

УДК 614.84

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ДРЕВЕСИНЫ

д.т.н., проф. А.С. Беликов, к.т.н., доц. Г.Г. Капленко,

к.т.н., доц. Г.Н. Левченко, доц., Л.П. Пушкин, магистр Денисюк Я.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Постановка задачи. Как известно, одним из старейших и широко применяемых строительных материалов является древесина, обладающая целым рядом положительных свойств. К ним можно отнести сравнительно высокую прочность при невысоком объемном весе, достаточную упругость, малую теплопроводность, относительно невысокую стоимость и т.д. К недостаткам древесины как строительного материала относят неоднородность (анизотропность) строения и наличие пороков, гигроскопичность, приводящую к изменению размеров древесины, короблению и растрескиванию, способность к загниванию, легкую воспламеняемость и горючесть.

Несмотря на недостатки и появление новых синтетических материалов, способных заменить древесину, ее значение для строительства не уменьшается.

В соответствии со строительными нормами ДБН В 1.1-7-2002 [1] древесина, предназначенная для использования в строительстве, должна быть подвержена огнезащитной обработке. К огнезащитным средствам относятся только составы I и II группы огнезащитной эффективности [2]. Составы I группы обеспечивают потерю массы защищенной древесины в условиях испытания не более 9% (средства, обеспечивающие получение трудногораемой древесины), а составы II группы - потерю массы в пределах от 9% до 25% (средства, обеспечивающие получение трудновоспламеняемой древесины).

Наличие широкого спектра способов и средств позволяет снизить горючесть древесины, переводя ее в категорию трудногорючих материалов.

Обзор последних научных исследований показал, что огнезащитой древесины занимаются Беликов А.С., Жартовский В.М., Киреев А.А., Чернуха А.А., Жартовский С.В. и др.

Целью данной работы является выявление недостатков в области огнезащиты древесины для разработки более эффективных средств огнезащиты.

Основной материал. Для этого был проведен анализ современных огнезащитных средств.

В зависимости от назначения и области применения средства, используемые для огнезащиты древесины и изделий из нее, подразделяются на следующие виды [3]:

- по природе составляющих: органические (имеют в своем составе органические составляющие) и неорганические;

- по реакции на воздействие тепла: активные (вспучивание, вспенивание) и пассивные;

- по способу применения: пропитка; обмазка (до 5 мм); краски, лаки (до 1 мм); штукатурки (до 0,5-2 см); облицовочные материалы.

Каждый из представленных классов средств имеет преимущества и недостатки в отношении применения их для огнезащиты.

Так покрытия (краски, эмали, лаки) образуют на защищаемой поверхности древесины тонкую пленку, придающую декоративный вид, препятствующую возгоранию, распространению пламени по поверхности и защищающую от воздействия влаги. Однако краски, эмали на основе органических составляющих в большинстве случаев изготавливаются на горючих растворителях, остатки которого могут содержаться в пленках, образованных из них. То есть на протяжении некоторого времени такие покрытия после нанесения могут иметь сниженные огнезащитные свойства.

Лакокрасочные материалы на основе синтетических вяжущих при горении склонны к интенсивному дымо- и сажеобразованию.

Более эффективными, по сравнению с лаками, красками и эмалями, которые используются скорее как средства профилактики горения, являются вспучивающиеся огнезащитные покрытия (ВОП). ВОП препятствуют быстрому прогреву древесины, поскольку вспучивающийся слой обладает низкой теплопроводностью. Вспучивающиеся покрытия являются многокомпонентными системами, состоящими из связующего, антипирена и пенообразователей – вспучивающих добавок. Подбор компонентов покрытия, их индивидуальные свойства, обеспечение их совместимости, которая в основном и определяет свойства покрытия, оказывают существенное влияние на общие свойства ВОП. Поэтому при разработке ВОП используют математическую модель, которая позволяет по физическим свойствам покрытия предсказать температурный режим защищаемой поверхности и может быть использована для оценки эффективности ВОП и выбора направления их создания.

Наиболее эффективными являются огнезащитные вспучивающиеся краски. При огневом воздействии они увеличиваются в объеме в десятки, а то и сотни раз, образуя слой твердой пены с низкой теплопроводностью и высокой устойчивостью к пламени.

