

ПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

УДК 614.8.086.4

Асташов С.П., канд. техн. наук **Навроцкий О.Д.***, канд. техн. наук **Ольшанский В.И.****, канд. техн. наук **Довыденкова В.П.****, канд. техн. наук **Жерносек С.В.****

Исследование плавучести и остойчивости комбинированного костюма индивидуальной защиты

*Учреждение «Научно-исследовательский институт
пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций»*

Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, г. Минск

**Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты
Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь»,
г. Минск*

***Учреждение образования «Витебский государственный технологический
университет» Министерства образования Республики Беларусь, г. Витебск*

В статье проведены теоретические исследования по определению положительной плавучести комбинированного костюма индивидуальной защиты и его остойчивости.

Установлены характерные особенности ориентации относительно поверхности воды тела человека при опускании спасателя в воду и спасении пострадавших. Определена область размещения элементов положительной плавучести.

Ключевые слова: водотермостойкий костюм, плавучесть, остойчивость, подъемная сила, элементы положительной плавучести, теплоизолирующая подкладка

S.P. Astashov, Ph.D. (Tech.) O.D. Navrotsky*, Ph.D. (Tech.) V.I. Oshansky,
Ph.D. (Tech.) V.P. Dovydenkova**, Ph.D. (Tech.) S.V. Zhernosek****

Study of the buoyancy and stability of the combined personal protective suit

*The Establishment “Scientific and Research Institute of Fire Safety and Emergency Situations” of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus,
Minsk*

** State educational institution “University of Civil Protection of the Ministry for emergency situations of the Republic of Belarus”, Minsk*

***Vitebsk State Technological University, Vitebsk*

Theoretical studies how to determine the positive buoyancy of a combined personal protective suit and its stability are conducted in the article.

The characteristic features of the orientation of the human body relative to the water surface when lowering the rescuer into the water and rescuing victims are established. The area of placement of elements of positive buoyancy is determined.

Keywords: water-resistant suit, buoyancy, stability, lift, positive buoyancy elements, thermal insulation lining

Введение

Создание комбинированного костюма индивидуальной защиты с элементами положительной плавучести (ККИЗ) является актуальной задачей, позволяющей обеспечивать защиту работающих в них от опасных и вредных факторов природного и техногенного характера.

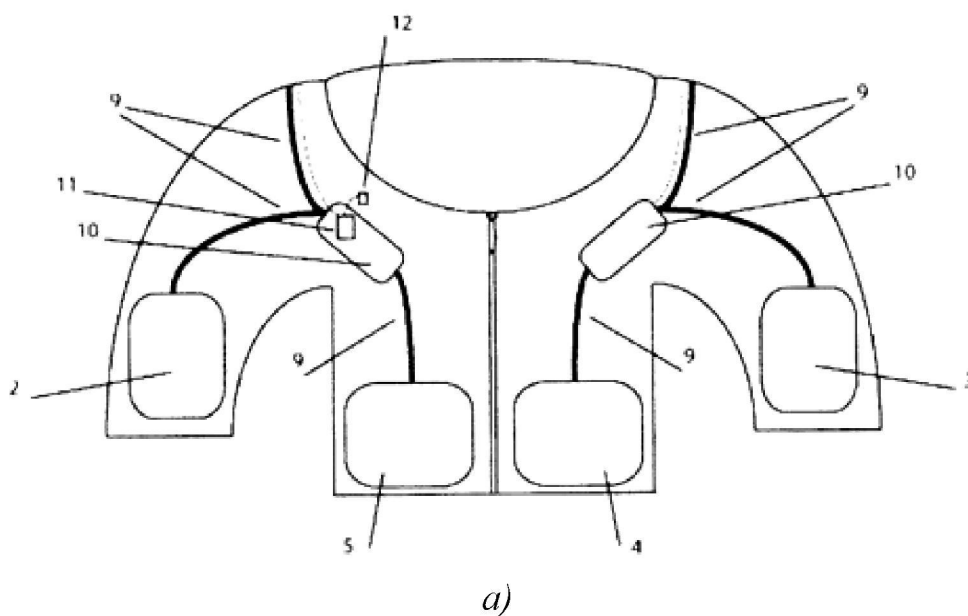
Положительная плавучесть и остойчивость - важнейшие характеристики данного костюма, позволяющие сохранять устойчивое положение тела в воде, преодолевать глубокие места на плаву без помощи посторонних приспособлений с возможностью транспортировки, при этом, пострадавшего.

