

УДК 687.016.5:687.14

**РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОСТЮМОВ
ДЛЯ ПАРАШЮТНЫХ ВИДОВ СПОРТА**

**DEVELOPMENT OF THE DESIGN PRINCIPLES
OF PARACHUTE-SPORTS COSTUMES**

A.V. КОРНИЛОВИЧ, В.Е. КУЗЬМИЧЕВ
A.V. KORNILOVICH, V.E. KUZMICHEV

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Politechnical University)
E-mail: kshi@ivgpu.com

В статье предложен новый подход к проектированию костюмов для парашютных видов спорта (КПВС), основанный на согласовании антропометрической базы данных и алгоритме выбора материалов. Полученное информационное обеспечение использовано для получения требуемых контуров системы "спортсмен – КПВС".

New approach of wing suits design which are using in parachute sport includes the new anthropometrical database obtained after measuring of sportsmen in dynamic postures and the algorithm of textile materials confection in according with its deformed condition under flying. The couture of ready wing suit that shaped by air flow and legs and arms of sportsmen was taken as final result of wing suit construction.

Ключевые слова: вингсют, парашютный спорт, антропометрия, ткани, конструкция, контур.

Keywords: wingsuit, parachuting, anthropometry, fabrics, design, contour.

Костюм wingsuit [от *англ.* wing – крыло, suit - костюм] – сложно структурированный вид специальной одежды для парашютных видов спорта, включающий защитную оболочку в виде куртки и брюк, объединенных с помощью крыльев, или комбинезона с крыльями, и обеспечивающий спортсмену возможность длительного парения. Конструктивной особенностью костюма является наличие трех крыльев, расположенных между рукавами и станом и между левой и правой половинами брюк [1]. Конструкция костюма wingsuit должна гарантировать выполнение нескольких функций:

- эргономической для обеспечения свободы движений во всех фазах полета [2];
- защитной, обеспечиваемой минимальной воздухопроницаемостью;
- специальной или полетной для парения спортсмена;
- эстетической, поскольку парашютные виды спорта являются зрелищными.

В работе Е.Я.Сурженко [3] рассмотрена кинематика движений верхних и нижних конечностей человека при выполнении различных операций, предложены угловые биомеханические параметры, характеризующие взаимное расположение сегментов тела человека, и установлена их взаимосвязь с параметрами чертежей конструкций спецодежды, эксплуатируемой исключительно на земле. Однако проектирование костюмов для парашютных видов спорта (КПВС) неприемлемо на основе существующих знаний [3], [4], поскольку выполнение всех перечисленных функциональных требований невозможно без следующих исходных данных:

- динамических изменений размеров фигуры в основных спортивных позах;

- поведения тканой оболочки в условиях действия аэродинамических и эргономических нагрузок;

- моделирования контуров костюма в условиях функционирования системы "спортсмен – костюм" в воздушной среде.

Поэтому разработка принципов проектирования КПВС является актуальной проблемой, требующей научного обоснования. Результатом проектирования является костюм с определенным контуром, обеспечивающим требуемый уровень его полетных характеристик. Нами впервые предложен такой подход к конечной цели проектирования. Принципы проектирования включают правила выполнения двух этапов: первого – отбора антропометрической и материаловедческой информации, второго – использования этой информации для получения требуемых контуров КПВС.

Объектами исследования служили движения спортсмена во время полета, контуры костюма, фигуры спортсменов, поведение текстильных материалов в условиях их деформирования воздушным потоком и конечностями фигуры человека.

На первом этапе проведены антропометрические исследования мужских фигур с применением контактных и бесконтактных методов [5], [6]. Исследования тканей при малых нагрузках выполнены на приборе KES-F1 автоматического комплекса Kawabata (Япония) [7].

Новое информационное обеспечение включает:

1) антропометрическую базу данных (АБД) в виде набора величин динамических приращений к выбранным размерным признакам мужских фигур в основной статико-

динамической позы спортсмена, включенных в кинематическую антропометрическую схему (КАС) для проверки и построения чертежей конструкций стана куртки и брюк с крыльями;

2) правила графоаналитического выбора материалов в виде схемы согласования удлинения тканей под действием растягивающих нагрузок и величин динамических приращений к размерным признакам.

Для формирования АБД проведены измерения 65 спортсменов в возрасте 18...27

лет, с весом 70...100 кг, ростом 176...188 см, обхватом груди третьим 96...104 см. На поверхности фигур были отмечены 11 основных и 22 дополнительные антропометрические точки (АТ), между которыми измеряли расстояния при подъеме руки в плечевом суставе и отведении ноги в тазобедренном суставе с шагом 15 градусов. Схема расположения точек показана на рис. 1 (общий вид КАС для верхней части туловища (а) и ее фрагменты: б – для $Ш_n$; в – для $V_{зук}$; г – для $V_{пвк}$).

