

Е. Ю. Полищук

(Академия ГПС МЧС России; e-mail: eryur@ya.ru)

ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Приводится анализ проблемных аспектов в методологии оценки уровня пожарной опасности строительных конструкций, определяющих технически непреодолимые ограничения на использование древесины и материалов на её основе в составе конструкций, без использования конструктивной огнезащиты. Предлагается использовать для классификации строительных конструкций подходы, предусматривающие оценку их способности распространять горение по поверхности.

Ключевые слова: деревянные конструкции, пожарная опасность, оценка, методы, термические повреждения, огнезащита, распространение пламени по поверхности.

С конца XX века древесина начала активно отвоевывать свои позиции в качестве строительного отделочного и конструкционного материала и, как результат, уже сегодня в ряде стран объёмы её использования превышают потребление других традиционных материалов. Согласно принятому в Европейском союзе плану модернизации национальных стандартов стран-участниц, к 2020 году на территории Европы не должно остаться стран, ограничивающих возможности применения древесины зданиями и сооружениями высотой 2-3 этажа [1]. Растущий интерес к древесине легко объяснить – она является единственным неисчерпаемым природным ресурсом при условии грамотного и ответственного подходов к восстановлению лесных насаждений. Кроме того, по своим эксплуатационным характеристикам современные конструкции на основе клееной древесины практически ни в чем не уступают железобетонным и стальным конструкциям. Так, например, максимальное расчётное сопротивление на сжатие для конструкций из клееной древесины составляет, согласно СП 64.13330.2017, до 32 МПа, что существенно выше характеристик лёгких и ячеистых бетонов и соответствует характеристикам тяжёлых бетонов классов В55 и В60, имеющим, в соответствии с СП 63.13330.2012, расчётное сопротивление сжатию на уровне 30 и 33 МПа соответственно. Максимальное значение сопротивления для бетонов составляет 47,5 МПа у бетона В100. В случае необходимости прочность деревянных конструкций, так же как и бетонных, может быть увеличена за счёт применения технологий армирования. Учитывая же тот факт, что древесина является достаточно лёгким материалом (средняя плотность, в зависимости от породы, сорта и способа обработки 400-800 кг/м³), по сравнению с бетонами (1800-2400 кг/м³) и сталями (7800-7850 кг/м³) [2], а современные технологии производства деревоклееных материалов позволяют получать конструкции любого сечения и формы, можно утверждать, что возможности использования древесины в строительстве ограничиваются только на уровне стереотипных предубеждений.

Позитивные сдвиги в направлении использования древесины в строительстве можно отметить и в нашей стране. Уже сегодня есть отдельные реализованные¹ и проектируемые объекты высотой более 9 метров, однако каждый такой проект пока является уникальным и его реализация требует преодоления существенного системного сопротивления со стороны государственных контролирующих органов, а так же экспертов в области пожарной безопасности. Именно вопросы пожарной безопасности и огнестойкости деревянных конструкций, как правило, оказываются сложно разрешимыми, что объясняется практически полным отсутствием научно-обоснованных технических решений. Решить данную проблему отчасти должны проходящие в настоящее время процессы обсуждения и согласования сводов правил по строительству многоквартирных жилых и многоэтажных общественных зданий². Однако, уже сейчас можно говорить о том, что принятие данных нормативных документов, в условиях существующей в нашей стране системы нормирования, не решает проблему использования древесины в открытом виде без применения конструктивной огнезащиты с использованием негорючих и трудногорючих плитных материалов, что отчасти нивелирует преимущества древесины перед другими материалами.

В соответствии с действующими нормами, применимость конструкций определяется степенью огнестойкости и классом конструктивной пожарной опасности проектируемого здания (табл. 1).

При этом если к огнестойкости деревянных конструкций у специалистов вопросов обычно не возникает, поскольку даже без огнезащиты массивные деревянные конструкции способны обеспечивать высокие показатели [3], то с пожарной опасностью дело обстоит гораздо сложнее.

В зависимости от противопожарной классификации здания и его функционального предназначения строительные конструкции должны соответствовать классу пожарной опасности от K1/15 до K0/45, определяемых в соответствии с ГОСТ 30403-2012. При этом основным классификационным признаком, определяющим отнесение конструкции к тому или иному классу являются не характеристики пожарной опасности материала конструкции (горючесть, воспламеняемость, дымообразующая способность, способность распространять горение по поверхности и токсичность продуктов термического разложения) или её влияние на тепловой режим в зоне горения, а размеры зоны термических повреждений глубиной более 2 мм.

