

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ РАЗРЫВЫ МЕЖДУ ОБЪЕКТАМИ С ДЕРЕВЯННЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ДЛИТЕЛЬНОГО СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ

Представлены результаты моделирования противопожарных разрывов между деревянными зданиями и сооружениями различной степени огнестойкости.

Ключевые слова: деревянные конструкции, противопожарный разрыв.

E.A. Anokhin, E.Yu. Polishchuk, A.B. Sivenkov, S.B. Sivenkov

FIRE BREAKS BETWEEN OBJECTS WITH WOODEN STRUCTURES LONG TERM OPERATION

The simulation results of fire-breaks between wooden buildings and facilities of different degree of fire resistance are presented.

Key words: wooden constructions, fire breaks.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 5 декабря 2016 г.

Введение

Деревянные конструкции (ДК) остаются одними из наиболее применяемых в сфере строительства. Им присущи сравнительно высокие физико-механические показатели, природная эстетика, повышенная устойчивость к воздействию агрессивных сред и длительный срок эксплуатации.

Нормативный срок эксплуатации объектов с ДК составляет от 30 до 120 лет, но при правильной эксплуатации и своевременных текущих ремонтах может достигать нескольких сотен лет. В настоящее время в эксплуатации находится большое количество зданий и сооружений с несущими и ограждающими конструкциями из древесины. Это не только объекты жилого фонда, но и общественные здания, имеющие культурно-историческое значение, например, дом-музей А.Н. Островского (г. Москва, 1820 г. постройки), храм Тихона Задонского (г. Москва, 1862 г. постройки), усадьба Некрасова Г.П. (г. Красноярск, 1904 г. постройки).

Пожары на объектах с конструкциями из древесины носят разрушительный характер. Им присущи высокая интенсивность горения, большая площадь распространения огня, а также быстрое нарастание опасных факторов пожара. Вследствие высокой горючести деревянных конструкций, за последние десятилетия полностью утрачены десятки объектов культурного наследия из древесины, в том числе памятники деревянного зодчества. Подобные пожары осложняются тем, что в некоторых случаях они охватывают не одно деревянное здание, а целую группу объектов. В связи с этим, наиболее важным мероприятием

по предупреждению пожаров, а также их успешному тушению является обеспечение *безопасной удалённости объектов друг от друга* (устройства противопожарных разрывов). В соответствии со ст. 37 Федерального закона № 123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" [2], противопожарные разрывы относятся к отдельному типу противопожарных преград.

Противопожарные расстояния между зданиями и сооружениями определяются как расстояния между наружными стенами или другими конструкциями зданий и сооружений. В современное время противопожарные расстояния между жилыми и общественными зданиями, а также между жилыми, общественными зданиями и вспомогательными зданиями и сооружениями производственного, складского и технического назначения принимаются в зависимости от степени огнестойкости и класса их конструктивной пожарной опасности. Нормативные значения противопожарных разрывов для жилых и общественных зданий, в соответствии с п. 4.3 [3], представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Противопожарные расстояния между зданиями
и сооружениями жилого и общественного назначения**

Степень огнестойкости здания	Класс конструк- тивной пожарной опасности	Минимальные расстояния при степени огнестойкости и классе конструктивной пожарной опасности жилых и общественных зданий, м			
		I, II, III C0	II, III C1	IV C0, C1	IV, V C2, C3
I, II, III	C0	6	8	8	10
II, III	C1	8	10	10	12
IV	C0, C1	8	10	10	12
IV, V	C2, C3	10	12	12	15

Основные подходы к нормированию параметров обеспечения пожарной безопасности объектов с наличием ДК базируются в основном на показателях горючести современных материалов и конструкций из древесины. Результаты исследований последних лет свидетельствуют о значительном влиянии условий и сроков эксплуатации древесины на её горючесть [4-7]. Эти результаты показывают нестандартное состояние образцов древесины длительного естественного старения в условиях огневых испытаний, особенно это связано с аномальным ускорением процесса обугливания, а также повышением теплотворной и окислительной опасности образующегося угольного слоя. Последние исследования показали повышенную опасность обугливания ДК со сроком эксплуатации до 150 лет [8].

Авторам было важно установить влияние особенностей состояния в условиях пожара ограждающих ДК длительного срока эксплуатации на величину противопожарных разрывов между зданиями и сооружениями, среди которых имеются объекты с данными конструкциями.