Основой вспучивающихся красок могут быть органические и неорганические вяжущие, которые определяют как их преимущества, так и недостатки. Так, краски на основе органических вяжущих имеют хорошие декоративные свойства, высокую адгезию к подготовленной поверхности древесины, наносятся тонким слоем, но в то же время дорогостоящие, обладают высокой дымообразующей поверхностью и ограниченным временем их огнезащитного действия. При огневом воздействии вспученный коксовый слой постепенно выгорает, механически разрушается и отслаивается от поверхности. Поэтому

актуальным является разработка огнезащитных средств, не содержащих горючих компонентов и обладающих высокими огнезащитными свойствами.

Большинство из вспучивающихся красок на основе неорганических вяжущих изготавливаются на основе жидкого натриевого или калиевого стекла. Основным их преимуществом является значительно меньшая их стоимость по сравнению с красками на органических вяжущих, негорючесть самих покрытий, отсутствие токсичных выделений при горении. Однако имеют низкие декоративные свойства, невысокую механическую прочность, малый срок эксплуатации, неустойчивость к воздействию влаги, большой расход при нанесении для достижения одинакового уровня огнезащитной эффективности с органическими красками.

Высокое огнезащитное действие гелеобразующих составов обусловлено их низкой теплопроводностью и наличием в своем составе антипиренов. Огнезащитные покрытия на основе таких составов одновременно действуют как обмазка (штукатурка) и как пропитка. К преимуществам гелеобразующих составов можно отнести малую трудоемкость их нанесения на деревянные конструкции, возможность визуального контроля сплошности и толщины покрытия, возможность получения вспучивающихся составов, введения в них антипиренов и ингибиторов горения. Недостатками являются их легкое отслаивание и существенное растрескивание во время сушки, что снижает их долговечность, низкие декоративные свойства, низкую влагостойкость.

Огнезащитное пропитывание древесины позволяет снизить термическую устойчивость материала, увеличить продолжительность огнезащиты. Пропиточные составы, как правило, представляют собой водные растворы солей (антипиренов), которые наносятся на поверхности или вводятся в поверхностные слои древесины способом глубокой пропитки.

Поверхностная пропитка антипиренами не вызывает снижения прочности и не создает внутренних напряжений в древесине, проста в исполнении, антипирены являются наиболее распространенными на рынке средств огнезащиты.

Методы глубокой пропитки направлены на увеличение количества антипирена в дереве, а также сохранение текстуры древесины. Однако с увеличением количества антипирена в древесине ухудшаются ее физико-механические свойства, кроме того для обеспечения I группы огнезащиты глубокая пропитка требует специального оборудования или оснащения, и, следовательно, не осуществима в условиях строительной площадки.

Недостатком водорастворимых антипиренов на основе неорганических солей является их высаливание после увлажнения древесины, что приводит к снижению огнезащитного эффекта. Следовательно, такие составы могут использоваться только для внутренней огнезащиты древесины.

Во время теплового влияния большинство огнезащитных материалов подвергаются различного рода деформациям, что приводит к их отслаиванию, образованию больших и глубоких трещин с оголением защищаемой поверхно-

сти. Существенное влияние на деформацию оказывает эластичность покрытия, количество газов, выделяющихся при нагревании, а также степень соответствия коэффициентов теплового расширения покрытия и защищаемого материала. Другими словами, любое огнезащитное покрытие в процессе эксплуатации рано или поздно теряет защитные свойства. После этого древесина нуждается в повторной обработке.

Кроме того, древесине угрожает не только огонь, но и биоразрушение, а проще говоря – гниение, образование микроорганизмов, бактерий, плесени, грибков и т. д. Полноценная защита древесины должна быть комплексной, в особенности в зданиях, расположенных в местностях с влажным климатом, в низинах, долинах рек и пр.

Сейчас существуют комбинированные огнебиозащитные составы. Чаще всего это пропитки, содержащие целый перечень составляющих: антипирены, биоциды, антисептики, красящие пигменты, пленкообразующие добавки для защиты от атмосферного воздействия.

Универсальный состав в любом случае будет проигрывать средству специального назначения.

Вывод. Анализ огнезащитных средств, их использование в строительстве для повышения огнестойкости конструкций из древесины показал, что приоритетными являются составы, способные при минимальных затратах обеспечить требуемые параметры огнезащиты, не снизив и не ухудшив при этом эксплуатационных свойств древесины и конструкций из нее. Такой широкий диапазон требований к огнезащите древесины способствует к поиску новых путей решения этой проблемы.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ДБН В 1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». – Взам. СНиП 2.01.02-85*; введ. 2003-03-05. – К.: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2003. – 69с.
2. ГОСТ 16363-98 «Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств».
3. Способы и средства огнезащиты древесины (руководство). ВНИИПО, Москва, 1994.
4. Леонович А.А. Огнезащита древесины и древесных материалов. – М.: Стройиздат, 1994. – 62 с.