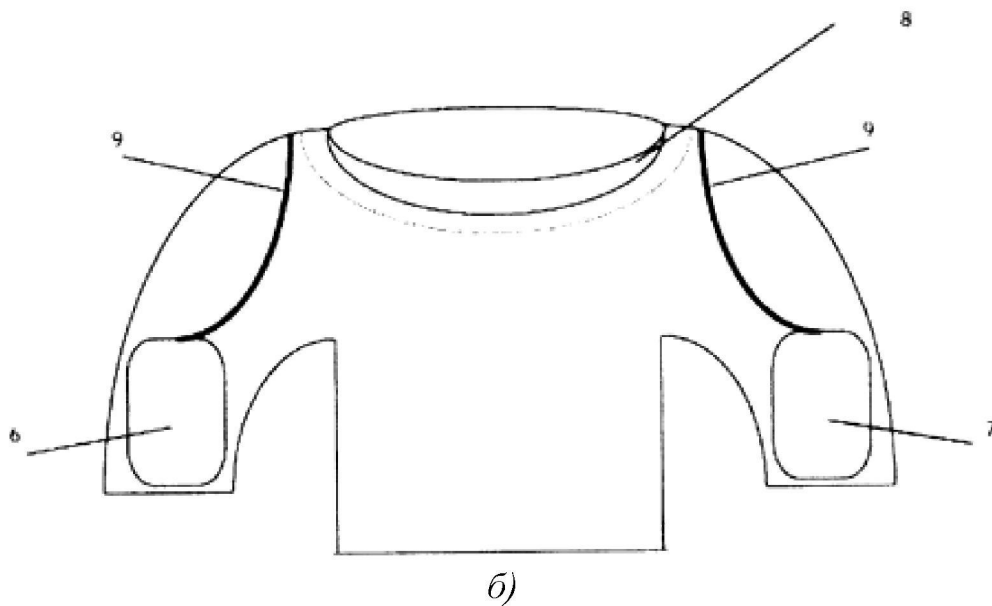
Одновременно, с приданием ККИЗ положительной плавучести, разрабатываемый костюм обеспечит защиту личного состава от воды и растворов нетоксичных веществ, от

растворов поверхностно-активных веществ, от растворов кислот концентрации до 50%, от растворов щелочей концентрацией выше 20%, от нефтяных масел и продуктов тяжелых фракций, жидких токсичных веществ, аммиака, от радиоактивных загрязнений, обеспечит защиту при работе в воде с температурой от 0 °С до плюс 70 °С.

Основная часть

Одним из способов обеспечения положительной плавучести является установка в костюме мембран из эластичного материала (рисунок 1), заполняемых воздухом при активации положительной плавучести [1]. Расположение мембран (четыре спереди и три сзади) обеспечивает устойчивое положение человека на спине и позволяет поддерживать голову и органы дыхания человека над поверхностью воды.





а – вид спереди; *б* – вид сзади

1 – комбинезон; 2 – 8 – мембраны; 9 – пластиковые трубки; 10 – баллон с сжатым газом (воздухом); 11 – клапан; 12 – радиомаяк

Рисунок 1 – Конструкция спасательного гидрокостюма

При нахождении в воде центр плавучести человека расположен приблизительно на 7 см (2,75 дюйма)

ниже центра грудной клетки, и на 10-15 см (3,95-5,90 дюйма) выше пупка (рисунок 2).



Рисунок 2 – Распределение веса человека в воде

При погружении в воду спасатель, экипированный в спасательные средства с положительной плавучестью, на основании проведенного анализа теории плавания тел, имеет

ориентацию относительно поверхности воды тела человека при использовании индивидуальных средств защиты как показано на рисунке 3 [2].