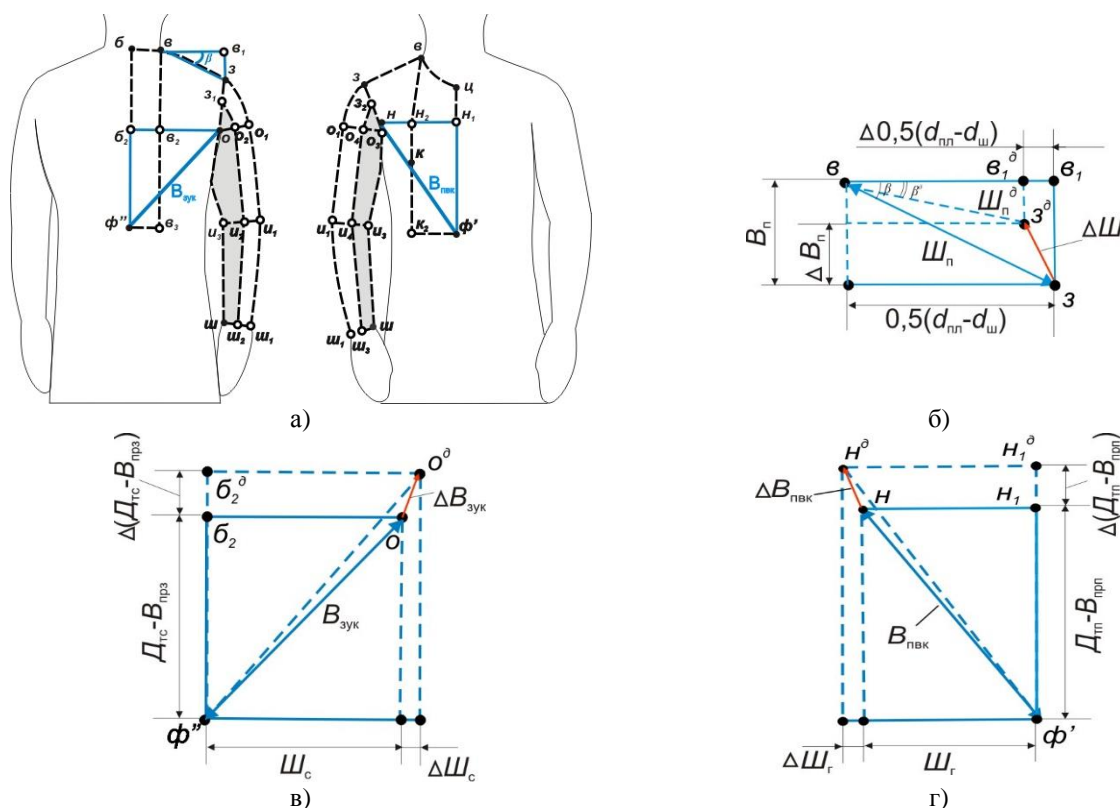


Рис. 1

После анализа основных эргономических поз были выбраны те АТ, которые имеют максимальную амплитуду перемещения: о – задний угол подмышечной впадины (до 5,4 см), н – передний угол подмышечной впадины (до 4,5 см) и з – плечевая точка (до минус 4,8 см). Эти точки были использованы для измерения размерных признаков в новой комбинации (рис. 1-а):

1. Высота заднего угла подмышечной впадины косая $V_{зук}$. Этот признак измеряли между точкой о и задней точкой на талии $ф''$.

2. Высота переднего угла подмышечной впадины косая $V_{пвк}$. Этот признак измеряли между точкой н и передней точкой на талии $ф'$.

3. Угол наклона плечевого ската β между контуром плечевого ската в-з и горизонталью из точки основания шеи сбоку в.

Десять традиционных (ширина плеча $Ш_n$, расстояние от точки основания шеи сбоку до лучевой точки $D_{луч}$, расстояние от точки основания шеи сбоку до линии обхвата запястья $D_{зап}$, расстояние от точки основания шеи сбоку до линии талии спереди $D_{тп}$, расстояние от точки основания шеи сзади до линии обхватов груди первого и второго с учетом выступа лопаток $V_{прз}$, длина спины до талии с учетом выступа лопаток $D_{гс}$, расстояние от линии талии сзади до точки основания шеи сбоку $D_{гс1}$, ширина

груди Ш_г, ширина спины Ш_с, диаметр руки вертикальный d_{рв}) и три новых РП (V_{зук}, V_{пвк}, угол β) были объединены в кинематическую антропометрическую схему (КАС) (рис. 1-а).