Результаты исследования и обсуждение

Для установления особенностей горючести ДК длительного срока эксплуатации были проведены испытания в крупномасштабной огневой печи по методике, установленной ГОСТ 30403-2012 [9]. Температурные режимы в установке являются эквивалентными реальным условиям развитого пожара. Время огневых испытаний исследуемых ограждающих ДК составляло 45 мин. Для проведения исследований отбор образцов ограждающих конструкций осуществлялся на объектах из древесины, расположенных в Ярославской области, Борисоглебском районе (с. Кедское и с. Красный Октябрь). Здания построены в 1935 и 1816 годах из деревянных сосновых брёвен диаметром от 220 до 240 мм. Аналогичные испытания были проведены с современными деревянными конструкциями, в качестве элементов которых использовался брус сосны сечением 140×140 мм. Элементы конструкций были высушены естественным путем до влажности 13,8-15,1 %. Конструкции размером 1300 мм в ширину и 2400 мм в высоту монтировались в огневую установку.

Результаты проведённых исследований показали, что для ДК длительного срока эксплуатации (81 год) наблюдается увеличение теплового эффекта, характеризуемого повышением температуры на 50 градусов фактически на всём протяжении испытаний, по сравнению с образцом современной конструкции (рис. 1).

Выявленная особенность состояния деревянных конструкций в условиях пожара во многом будут способствовать более интенсивному развитию пожара не только в здании или сооружении, но и представлять опасность распространения пожара на соседние объекты.

С целью установления интенсивности нарастания лучистого теплового потока во время огневых испытаний проводилась регистрация температуры в тепловой камере установки на расстоянии 20 мм от поверхности ограждающей ДК, что позволило провести оценку интенсивности теплового потока при рассмотрении модельных объектов с ограждающими конструкциями из древесины. В отношении нормативных расстояний 10, 12 и 15 метров была проведена оценка значений лучистого теплового потока от горящего объекта из современной древесины и древесины со сроком эксплуатации 81 год. Моделирование осуществлялось с использованием программного комплекса "MathCAD", включающего в себя, в том числе, систему уравнений для оценки интенсивности теплового излучения, подробное описание которой представлено в приказе МЧС России от 10 июля 2009 г. № 404 [10].

При ширине и высоте прямоугольника, описывающего зону пламенного горения, равным 6 м, зависимость коэффициента облучённости от расстояния до облучаемого объекта показана на рис. 2.

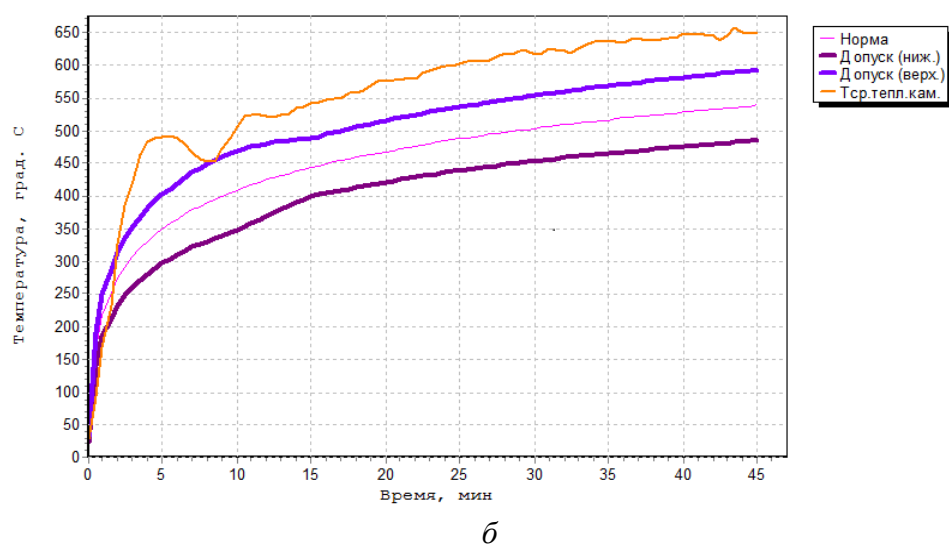
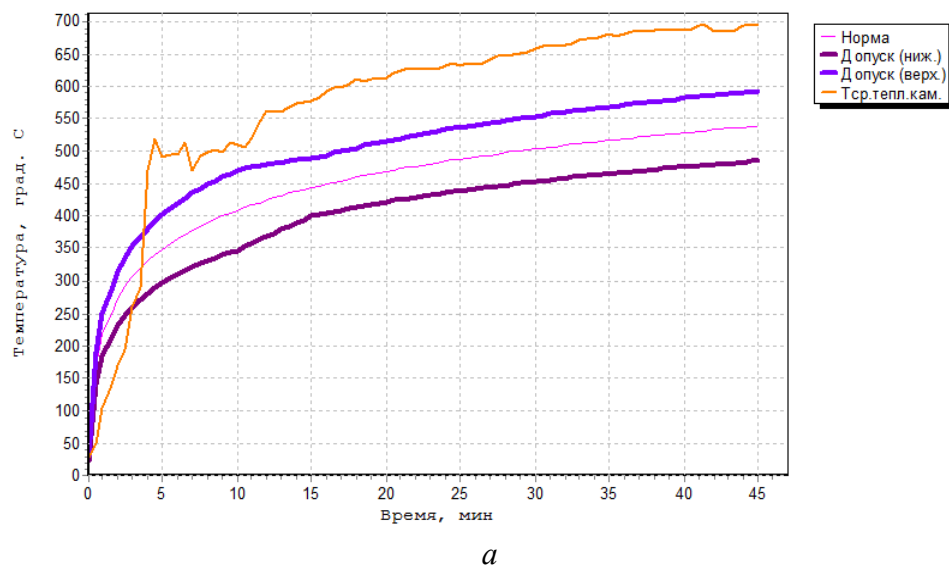