¹ Goodwood Plaza – самое большое офисное здание в мире. <http://goodwoodplaza.ru>;

² Разработаны первые редакции проектов сводов правил в области деревянного домостроения / Информационный портал НОПРИЗ. http://nopriz.ru/nnews/detail_news.php?ID=24188

Таблица 1

Противопожарные требования к строительным конструкциям

Степень огнестойкости здания		I		II		III		IV				V		
Класс конструктивной пожарной опасности здания		C0	C0	C1	C0	C1	C0		C1		C2		Не нормируется	
Предел огнестойкости строительных конструкций / Класс пожарной опасности строительных конструкций	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	R 120 / K0	R 90 / K0	R 90 / K1	R 45 / K0	R 45 / K1	R 15 / K0		R 15 / K1		R 15 / K3			
	Наружные ненесущие стены	E 30 / K0	E 15 / K0	E 15 / K2	E 15 / K0	E 15 / K2	E 15 / K0		E 15 / K2		E 15 / K3			
	Перекрытия междуэтажные	REI 60 / K0	REI 45 / K0	REI 45 / K1	REI 45 / K0	REI 45 / K1	REI 15 / K0		REI 15 / K1		REI 15 / K2			
	Конструкции бесчердачных покрытий													
	- настилы	RE 30 / K0	RE 15 / K0	RE 15 / K1	RE 15 / K0	RE 15 / K1	RE 15 / K0		RE 15 / K1		RE 15 / K2			
	- фермы, балки, прогоны	R 30 / K0	R 15 / K0	R 15 / K1	R 15 / K0	R 15 / K1	R 15 / K0		R 15 / K1		R 15 / K2			
	Конструкции лестничных клеток													
	- внутренние стены	REI 120 / K0	REI 90 / K0	REI 90 / K0	REI 60 / K0	REI 60 / K0	REI 45 / K0		REI 45 / K0		REI 45 / K1			
- марши и площадки лестниц	R 60 / K0	R 60 / K0	R 60 / K0	R 45 / K0	R 45 / K0	R 15 / K0		R 15 / K0		R 15 / K1				
Допустимая высота здания, м		75	50	28	28	15	5	3	5	3	5	3	5	3
Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ²		2500	2500	2200	1800	1800	1000	1400	800	1200	500	900	500	800

* в соответствии с ГОСТ 30403-2012, для всех случаев класс пожарной опасности соответствует времени огневого воздействия равному пределу огнестойкости соответствующей конструкции, но не более 45 минут, для наружных стен с внешней стороны соответствует 15-минутному огневому воздействию

Степень термических повреждений, в единицах площади или массы, является определяющей также при оценке горючести (ГОСТ 30244-96), эффективности средств огнезащиты для древесины (ГОСТ Р 53292-2009) и способности распространять пламя по поверхности материала (ГОСТ Р 51032-97). В отношении показателей горючести и пожарной опасности такой подход не имеет связи с действительной пожарной опасностью материала и конструкции, поскольку для различных материалов степень термических повреждений может иметь различный смысл, но, как правило, не является определяющей с точки зрения оценки способности материала гореть (в соответствии с СТ СЭВ 383-87, горение – экзотермическая химическая реакция, сопровождающаяся хотя бы одним из трёх факторов: пламенем, свечением, выделением дыма) или выделять токсичные продукты горения. Величина термических повреждений обычно отражает уровень термостойкости испытуемого материала, имеющей значение при оценке показателя огнестойкости конструкций из него, но слабо связанного с действительным уровнем пожарной опасности. В случае же с древесиной механизм огнезащитного действия большинства неконструктивных средств огнезащиты основан на катализе процесса карбонизации [5, 6].

