0 + P_0 V_B \mu_B / RT_0 = P_0 / RT_0 (-\mu_2 + \mu_B).$$

Выразив массу, можно найти объем гелия:

$$V_r = m RT_0 / P_0 (\mu_B - \mu_2) = 5 \cdot 8.31 \cdot 273 / 10^5 (29 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}) = 1,5 \text{ м}^3.$$

Расчетным методом выяснили, что для поднятия груза в 5 кг потребуется 1,5 м<sup>3</sup> гелия. Следовательно, для снижения веса на 5 кг потребуется 1,5 м<sup>3</sup> гелия.

Известно, что подъемная сила газа увеличивается с его нагревом. Поэтому при разогреве гелия до температуры тела человека  $t = 35^\circ\text{C}$  потребный объем газа будет еще меньше.

Поэтому предлагается разгрузочный костюм для больных сердечно-сосудистой или суставной патологией для эксплуатации при «плюсовой» температуре от  $13^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$ .

Известно, что на холоде гелий сильно уменьшается в объеме, т.к. газ просто сжимается. Поэтому эксплуатация разгрузочного костюма при отрицательной температуре также допустима.

Костюм должен иметь минимум швов и деталей, чтобы не увеличить общий вес костюма. Для изготовления костюма следует подобрать легкий, упругий и водонепроницаемый материал, достаточно гигиеничный (по типу мембранных).

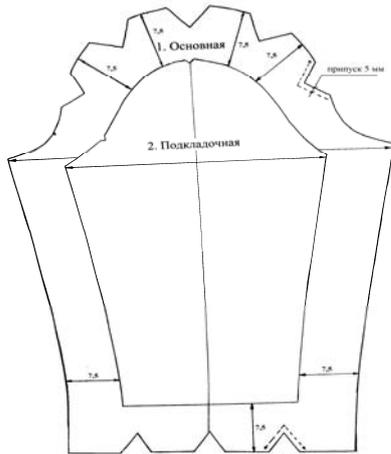
Куртка прилегающего силуэта без боковых швов до линии колена, шов имеется только по плечевым срезам. Куртка имеет съемные воротничок и рукава, фиксируемые при помощи текстильной застежки, на уровне талии предусмотрен пояс и по низу изделия – кулиса. В брюках боковые швы отсутствуют.

В комплект костюма входят дополнительные накладные детали: нарукавники, налокотники, наколенники, набедренники, рюкзак и др., которые можно использовать дополнительно для снижения веса больного. Выбор дополнительных деталей для больных зависит от состояния самого больного.

На рисунке 1 представлено радиально-сферическое лекало, с помощью которого построена конструкция рукава (рис. 2).



**Рис. 1 – Радиально-сферическое лекало**



**Рис. 2 – Конструкция рукава радиально-сферической формы**

На рисунке 3 представлен готовый рукав, подклад которого имеет округлую сферическую форму без складок и морщин, что обеспечивает комфорт в процессе эксплуатации.



**Рис. 3 – Готовый рукав, изготовленный по конструкции радиально-сферической формы**

### Результаты и их обсуждение

Процесс социальной адаптации личности – это сложнейшее общественное явление, которое включает в себя различные стороны жизнедеятельности человека.

Понятие “адаптация” используется в настоящее время во многих областях познания – биологии, философии, социологии, социальной психологии, этике, педагогике, экологии и др. По существу изучение этой проблемы находится на стыке различных отраслей знания и является важнейшим, перспективным подходом в комплексном изучении человека. Сам термин происходит от латинского

слова “приспособление”. И первоначально он использовался в биологии, где рассматривалось приспособление строения и функций организма к условиям существования или привыкания к ним. Человек как неотъемлемая часть животного мира от окружающей природной среды унаследовал приспособительные функции, которые запрограммированы в генетическом коде биологических систем и являются важнейшим фактором самосохранения высокоорганизованного животного индивида. Благодаря адапционным процессам достигается сохранение гомеостаза при взаимодействии организма и среды. Поскольку организм и среда находятся не в статическом, а в динамическом равновесии, их соотношение меняется постоянно и соответственно осуществляются различные процессы адаптации.

Под реабилитацией понимается система мероприятий, цель которых – быстрее и наиболее полное восстановление здоровья человека и возвращение его к активной жизни и общественно полезному труду. Реабилитация представляет собой комплексную систему государственных, медицинских, психологических, социально-экономических, педагогических, производственных, бытовых и других мероприятий. Проблема всесторонней профессиональной реабилитации и занятости больных с нарушенными двигательными функциями, включения их в активную общественную жизнь является актуальной для всего мирового сообщества. Для России она обострена как в силу отсутствия ее практического решения, так и по причине неблагоприятной динамики роста численности данной категории населения с учетом факторов современной экономической ситуации.