УДК 629.4: 629.12

**ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ЗАЩИТНЫХ КАСОК ДЛЯ РАБОТЫ НА
ОБЪЕКТАХ СТРОЙИНДУСТРИИ**Д.т.н., проф. А.С. Беликов, асп. О.А. Сабитова, к.т.н., с.н.с. В.А. Голендер*,
Н.В. Долгополова**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры
НППИТ, г. Харьков

Введение. Экстремальные ситуации, связанные с обрушениями строительных конструкций зданий и сооружений, сопровождаются разрушениями коммуникаций водоснабжения, водоотведения, газового и электрохозяйства, содержания емкостей и резервуаров для хранения взрывоопасных и пожароопасных веществ, что, безусловно, связано с рисками проведения аварийно-спасательных (АСР) и ремонтно-восстановительных (РВР) работ.

Актуальность темы. В таблице 1 приведены некоторые данные о травматизме спасателей в Украине за 2007-2010 г.г. при ЧС, которые имели место на объектах стройиндустрии, систематизированные по ряду основных травмирующих факторов [1].

Таблица 1

Статистика факторов травматизма спасателей за четыре года

№ п/п	Факторы травматизма и их вероятностная оценка, выраженная в % за год	2007	2008	2009	2010
1	Обрушение конструкций	29,3	32,9	27,6	23,3
2	Воздействие температуры	9,2	10,1	9,7	8,7
3	Падения с высот	10,1	11,0	9,3	12,3
4	Взрывы ёмкостей с горюче-взрывоопасными веществами	19,0	12,2	11,4	12,1
5	Поражение электротоком	6,2	6,5	7,1	8,3
6	Поражение продуктами горения	2,1	4,4	5,1	7,2
7	Действие отравляющих веществ	9,6	9	10,3	12
8	Прочие	14,5	13,9	19,5	16,1

Анализ приведенных в табл. 1 данных и материалы других публикаций [2, 3, 4] лишний раз свидетельствует, что исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) защитных средств, которыми пользуются работающие в условиях повышенной опасности, должны способствовать обеспечению охраны их труда. В обеспечении надежной защиты головы работающего с использованием касок/шлемов важно заблаговременно установить, какое влияние на человека в каске оказывают влияние внезапно возникающие нежелательные факторы: механические удары, силовые сдавливания, действие температуры и др. Каким рациональным образом можно снизить их негатив-

ное воздействия. Все это, безусловно, необходимо при создании новых конструкций защитных шлемов-касок с заранее прогнозируемыми и улучшенными свойствами.

Состояние вопроса. Исторически шлем (далее, шлем или каска) – предмет оборонительного вооружения, предназначенный для защиты головы от повреждений, наносимых, преимущественно, механическим путём. Безусловно, шлем был и есть самый важный и ответственный элемент защитного снаряжения воина, т.к. предназначен для защиты наиболее важной и уязвимой части тела – головы.

Ещё в Древнем Египте для защиты головы воины носили круглые шапочки из кожи или льна, иногда усиленные металлическими пластинами [5]. По этой же причине неметаллические защитные наголовья применялись разными народами. Гораздо позднее, например, в Средние века среди кочевников бытовала так называемая шапка бумажная – прообраз современного подшлемника [6].

Металлические шлемы (в основном бронзовые) появились в VIII – VII веках до н.э. в Урарту и Ассирии и имели сфероконическую шлемовидную форму. Они выполняли не только защитные функции, но и являлись символом красоты и превосходства технической оснащённости воинских подразделений. В виду их дороговизны не все бойцы ими обладали. Шлем (нем. Helm) носили, в основном, знатные воины. Более дешёвые железные шлемы в разных регионах земного шара стали широко использоваться и преобладать над бронзовыми, лишь в железный век, который, как известно, наступил с распространением металлургии железа и изготовлением железных орудий и оружия с начала 1-го тыс. до н.э.