а – спасательный жилет; б – гидрокостюм

Рисунок 3 – Характерное положение человека в воде при использовании средств с положительной плавучестью

К характерным особенностям плавания человека с использованием индивидуальных средств защиты, обладающих запасом положительной плавучести, в том числе проектируемого ККИЗ, можно отнести следующие:

1) при опускании в воду спасателя в гидрокостюме возникает общая подъемная сила, определяемая векторной суммой двух составляющих (рисунок 4):

□ подъемной силой P_{z1} , обусловленной объемом заключенного в

костюме воздуха при надевании и эксплуатации, что обеспечивает дополнительный запас плавучести, который при проектировании обычно не учитывается;

□ подъемной силой P_{z2} , сосредоточенной в области грудной клетки и обусловленной запасом кислорода в легких человека и наличием в костюме элементов положительной плавучести, суммарный объем которых подбирается экспериментальным образом исходя из необходимого запаса плавучести;

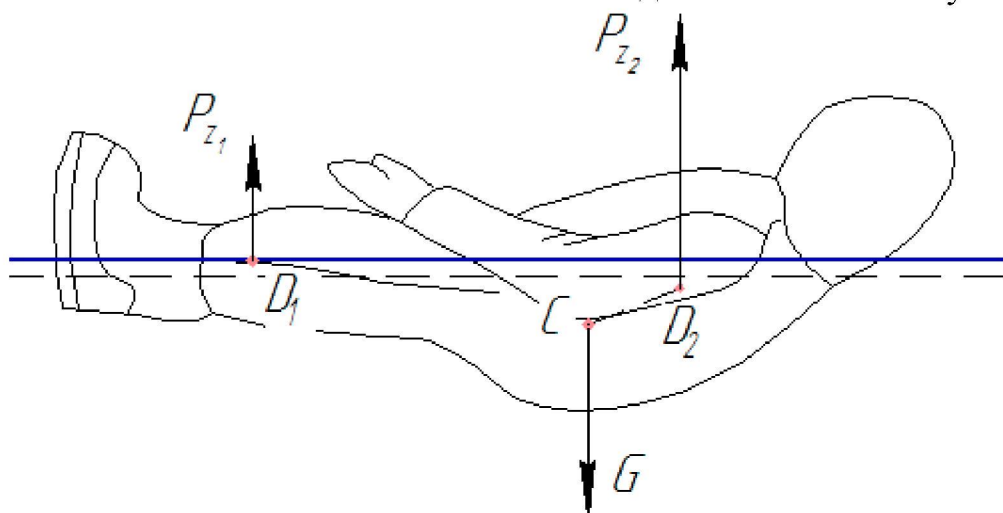


Рисунок 4 – Схема действия сил при опускании спасателя в воду

2) анализ характеристик современных гидрокостюмов показал, что наличие в костюме воздуха обуславливает его выдавливание в нижнюю

часть костюма, в область голени, что вызывает характерное всплытие ног спасателя. При эксплуатации объем заключенного в костюме воз-

духа определяется эффективностью стравливания при надевании костюма и конструктивными особенностями костюма. При эксплуатации с погружением спасателя на глубину применяют грузы и балласты, а конструктивно в костюмах устанавливаются клапаны для стравливания воздуха. Для спасателей при нырянии на большие глубины разработаны специальные техники погружения.

Для обеспечения требований безопасности центр плавучести D_2 в костюме при использовании элементов, обеспечивающих поддержку головы над поверхностью воды необходимо смещать в сторону головы, относительно центра плавучести человека без костюма (рисунок 2).

При проектировании комбинезона проведен анализ двух различных вариантов эксплуатации костюма.

1. Рассмотрим случай, при котором под действием силы P_{z_1} обеспечивается поддержка только ног человека. Установлено, что, с учетом особенностей эксплуатации гидрокостюма, при проектировании общий центр плавучести человека в комбинезоне необходимо располагать в точке D_2 – в районе центра грудной клетки (рисунок 4). Точка D_2 , в соответствии с первым случаем устойчивости, показанным на рисунке 1, а, должна располагаться ниже центра тяжести C . Данное до-

пущение способствует улучшению эксплуатационных показателей костюма и обеспечивает безопасность обессилевшего спасателя или при потере сознания.