В подтверждение данных умозаключений можно привести результаты крупномасштабных испытаний деревянных конструкций подвергнутых поверхностной огнезащитной обработке и глубокой пропитке огнезащитными составами по методике оценки класса пожарной опасности, что позволяло перевести конструкцию из класса К3/15 в классы К2/15 и К2/45 соответственно [7, 8]. При этом во всех случаях отнесение к классу осуществлялось по показателю предельных повреждений, при достижении которых не учитывается положительное влияние обработки на степень тепловыделения. Так при 45-минутном испытании конструкций, подвергнутых глубокому антипирированию в тепловой камере, не было зарегистрировано негативного влияния конструкции на тепловой режим в испытательной камере [7]. Нонсенс, но в соответствии с ГОСТ 30403-2012, величина повреждений имеет большее значение, чем уровень тепловыделения, поскольку при достижении критических значений не допускается проводить оценку пожарной опасности конструкции по показателям пожарной опасности материала, из которого она сделана, хотя было показано, что глубокая пропитка позволяет достигать уверенного перевода материала в группы В2, РП0 и Д2 или даже Д1 [9].

При этом, какой бы модификации мы не подвергали древесину, как бы мы её не обрабатывали, каких бы показателей пожарной опасности материала мы не достигали, мы никогда не сможем существенно изменить уровень термостойкости древесного вещества в сторону повышения. Согласно СП 64.13330.2017 и Eurocode 5, интенсивный процесс обугливания древесины начинается при достижении 270 °С. В соответствии с существующими представлениями о механизме огнезащитного действия большинства невспучивающихся пропитывающих составов, он основан на смещении процесса углеобразования в область более низких температур [7, 8]. В условиях же стандартного температурного режима тепловой камеры (1) по ГОСТ 30403-2012, температура обугливания достигается уже через 2 мин после начала испытания. В данных условиях можно только ограниченно влиять на интенсивность процесса тепло- и массопереноса в объёме конструкции за счёт модификации свойств образующегося угля [9].

$$T_t - T_0 = 200 \lg(8t + 1). \quad (1)$$

Таким образом, установленные в нашей стране подходы к оценке пожарной опасности конструкций не только значительно ограничивают возможности применения древесины в качестве несущего или ограждающего элемента конструкции, без применения конструктивной огнезащиты или вспучивающихся огнезащитных покрытий, возможность применения которых так же имеет ряд ограничений, не рассматриваемых в данной статье, но и исключает возможность применения древесины, подвергнутой глубокой огнезащитной обработке, в качестве конструктивной огнезащиты строительных конструкций [10].

Более того, необходимо отметить, что сегодня в нормативной практике полностью отсутствуют методики испытания стержневых (балки, ригели) и других плоских (фермы, прогоны) и пространственных (своды, купола) конструкций, хотя требования к ним есть. Учитывая же, что наиболее востребо-

ванной в современном мало-, средне- и многоэтажном строительстве является балочно-стоечная схема устройства каркаса здания, отсутствие способов нормативного обоснования пожарной опасности составляющих конструктивных элементов ставит под вопрос перспективы деревянного домостроения в России.

Одновременно с этим необходимо отметить, что ещё относительно недавно, до вступления в силу СНиП 21.01.97, положения которого позже вошли в Федеральный Закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ, в России применялись подходы к оценке пожарной опасности конструкций, аналогичные применяемым в промышленно-развитых странах [1, 11-14]. В соответствии с требованиями СНиП II-2-80, а позже СНиП 2.01.02-85, уровень пожарной безопасности конструкций определялся двумя характеристиками – огнестойкостью и способностью распространять горение по поверхности. Интересно отметить, что в данных нормативных документах существовала методика испытания стержневых конструкций.

По непонятным причинам (в период, предшествующий принятию СНиП 21 января 1997 г., по результатам обзора статей в реферативных журналах, в отечественной научной литературе отсутствуют публикации и работы с обоснованием необходимости изменения подходов, а первая публикация по результатам поиска в РИНЦ³, посвящённая исследованию показателя "класса пожарной опасности строительных конструкций" датирована 2006 годом [15]), в новой системе нормирования для класса пожарной опасности К0 и К1 были приняты те же размеры повреждений конструкций, которые были приняты в ранее действовавших документах (критерии, аналогичные классу К2, ранее отсутствовали), при том, что были изменены методические подходы к проведению испытаний конструкций, изменены требования к размеру стандартных образцов для испытаний и условиям воздействия, которому должны подвергаться конструкции. Изменение подходов, с одной стороны, как отмечалось выше, сделало невозможным прохождение процедуры сертификации конструкций из материалов, которые так же, как и древесина, подвергаются термическому разложению в процессе высокотемпературного воздействия, независимо от того, участвует ли при этом материал конструкции в формировании опасных факторов пожара (тепло, дым, токсичность продуктов разложения, распространение пламени за пределы зоны огневого воздействия) или нет. С другой стороны, позволило обосновать применение в строительстве высокоопасных тонких покрытий, наносимых на конструкцию слоем толщиной менее 2 мм. Так, например, при нанесении на поверхность бетонной конструкции любой полимерной мастики, не составит труда сертифицировать такую конструкцию в составе с покрытием без прохождения процедуры подтверждения уровня пожарной безопасности самой мастики по показателям пожарной опасности материалов, поскольку глубина повреждения не превысит 2 мм, а тепловой эффект при её выгорании, наиболее вероятно, не окажет существенного влияния на температурный режим в печи.