Шлемы древней Греции, наряду с туникой и четвёркой запряжённых в колесницу лошадей, стали символом эллинской эпохи (в широком смысле), от легендарной троянской войны до римских завоеваний. Общепризнанной классификации шлемов Эллады не существует, и все же можно формально выделить определённые типы, различающиеся как внешним видом, так и технологией их изготовления. В античное время это были шлемы в основном коринфского типа (их так и называли), для остальных названий не существовало (или они не дошли до нас). Так что разделение по типам – это только веяние нашего времени, и мы не будем особо концентрировать на этом внимание. Отметим только, что шлемы раннего средневековья в Европе формировались под восточным влиянием [7].

Первоначально это были каркасные шлемы, склёпанные из нескольких сегментов на каркасе. С ним (восточным влиянием) связано и распространение с X века норманнских шлемов, которые имели уже не каркасную конструкцию, а были непосредственно склёпаны или спаяны из нескольких сегментов. В XII веке появляются шлемы с цилиндрической тульёй, позднее трансформировавшиеся в горшководные шлемы, которые сохранялись до XIV века [8].

В начале XIV века (средние века) в Европе появляются шлемы, закрывающие затылок, но оставляющие открытым лицо. Нередко они оборудовались забралами. В XVI веке изготавливаются совсем простые пехотные шлемы – лёгкие железные шапки и черепники. В XVII веке, проникая на запад с востока

через Польшу и Венгрию, в Европе получают распространение шишаки или ерихонки с козырьком, наушами и назатыльником (атрибуты, присутствующие и в конструкции касок нашего времени). Примерами таких шлемов могут служить русский шлем XVI века, иранский шишак XVII века, шлем Казахов-кочевников XVIII века [9].

С X века на Руси появляются шлемы черниговского типа сфероконической формы, склёпанные из 4 частей. Эти простые шлемы имели хождение и среди кочевников Украины. В XIV веке на Руси впервые упоминаются, а с конца XV получают распространение шишаки. В XVI веке появляются шапки железные, а под турецким и иранским влиянием – мисюрки и, в конце века, ерихонки. К концу века невысокие шишаки и шапки железные становятся господствующим типом боевых наголовий, вытеснив высокие русские шлемы.

В Японии в этот исторический период применялись шлемы кабуто (рис. 1) с полусферической тульёй, склёпанные из нескольких сегментов и снабжённые назатыльником сикоро.



Рис. 1 Шлем японского воина кабуто



Рис. 2 Каска пожарного-спасателя КП-2002

Надо сказать, что шлем японского воина в наибольшей степени отвечает защитной каске современных пожарных-спасателей (рис. 2).

Создание каски с повышенными защитными свойствами. Человечество давно позаимствовало у Природы телеологичность в создании полых и слоистых элементов конструкций (бионика) с целью снижения их веса без уменьшения несущей способности и механической прочности. При таком подходе удастся вместо утяжеленных элементов конструкций использовать облегченные, выполненные из композитных материалов, а также не менее надежные полые и многослойные детали. Что касается защитных касок, применяемых пожарными-спасателями, строительными рабочими, шахтерами, специальными подразделениями спецслужб, то здесь симбиоз требований к ограничению веса каски и к ее характерным свойствам, обеспечивающим надежную защиту

головы человека от нежелательных воздействий, предопределяет приоритеты в проведении достоверных исследований в этом важном научном направлении.

Нами с использованием известных теоретических и экспериментальных методов оценки механической прочности и жесткости, а также теплотехнической стойкости таких головных «уборов» предложена конструкция каски с повышенными защитными свойствами. На конструкцию получен патент Украины № 81113 от 25.06.2013г.

Указанная задача решается за счет того, что забрало и корпус каски изготавливаются из полимерных материалов многослойными, как n -слойные оболочечные конструкции с критической прочностью, что кроме всего является дополнительным фактором предохранения головы и зрительных органов, как это предусмотрено, например, в остеклении транспортных средств «триплекс» с их бесосколочным разрушением при ударах.

Для прозрачных защитных преград типа забрала известно, что более эффективным этот элемент становится, если он изготовлен в виде многослойной оболочки. Тоже можно утверждать и относительно корпуса каски. Этот факт подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями [10].

Построение модели. Искомая модель в статике поясняется рис. 3 и рис. 4, где изображены схематично фрагменты многослойного окантованного забрала и оболочки корпуса каски, если условно не учитывать на рис. 4 действие внешней нагрузки от силы $q(x, y, t)$.