Рис. 1. Изменение температуры в тепловой камере при испытании ограждающей деревянной конструкции со сроком эксплуатации 81 год (*a*) и современной (*б*)



Рис. 2. Зависимость коэффициента облучённости от расстояния до облучаемого объекта

Как видно из рис. 2, коэффициент облучённости, и, следовательно, плотность теплового потока, падающего на облучаемый объект, уменьшается с увеличением расстояния до объекта.

Уменьшение плотности теплового потока с увеличением расстояния обуславливается уменьшением коэффициента пропускания атмосферы, зависимость которого от расстояния до облучаемого объекта описывается уравнением (рис. 3):

$$\tau = e^{-7 \cdot 10^{-4} \cdot r},$$

где r – расстояние до облучаемого объекта, м.

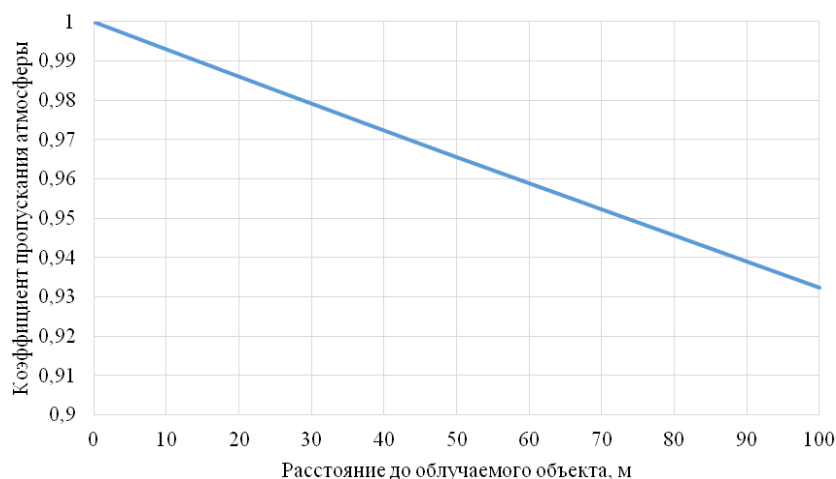
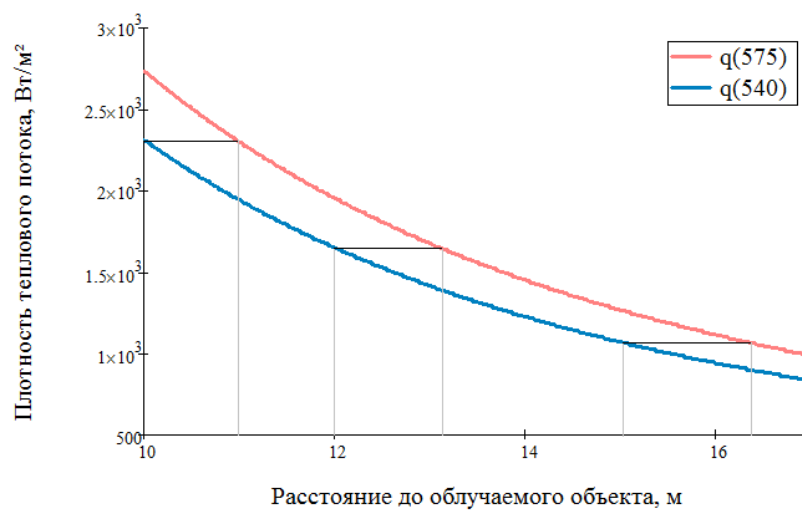