Апробация результатов исследования осуществлялась: на всероссийской открытой конференции обучающихся («Национальное Достояние России», Москва 2009г., 2011г. – два Диплома лауреата и диплом победителя конкурса I степени, опубликованы две статьи); межрегиональных «Научное творчество в образовательной области «Технология», Региональном конкурсе молодых дарований среди молодежи в области дизайна одежды и декоративно-прикладного искусства «Территория стиля» (г. Чебоксары; 2010–11 г.г. – два Диплома I степени); IV Республиканском конкурсе инновационных проектов «Участник молодежного научно-инновационного конкурса У.М.Н.И.К 2011г., 2012г.» (Диплом и почетная грамота обладателя грантов, г. Чебоксары 2011, 2012 г.) и межвузовских научно-практических конференциях в рамках «Дней науки» (г. Чебоксары; 2009–11гг); Открытом фестивале науки и искусства «Мир моих увлечений – путь в будущее» (Республика Марий Эл 2009г.), межрегиональном конкурсе «Юность Большой Волги» (г. Чебоксары 2011 г. с публикацией статей); во Всероссийской студенческой Олимпиаде «Проектирование технологических процессов» (г. Омск, 2012 г. - Диплом I степени).

Подана заявка на основной конкурс РГНФ 2014 года «Социальная адаптация и реабилитация больных с нарушенными двигательными функциями

с помощью пневмокостюма-трансформера», регистрационный номер 14-06-00052.

### Выводы

Разработана оригинальная конструкция частей пневмокостюма-трансформера, который будет способствовать уменьшению веса тела больных, тем самым снижая нагрузку на сердечно-сосудистую систему при активной ходьбе.

Научная значимость решения данной проблемы заключается в разработке комплекса терапевтических мероприятий, включающего традиционное лечение (медикаментозное, лечебная физкультура), а также использование пневмокостюма-трансформера, служащего в качестве инструмента и средства коммуникации в процессе реабилитации больных с нарушенными двигательными функциями и последующей социальной адаптации. Предлагаемый комплекс мероприятий будет способствовать повышению качественного уровня оказания медицинской помощи при реабилитации больных с нарушенными двигательными функциями.

Эффективность лечебно-реабилитационных мероприятий должна выражаться в достижении оптимального восстановления нарушенных функций больного и в обеспечении условий приспособления его к окружающей среде в реальной жизни с возможно измененным, в связи с болезнью, социальным положением в обществе.

### Литература

1. *Попов И. И.* Актуальность формирования оздоровительной индустрии и пути ее практической реализации /

*И. И. Попов, В. А. Козлов, Т. С. Гильмутдинов, В. Н. Гаврилов, В. А. Уваров.* – Вторая международная научная школа «Наука и инновации – 2007» ISS «SI–2007». 5–11 июля 2007 г. : материалы школы : под ред. ред. И. И. Попова, В. А. Козлова, А. П. Сухорукова, В. В. Самарцева, В. Г. Зинова, В. Г. Яшина. – Йошкар-Ола : МарГУ, 2007. – С. 138–143.

2. *Петровский, Б. А.* Популярная медицинская энциклопедия / Б. А. Петровский. – М. : Минобрнауки, 2000. – 704 с.

3. *Соловьева, З. С.* Технология швейных изделий / З. С. Соловьева. – Чебоксары : ЧГПУ, 2009. – 134 с.

4. *Соловьева, З. С.* Конфекционирование материалов для одежды / З. С. Соловьева. – Чебоксары : ЧГПУ, 2010. – 174 с.

5. *Леонова, Е. В.* Система автоматизации проектирования эскиза модели подростковой одежды, обеспечивающей психофизиологическую комфортность: автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.13.12 / Е. В. Леонова. – Омск : ОГИС, 2010. – 17 с.

6. *Махоткина Л. Ю.* Антропометрические исследования в системе производства изделий из полимерных материалов / Л.Ю. Махоткина, Л.М.Хузина // Вестник технологического университета. – 2013, Т.16 - №6 – С.101-104.

7. *Гаврилова О.Е.* Перспективы развития исследований полимерных и композиционных материалов в современной химической и легкой промышленности / О.Е.Гаврилова, Л.Л.Никитина, Ю.А.Коваленко // Вестник технологического университета. – 2011. – №6 – С.127-129.

8. Сущностные характеристики социальной интеграции лиц с ограниченными возможностями [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rudocs.exdat.com/>.

---

© **Л. Ю. Махоткина** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. конструирования одежды и обуви КНИТУ, [sapr415@mail.ru](mailto:sapr415@mail.ru); **В. А. Козлов** – д-р биол. наук, проф. каф. химии и биосинтез Чувашского госуд. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева, [rooh12@yandex.ru](mailto:rooh12@yandex.ru); **З. С. Соловьева** – канд. пед. наук, доц. каф. конструирования и технологии швейных изделий того же вуза, [t630430@yandex.ru](mailto:t630430@yandex.ru); **Е. В. Леонова** – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, [elena-vlad.leon@mail.ru](mailto:elena-vlad.leon@mail.ru).