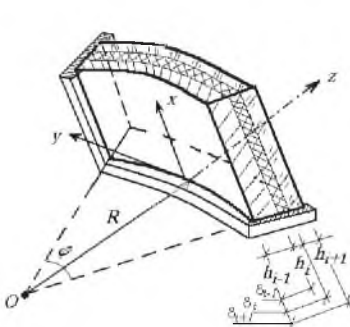


Рис. 3 Модель забрала

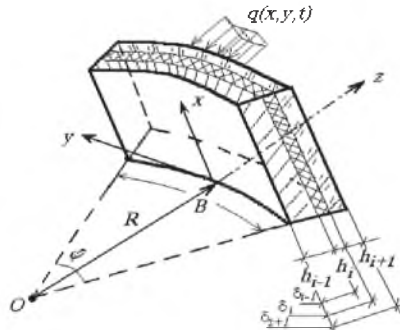


Рис. 4 Фрагмент корпуса

Оценивая достижения в рабочем состоянии указанных динамических качеств устройством, следует учитывать, что кроме экспериментальных механических испытаний, которые предусмотрены ДСТУ 3728-98, на этапе конструирования таких устройств целесообразно использовать динамическую теорию многослойных ($n = I$ – количество слоев) оболочек первого порядка [11]. Более того, именно так можно расчетным путем установить, каким образом работает предложенное устройство и определить искомую критическую прочность забрала и корпуса каски. При этом, кстати, в первом приближении динамические перемещения точек многослойных поверхностей фрагментов окантованного забрала (рис. 3) и защитного корпуса (рис. 4) имеют общий вид и будут опре-

делять НДС и того, и другого сходными уравнениями с учетом соответствующих граничных условий. Кроме того, расчетные динамические модели и для защитного корпуса, и для забрала могут быть преобразованы при уменьшении n до единицы в однослойные (моноклитные) что удобно при сопоставлении данных расчетов для разных конструктивных решений каски с забралом.

Выводы: 1. Потенциально существующие опасности при проведении работ в стройиндустрии обуславливают необходимость в создании новых конструкций защитных касок с заранее прогнозируемыми и улучшенными свойствами. 2. Из проведенного анализа состояния вопроса следует, что основными защитными элементами головы работающего в стройиндустрии с т.з. механических воздействий является за забралом и корпус каски. 3. Предложены новые конструктивные решения и модели к созданию каски с повышенными защитными свойствами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Чаплыгин А.С. Мониторинг чрезвычайных ситуаций в Украине за 2010 год и их анализ. // Сб. науч. Трудов. Вып. 62. – Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2011. – С. 361-365.
2. Надежность технических систем и техногенный риск. / Под ред. Фалеева М.И. / Учебное пособие. – М.: ЗАО ФИД "Деловой экспресс", 2002. – 368 с.
3. Ветюшкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПУАиС, 2003. – 232 с.
4. Сабитова О.А. Методология риска при решении вопросов безопасности: Сб. «Строительство, материаловедение, машиностроение» // Сб. науч. Трудов. Вып. 52. – Днепропетровск, ГВУЗ ПГАСА, 2010. – С. 250-252.
5. Вендален Бехайм. Энциклопедия оружия (Руководство по оружиеведению. Оружейное дело в его историческом развитии от начала средних веков до конца XVIII в.). 1890.
6. Кирпичников А. Н., «Древнерусское оружие. Выпуск 3. Доспех, комплекс боевых средств IX—XIII вв.», Издательство «Наука», 1971.
7. Кирпичников А. Н., «Военное дело на Руси в XIII – XV вв.», 1976.
8. Висковатов А. В., «Историческое описание одежды и вооружения российских войск», ч.1.
9. Рассел Робинсон «Доспехи народов Востока». ISBN 5-9524-2225-X
10. Шупиков А. Н., Долгополова Н. В. Колебания многослойных цилиндрических панелей при импульсных воздействиях // Вестник ХГПУ, Харьков: ХГПУ. – 1998. – №10. – С.104-111.
11. Н.Долгополова, А.Беликов, А.Чаплыгин, В.Голендер, О.Сабитова Повышение безопасности использования машины спец назначения (АСК-МФ) за счет совершенствования лобового остекления. Theoretical Foundation Of Civil Engineering. // Polish-Ukrainian Transactions/ Ed. By W/Szczt' sniak Vol. 21, pp. 347-352, Warsaw 2013