2. Более сложным случаем для определения положения центра плавучести является условие, при котором спасатель взаимодействует со спасаемым. Рассматриваемый случай должен учитывать методику действий спасателя в различных чрезвычайных ситуациях. Для обеспечения безопасности людей конструкция костюма должна обеспечивать положительную плавучесть и устойчивое равновесие, при котором центр тяжести тела C находится ниже центра плавучести D (рисунок 1, а). Схема действия сил при устойчивом равновесии при спасении на воде изображена на рисунке 5. Согласно изображенной схеме, общий центр плавучести $D_{\text{общ}}$ системы лежит на линии $D_1 - D_2$, определяемой центром плавучести человека D_1 (определяется в соответствии с рисунком 2) и центром плавучести спасателя D_2 в костюме с положительной плавучестью (находится в области центра грудной клетки). Общая подъемная сила находится как векторная сумма $\vec{P}_{z_{\text{общ}}} = \vec{P}_{z_1} + \vec{P}_{z_2}$. Общая масса $\vec{G}_{\text{общ}} = \vec{G}_1 + \vec{G}_2$ спасателя и спасаемого приложена на линии пересечения центров тяжести $C_1 - C_2$.

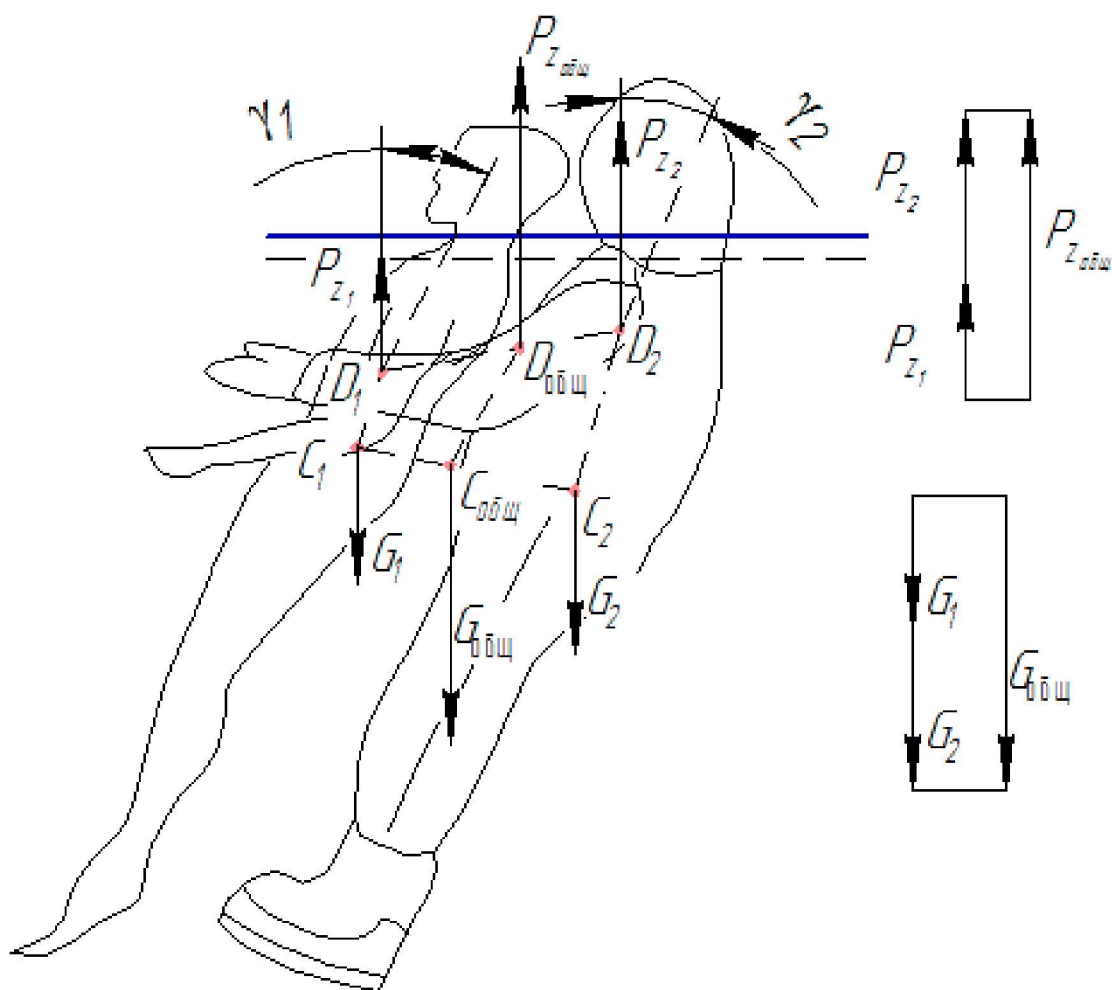


Рисунок 5 – Продольная остойчивость при спасении пострадавших

Рассмотренная на рисунке 5 схема продольной остойчивости может быть характерной при спасении взрослых людей, имеющих значительную массу. При уменьшении веса пострадавшего спасатель занимает положение, близкое к представленной на рисунке 4 схеме, поддерживая голову пострадавшего на своей груди – в области установленных дополнительных грудных элементов, обеспечивающих положительную плавучесть.

Как отмечено выше схема, приведенная на рисунке 5, характеризует продольную остойчивость при спасении. В соответствии с нормативными требованиями к спасательным жилетам, для обеспечения без-

опасности обессилевшего или потерявшего сознание человека, необходимо, чтобы тело спасателя и спасаемого было отклонено назад под углами γ_1 и γ_2 , равными не менее 20° [3].