Рис. 3. Зависимость коэффициента пропускания атмосферы от расстояния до облучаемого объекта

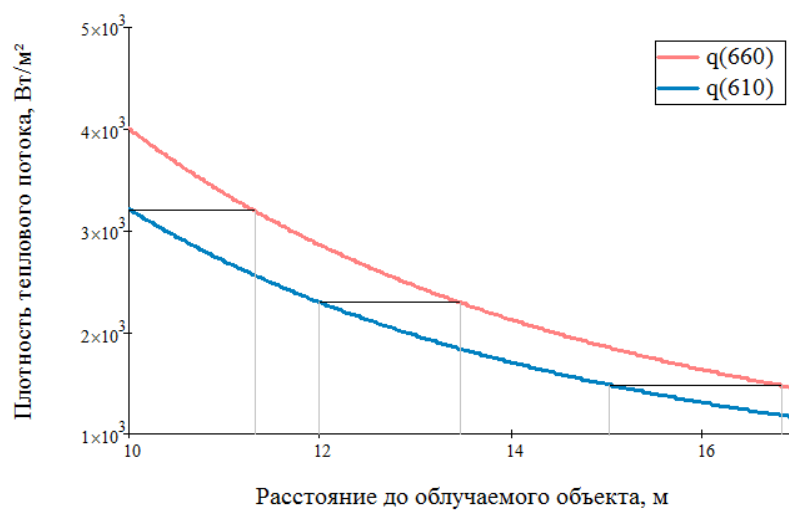
Согласно результатам испытаний, температура в тепловой камере установки для ДК длительного срока эксплуатации (81 год) выше в среднем на 50°C по сравнению с образцов ДК современной: соответственно 575 и 540°C на момент времени 15 мин., 660 и 610°C на момент времени 30 мин., 700 и 650°C на момент времени 45 мин.

На рис. 4 показаны зависимости расчётной плотности теплового потока при горении древесины сосны длительного срока эксплуатации (81 год) и современной древесины при вышеуказанных температурах от расстояния до облучаемого объекта, с учётом коэффициента облучённости и коэффициента пропускания атмосферы.

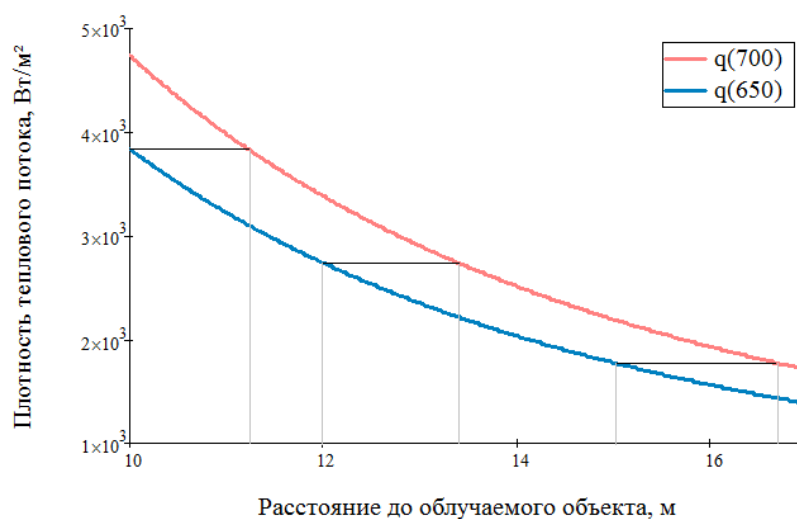
Полученные результаты свидетельствуют о том, что тепловой поток при горении древесины длительного срока эксплуатации больше, чем тепловой поток при горении современной древесины на одних и тех же стадиях развития горения, на некоторую величину, зависящую от расстояния до облучаемого объекта (рис. 4). При горении древесины длительного срока эксплуатации, чтобы получить величину теплового потока, равную тепловому потоку от горения современной древесины, необходимо увеличивать расстояние на величину, которая в зависимости от стадии развития пожара и расстояния до объекта составляет от $8,9$ до $12,8\%$ (табл. 2).