Значения динамических приращений ΔV_{зук}, ΔV_{пвк}, ΔШ_п были разложены на горизонтальные и вертикальные составляющие,

названные нами динамическими прибавками к размерным признакам Ш_с, Ш_п и V_{прз}. На рис. 1-б, в, г показаны схемы определения этих прибавок в горизонтальном и вертикальном направлениях по КАС.

Формулы для вычисления и интервалы динамических прибавок представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Условные обозначения		Величина динамического эффекта, Δ	
приращения к РП и его составляющим (рис. 1- б,в,г)	участка измерения (рис. 1-а)	абсолютная, см	относительная, %
ΔV _{зук}	Δ (φ'' - о)	4,5	14,8
ΔV _{зук} ^г = ΔШ _с	Δ (б ₂ - о)	1,1	6
ΔV _{зук} ^в = Δ(Д _{гс} - V _{прз})	Δ (б ₂ - φ'')	4,4	18,7
ΔV _{пвк}	Δ (φ' - н)	5,4	16,1
ΔV _{пвк} ^г = ΔШ _г	Δ (н ₁ - н)	2,0	10,6
ΔV _{пвк} ^в = Δ(Д _{гп} - V _{прп})	Δ (н ₁ - φ')	5,3	18,7
ΔШ _п	Δ (в - з)	- 4,8	29,6
ΔШ _п ^г = Δ0,5(d _{пл} - d _ш)	Δ (в - в ₁)	- 3,7	24,5
ΔШ _п ^в = ΔV _п	Δ (з - в ₁)	- 5,4	75

Для confeccionирования тканей была экспериментально проверена методика на пяти видах тканей с воздухопроницаемо-

стью менее 5 дм³/м²·с, из которых изготавливают КПВС (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Наименование ткани, страна-производитель	Поверхностная плотность, г/м ²	Переплетение, вид покрытия	Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с
T1 – ткань парашютная (ЮАР)	47	Полотняное, воскообразное	0
T2 – ткань курточная (Корея)	53	Полотняное, полимерное	менее 5
T3 – ткань специального назначения (Корея)	59	Полотняное, полимерное	менее 5
T4 – саржа гладкокрашенная (Россия)	65	Саржевое, без покрытия	менее 10
T5 – ткань специального назначения (Корея)	74	Полотняное, полимерное	менее 5

Предварительно, путем теоретического моделирования, нами было установлено, что максимальной нагрузкой, которая будет действовать на ткань костюма во время свободного полета, является значение R_{пред} = 105 сН/см. Исходя из максимальной нагрузки, которая действует на тканую оболочку костюма, были определены допустимые относительные удлинения тканых оболочек (рис. 2 – схема выбора тканей для КПВС).

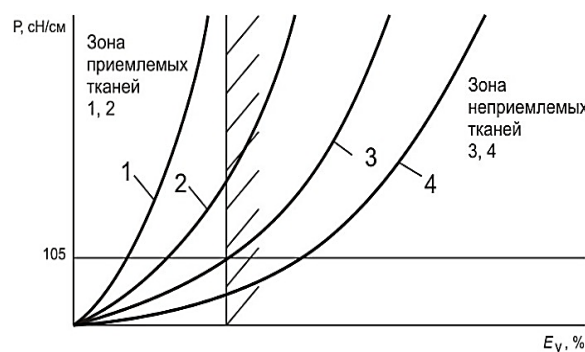


Рис. 2

Условие выбора ткани включает проверку следующего соотношения:

$$\varepsilon_y \leq \Pi_{\text{отн}} - \Delta, \quad (1)$$

где ε_y – относительное удлинение ткани по утку под действием нагрузки 105 сН/см, %; Δ – минимальная величина динамического

приращения к продольному РП фигуры, %; $\Pi_{\text{отн}}$ – относительная КП к продольному РП, %. Она рассчитывается по формуле $\Pi_{\text{отн}} = 100\Pi/\text{РП}$, где Π – абсолютная конструктивная прибавка, см; РП – значение размерного признака, см.