Таким образом, при проектировании ККИЗ целесообразно интегрировать в теплоизолирующую подстежку с преимущественным размещением элементов положительной плавучести в области грудной клетки, дополнительных элементов в затылочной области и верхней части плечевого пояса спины. Для создания максимальных восстанавливающих моментов требуется установить элементы плавучести в области предплечий. Данное

решение обеспечит устойчивое равновесие лицом спасателя вверх.

Заключение

На основе теории плавания тел исследованы схемы распределения гидростатических подъемных сил и определены характерные особенности ориентации относительно поверхности воды тела спасателя при использовании индивидуальных средств защиты, что в совокупности позволило выработать рекомендации по проектированию ККИЗ, оснащенных элементами положительной плавучести и устойчивости, отвечающих требованиям к индивидуальным спасательным средствам согласно международному кодексу по спасательным средствам.

Литература

1. Требования к индивидуальным спасательным средствам согласно международного кодекса по спасательным средствам [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://morez.ru/trebovaniya-k-spatelnim-sredstvam/> – Дата доступа 09.01.2020 г.
2. Калекин, А. А. Гидравлика и гидравлические машины : учебное пособие по специальностям технологического образования 050502 "Технология и предпринимательство" и 050501 "Профессиональное обучение (агроинженерия)" / А. А. Калекин. – Москва : Мир, 2005. – 511 с.
3. Патент РФ № 2004133881/22, 2004.11.19. Спасательный гидротермокостюм с откиднымраспахом (ГКТС-Р) // Патент России № 48312. 2004. / Добровольский В.Н., Федотов И.П.

References

1. Trebovaniya k individualnym spatelnym sredstvam soglasno mezhdunarodnogo kodeksa po spatelnym sredstvam [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa : <http://morez.ru/trebovaniya-k-spatelnim-sredstvam/> – Data dostupa 09.01.2020 g.
2. Kalekin, A. A. Gidravlika i gidravlicheskie mashiny : uchebnoe posobie po spetsialnostyam tehnologicheskogo obrazovaniya 050502 "Tehnologiya i predprinimatelstvo" i 050501 "Professionalnoe obuchenie (agroinzheneriya)" / A. A. Kalekin. – Moskva : Mir, 2005. – 511 s.
3. Patent RF № 2004133881/22, 2004.11.19. Spasatelnyy gidrotermokostyum s otkidnymraspahom (GKTS-R) // Patent Rossii № 48312. 2004. / Dobrovolskiy V.N., Fedotov I.P.