³ <http://www.elibrary.ru>

Таким образом, если в России действительно стоит задача развития деревянного домостроения и повышения уровня пожарной безопасности конструкций, необходимо в первую очередь обратить внимание на изменение подходов к оценке пожарной опасности конструкций. Наиболее рациональным представляется возврат к ранее существовавшим в нашей стране и активно используемым в большинстве стран западной Европы принципам нормирования, предусматривающим ограничение способности поверхностных слоев конструкций распространять горение по поверхности и применение решений, исключающих возможность скрытого распространения горения в объеме конструкций.

Литература

1. Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe / SP Report 2010:15. P. 8.
2. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Справочник по строительному материаловедению. М.: Инфра-инженерия, 2010. 472 с.
3. Харитонов В. С. Несущая способность изгибаемых клееных конструкций массивного сечения при тепловом воздействии: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. М.: ВНИИПО МВД России, 1992. 24 с.
4. Леонович А. А., Васильев В. В. Обеспечение огнезащитности древесно-стружечных плит с помощью амидофосфата КМ // Деревообрабатывающая промышленность. 1997. № 5. С. 6-7.
5. Lowden L. A., Hull T. R. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction // Fire science reviews. 2:4. 2013. <http://www.firesciencereviews.com/content/2/1/4>.
6. Нигматуллина Д. М., Полищук Е. Ю., Сивенков А. Б., Стенина Е. И., Балакин В. М. Пожарная опасность деревянных конструкций с глубокой пропиткой огнебиозащитными составами // Технологии техносферной безопасности. Вып. 3 (73). 2017. С. 64-71. <http://academygps.ru/ttb>.
7. Анохин Е. А., Полищук Е. Ю., Сивенков А. Б. Применение огнезащитных пропиточных композиций для снижения пожарной опасности деревянных конструкций с различным сроком эксплуатации // Пожаровзрывобезопасность 2017. Т. 26. № 2. С. 22-35.
8. Нигматуллина Д. М., Сивенков А. Б., Полищук Е. Ю., Стенина Е. И., Балакин В. М. Физико-механические и пожароопасные свойства древесины с глубокой пропиткой огнебиозащитными составами // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 6. С. 43-51.
9. Анохин Е. А. Повышение класса пожарной опасности деревянных конструкций длительного срока эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. 236 с.
10. Ohashi H., Igarashi S., Nagaoka T. Development of wood structural elements for fire resistant buildings // Journal of Structural Fire Engineering. Vol. 9. Issue 2. 2017. Pp.126-137. <https://doi.org/10.1108/JSFE-11-2016-0019>.
11. Thomas G. Fire safety design of multi-storey timber buildings // NZ timber design journal. Vol. 16. Issue 2. 2013. Pp. 6-12.
12. Compliance document for New Zealand Building Code. Clauses C1, C2, C3, C4. Fire Safety / New Zealand Government, Department of Building and Housing, 2011. 230 p.
13. The New Zealand Building Code. Handbook – Scenario communication Ltd., Wellington, 2001. 228 p.
14. Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe. Excerpt of chapters 5-7 on Structural fire design / SP Report 2010:19. Pp. 57-140.
15. Гаращенко Н. А. Результаты огневых испытаний клеенодеревянных панелей со вспучивающимися покрытиями / Пожаровзрывобезопасность. 2006. Т. 15. № 2. С. 12-16.

Материал поступил в редакцию 13 августа 2018 г.

Для цитирования: Полищук Е. Ю. Проблемы методологии оценки пожарной опасности строительных конструкций // Технологии техносферной безопасности. – Вып. 2 (84). – 2019. – С. 47-53. DOI: 10.25257/TTS.2019.2.84.47-53.