Алгоритм выбора тканей, согласованный с АБД, представлен в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

№	Содержание этапа	Объекты контроля	Приборное обеспечение	Методическое обеспечение
1	Измерение базовых показателей - воздухопроницаемость V_p ; - поверхностная плотность M_s	Т	Прибор ВПТМ.2[8] весы [9]	ГОСТ 12088–77 [8] ГОСТ 29104.1–91 [9]
2	Измерение удлинения ε_y под действием нагрузки 105 сН/см	Т	Прибор KES FB1	Метод Kawabata [7]
3	Измерение динамических приращений к РП	Ф		Контактные и бесконтактные методы измерений, АБД
4	Выбор значений динамических приращений, Δ и построение КАС	Ф		АБД КАС
5	Анализ чертежей конструкции стана и расчет относительных КП	ЧК		Методика проверки ЧК стана с помощью КАС
6	Проверка соотношений $\varepsilon_y \leq \Pi_{\text{отн}} - \Delta$	Т, Ф, ЧК		Новая методика выбора материалов
7	Выбор ткани			

Пр и м е ч а н и е. Т – ткань, Ф – фигура, ЧК – чертеж конструкции.

По сравнению с методиками [4], [10] предложенный нами подход к конфекционированию учитывает антроподинамические особенности фигуры, конструкцию костюма, условия его аэродинамической эксплуатации.

На втором этапе проведены исследования по разработке новых принципов проектирования КПВС, исходя из требований к геометрии контуров системы "спортсмен – костюм" в воздушной среде. Требования к контуру, как основному исходному данному, были сформулированы для фронтальной проекции в статике и динамике.

Для фронтальной проекции в статике были определены контуры внешних границ нижних и верхних крыльев с учетом сформированной АБД, основные геометрические параметры крыла: размах верхнего крыла $L_{\text{кв}}^B$, размах нижнего крыла $L_{\text{кв}}^H$ (рис. 3-а).

Для определения геометрических параметров крыла во фронтальной проекции в динамике выделен его базовый элемент – сегмент, контур которого в динамическом состоянии формируется набегающим потоком воздуха и приобретает особую, необходимую для увеличения подъемной силы, аэродинамическую форму. Управляемыми геометрическими параметрами, задающими форму контура сегмента крыла, выбраны: h_m – высота сегмента, см; τ – длина основания сегмента, см; L – длина линии контура сегмента, см (рис. 3-б). Этапы математического моделирования геометрии контуров системы "спортсмен – костюм" представлены в работах [1], [11].

На рис. 3 представлены контуры КПВС во фронтальных проекциях в статике (а) и динамике (б) и параметры, используемые для их проектирования.

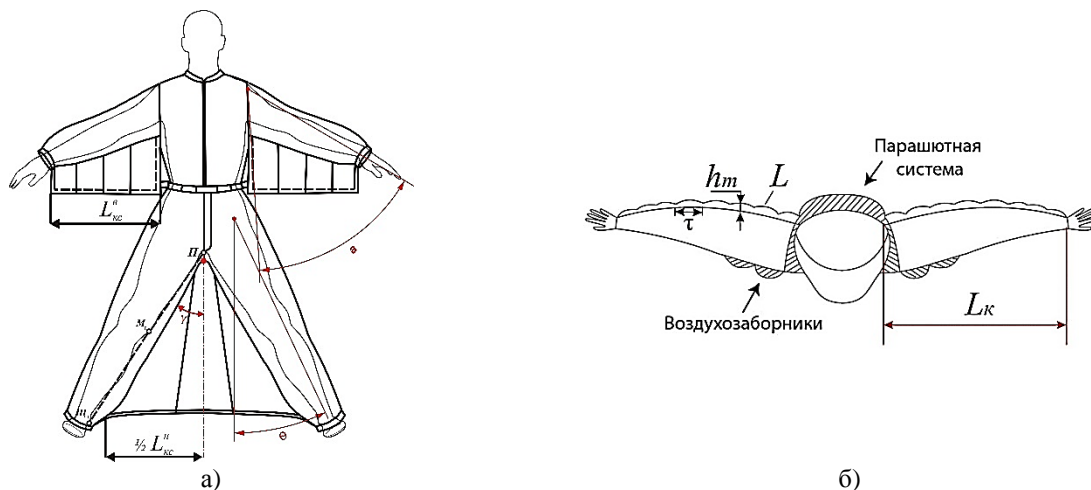


Рис. 3

Таким образом, новые принципы проектирования КПВС основаны на согласовании между собой данных информационного обеспечения, относящихся к антропометрическим особенностям мужских фигур и условиям деформирования текстильной оболочки, для формирования контуров системы "спортсмен – КПВС".

ВЫВОДЫ

1. Разработано информационное обеспечение, состоящее из антропометрической базы данных и алгоритма выбора тканей, достаточных для проектирования новых узлов куртки "стан – верхнее крыло – рукав" и брюк "правая половина – нижнее крыло – левая половина" КПВС и адаптации чертежей конструкций узлов костюма к особенностям его будущей эксплуатации на земле и в воздухе.