a



б



в

Рис. 4. Расчётная плотность теплового потока при различных температурах пламени в момент времени: *а)* 15 мин., *б)* 30 мин., *в)* 45 мин. на расстоянии от облучаемого объекта 10, 12 и 15 м

Результаты моделирования величины противопожарных разрывов

Момент времени, мин.	15	30	45
Температура пламени T_1 , °C	540	610	650
Температура пламени T_2 , °C	575	660	700
Плотность теплового потока на расстоянии 10 м при T_1 , q_{110} , кВт/м ²	2,312	3,217	3,840
Плотность теплового потока на расстоянии 10 м при T_2 , q_{210} , кВт/м ²	2,736	4,009	4,742
Расстояние, при котором $q_{210} = q_{110}$	10,97	11,276	11,117
Увеличение расстояния, %	9,7 %	12,8 %	12,2 %
Плотность теплового потока на расстоянии 12 м при T_1 , q_{112} , кВт/м ²	1,649	2,295	2,740
Плотность теплового потока на расстоянии 12 м при T_2 , q_{212} , кВт/м ²	1,952	2,861	3,384
Расстояние, при котором $q_{212} = q_{112}$	13,104	13,459	13,395
Увеличение расстояния, %	9,2 %	12,2 %	11,6 %
Плотность теплового потока на расстоянии 15 м при T_1 , q_{115} , кВт/м ²	1,070	1,489	1,778
Плотность теплового потока на расстоянии 15 м при T_2 , q_{215} , кВт/м ²	1,267	1,856	2,195
Расстояние, при котором $q_{215} = q_{115}$	16,329	16,757	16,68
Увеличение расстояния, %	8,9 %	11,7 %	11,2 %

* T_1 , T_2 – температура пламени при горении соответственно современной древесины и древесины длительного срока эксплуатации (81 год); q_{110} , q_{210} , q_{112} , q_{212} , q_{115} , q_{215} – плотность теплового потока при горении современной древесины и древесины длительного срока эксплуатации (81 год) на расстояниях 10, 12 и 15 м

Результаты моделирования теплового потока при горении ДК современных и ДК длительного срока эксплуатации позволяют сделать вывод о том, что для предотвращения распространения пожара от горящего здания к соседним, величину противопожарных разрывов между зданиями, при условии, что хотя бы одно из них выполнено из древесины длительного срока эксплуатации, целесообразно увеличивать относительно нормативных значений на 10-13 %.

Заключение

В статье представлены результаты оценки величины противопожарных разрывов с учётом особенностей состояния деревянных конструкций длительного срока эксплуатации в условиях пожара, которые обусловлены более высокими значениями прироста температуры (выше на 50 °C на всем протяжении эксперимента) и значительной степенью термического повреждения (выше в 1,7 раза), по сравнению с современными конструкциями из древесины. На основе полученных экспериментальных данных по результатам моделирования были построены зависимости величины лучистого теплового потока от расстояния до облучаемого объекта при различном времени огневого воздействия. Согласно полученным результатам, противопожарные разрывы между зданиями из деревянных конструкций длительного срока эксплуатации и другими объектами целесообразно увеличивать на 10-13 %.

Литература

1. **Федеральный** закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации".
2. **Федеральный** закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности".
3. **СП 4.13130.2013** "Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям".
4. **Aseeva R.M., Serkov B.B., Sivenkov A.B.** Fire behavior and fire protection in timber buildings // Springer Series in Wood Science, Springer. 2014. 280 p. DOI: 10.1007/978-94-007-7460-5.
5. **Покровская Е.Н., Пищик И.И., Смирнов Н.В., Нагановский Ю.К.** Термическая устойчивость древесины различной длительности эксплуатации // Строительные материалы. 2000. № 9. С. 34-35.
6. **Асеева Р.М., Дегтярев Р.В., Круглов Е.Ю. и др.** Тепловыделение древесины различного эксплуатационного возраста // Лесной вестник. 2010. № 5 (74). С. 139-143.
7. **Альменбаев М.М., Арцыбашева О.В., Асеева Р.М. и др.** Исследование скорости обугливания деревянных конструкций длительного срока эксплуатации // Известия Южного Федерального университета. Технические науки. 2014. № 7. С. 246-254.
8. **Макишев Ж.К., Сивенков А.Б.** Огнестойкость деревянных конструкций длительного срока эксплуатации // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 3. С. 34-44.
9. **ГОСТ 30403-2012.** Конструкции строительные. Метод испытаний на пожарную опасность.
10. **Приказ** МЧС России № 404 от 10 июля 2009 г. "Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска на производственных объектах".