E. Yu. Polishchuk

THE PROBLEMS OF METHODOLOGY OF ASSESSMENT OF FIRE HAZARD OF BUILDING STRUCTURES

The research methodology provided by the national standard of the Russian Federation GOST 30403-2012 is applied for the purpose of fire classification of building structures today in our country, where the main indicator is a degree of thermal damage. Such approaches significantly limit the use of organic materials regardless of their actual fire hazard. In addition, the use of thermal damage index excludes the use of thermally degradable materials as a structural fire protection of building structures. As a solution, we propose to use approaches for the classification of structures that provide an assessment of their ability to spread combustion over the surface, used in most industrialized countries, as well as previously used in Russia.

Key words: timber construction, fire hazard, assessment, methods, thermal damage, fire protection, flame spread on a surface.

References

1. Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe. SP Report 2010:15, p. 8.
2. Dvorkin L. I., Dvorkin O. L. *Spravochnik po stroitel'nomu materialovedeniyu* [Handbook of building materials science]. Moscow, Infra-inzheneriya Publ., 2010. 472 p.
3. Haritonov V. S. *Nesushhaya sposobnost' izgibaemykh kleennykh konstruktsiy massivnogo secheniya pri teplovom vozdeystvii* [Carrying capacity of bent glued structures of massive section under thermal influence]. Abstract of PhD in Tech. Sci. diss., Moscow, All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia Publ., 1992, 24 p.
4. Leonovich A. A., Vasil'ev V. V. *Obespechenie ognезashchishchennosti drevesno-struzhechnykh plit s pomoshch'yu amidofosfata KM* [Ensuring of fire protection of chipboard with amidophosphate KM]. *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost' / Wood industry*, 1997, no. 5, pp. 6-7.
5. Lowden L. A., Hull T. R. Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. *Fire science reviews*, 2:4, 2013. Available at: <http://www.firesciencereviews.com/content/2/1/4>.
6. Nigmatullina D. M., Polishchuk E. Yu., Sivenkov A. B., Stenina E. I., Balakin V. M. The fire hazard of wooden structures with deep fire and bio protective impregnation compositions. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 3 (73), 2017, pp. 64-71. Available at: <http://academygps.ru/ttb> (in Russian).
7. Anokhin E. A., Polishchuk E. Yu., Sivenkov A. B. Use of fire-retardant impregnating compositions for reducing fire hazard of wooden structures of various lifetimes. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 2, pp. 22-35 (in Russian).
8. Nigmatullina D. M., Sivenkov A. B., Polishchuk E. Yu., Stenina E. I., Balakin V. M. Physical, mechanical and fire properties of wood deep impregnated by flame and bioretardants. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2017, vol. 26, no. 6, pp. 43-51 (in Russian).
9. Anokhin E. A. *Povyshenie klassa pozharnoi opasnosti derevyannykh konstruksii dlitel'nogo sroka ekspluatatsii* [Increasing the class of fire danger of wooden structures of long service life]. PhD in Tech. Sci. diss.: 05.26.03, Moscow, State Fire Academy of Emercom of Russia Publ., 2017, 236 p.
10. Ohashi H., Igarashi S., Nagaoka T. Development of wood structural elements for fire resistant buildings. *Journal of Structural Fire Engineering*, vol. 9, issue 2, 2017, pp. 126-137. <https://doi.org/10.1108/JSFE-11-2016-0019>.
11. Thomas G. Fire safety design of multi-storey timber buildings. *NZ timber design journal*, vol. 16, issue 2, 2013, pp. 6-12.
12. Compliance document for New Zealand Building Code. Clauses C1, C2, C3, C4. Fire Safety. New Zealand Government, Department of Building and Housing, 2011, 230 p.
13. The New Zealand Building Code. Handbook – Scenario communication Ltd., Wellington, 2001, 228 p.
14. Fire safety in timber buildings. Technical guideline for Europe. Excerpt of chapters 5-7 on Structural fire design. SP Report 2010:19, pp. 57-140.
15. Garaschenko N. A. Results of Fiery Tests of Wooden Glued Panels with Swelling Coverings. *Pozharovzryvbezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2006, vol. 15, no. 2, pp. 12-16 (in Russian).

For citation: Polishchuk E. Yu. The problems of methodology of assessment of fire hazard of building structures. *Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti / Technology of technosphere safety*, vol. 2 (84), 2019, pp. 47-53 (in Russian). DOI: 10.25257/TTS.2019.2.84.47-53.