2. Сформированы и экспериментально обоснованы принципы проектирования КПВС, исходя из требуемой геометрии контура системы "спортсмен – КПВС" в основной статико-динамической позе во время полета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнилович А.В., Кузьмичев В.Е. Оптимизация аэродинамических характеристик крыльев костюма wing-suit // Современные проблемы науки и образования. – 2013, №1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8215> (дата обращения: 28.01.2013).
2. Авдеева Е.В. Подготовка спортсменов-парашютистов к полетам в вингсьюте (упражнения № 51 СПП-

2010). – Москва-Пушино. 2014. (ver.7.2/02.082014). http://skycenter.aero/images/wingsuit/sc_wss-7-2.pdf.

3. Сурженко Е.Я. Теоретические основы и методическое обеспечение эргономического проектирования специальной одежды: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2001.

4. Куликов Б.П., Сахарова Н.А., Костин Ю.А. Гигиена, комфортность и безопасность одежды. – Иваново: ИГТА, 2006.

5. ГОСТ Р 52774–2007. Классификация типовых фигур мужчин по ростам, размерам и полнотным группам для проектирования одежды. – М.: Стандартинформ, 2008. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<http://vse gost.com/Catalog/57/5714.shtml>).

6. ОСТ 17-325–86. Изделия швейные, трикотажные, меховые. Фигуры мужчин типовые. Размерные признаки для проектирования одежды. – М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1986.

7. Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://english.keskato.co.jp/products>

8. ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. – М.: Изд-во стандартов, 1977.

9. ГОСТ 29104.1–91. Ткани технические. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<http://docs.cntd.ru/document/1200018821>).

10. Сухарев М.И., Бойцова А.М. Принципы инженерного проектирования одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

11. Корнилович А.В., Кузьмичев В.Е., Шунци Мэй. Моделирование формы сегмента контура крыла костюма для парашютных видов спорта // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 2. С. 143...147.

REFERENCES

1. Kornilovich A.V., Kuz'michev V.E. Optimizacija ajerodinamicheskikh harakteristik kryl'ev kostjuma wing-suit // Sovremennye problemy nauki i

obrazovanija. – 2013, №1. URL: <http://www.science-education.ru/107-8215> (data obrashhenija: 28.01.2013).

2. Avdeeva E.V. Podgotovka sportsmenov-parashjutistov k poletam v vings'jute (uprazhnenija № 51 SPP-2010). – Moskva-Pushhino. 2014. (ver.7.2/02.082014). http://skycenter.aero/images/wingsuit/sc_wss-7-2.pdf.

3. Surzhenko E.Ja. Teoreticheskie osnovy i metodicheskoe obespechenie jergonomicheskogo proektirovanija special'noj odezhdy: Dis. ... dokt. tehn. nauk. – M., 2001.

4. Kulikov B.P., Saharova N.A., Kostin Ju.A. Gigiena, komfortnost' i bezopasnost' odezhdy. – Ivanovo: IGTA, 2006.

5. GOST R 52774–2007. Klassifikacija tipovyh figur muzhchin po rostam, razmeram i polnotnym gruppam dlja proektirovanija odezhdy. – M.: Standartinform, 2008. – [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: (<http://vsegost.com/Catalog/57/5714.shtml>).

6. OST 17-325–86. Izdelija shvejnye, trikotazhnye, mehovyje. Figury muzhchin tipovyje. Razmernye priznaki dlja proektirovanija odezhdy. – M.: CNITJeI-legprom, 1986.

7. Jelektronnyj resurs. – Rezhim dostupa: <http://english.keskato.co.jp/products>

8. GOST 12088–77. Materialy tekstil'nye i izdelija iz nih. Metod opredelenija vozduhopronicaemosti. – M.: Izd-vo standartov, 1977.

9. GOST 29104.1–91. Tkani tehicheskie. Metody opredelenija linejnyh razmerov, linejnoj i poverhnostnoj plotnostej. – M.: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004.– [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: (<http://docs.cntd.ru/document/1200018821>).

10. Suharev M.I., Bojcov A.M. Principy inzhernogo proektirovanija odezhdy. – M.: Legkaja i pishevaja promyshlennost', 1981.

11. Kornilovich A.V., Kuz'michev V.E., Shunci Mjej. Modelirovanie formy segmenta kontura kryla kostjuma dlja parashjutnyh vidov sporta // Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti. – 2013, №2. S.143...147.

Рекомендована кафедрой конструирования швейных изделий. Поступила 14.11.16.