



Общество с ограниченной ответственностью «Донстройтест»

**Региональный испытательный центр на безопасность
строительных материалов и конструкций**

Свидетельство об аттестации № ВЛ-071/2011 от 11.04.11 г.



ПРОТОКОЛ № 2-10-11

предварительных испытаний по определению предела огнестойкости деревянного перекрытия окрашенного «Составом и покрытием огнезащитным вспучивающимся «Эндотерм ХТ-150» и огнезащищенного плитами «Эндотерм 210104» согласно технического задания ООО НПП «Спецматериалы» г. Донецк.

ВНИМАНИЕ!

Протокол включает 14 листов и Приложение А на 4 листах.
Результаты, представленные в протоколе, распространяются только
на исследованные образцы

Протокол является целостным документом и может быть
перепечатан только в полном объеме.
Копии протоколов действительны только при их заверении
в ООО «Донстройтест»



ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР: Региональный испытательный центр на безопасность строительных материалов и конструкций ООО «Донстройтест».
Адрес центра: 86005, Донецкая обл., Ясиноватский район, ст. Донецк-Северный, ул. Привокзальная, 26, тел. 349-08-76
Лицензия Государственного департамента пожарной безопасности МЧС Украины №548589 серия АВ от 22.10.2010 г.

ЗАКАЗЧИК ИССЛЕДОВАНИЙ: ООО НПП «Спецматериалы» 83114, г. Донецк, ул. Р.Люксембург, 70, тел./062/381-12-27.

Испытания проводятся на основании:

Договор №3-08/11 от 26.08.2011 г. между ООО НПП «Спецматериалы» и ООО «Донстройтест».

ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ: Образцы деревянного перекрытия (См. раздел «Образцы для испытаний») толщиной 230 мм, изготовленные из древесины сосны, окрашенные «Составом и покрытием огнезащитным вспучивающимся «Эндотерм ХТ-150» с прикрепленными самонарезающими винтами плитами «Эндотерм 210104» толщиной 20 мм. Нормативное значение постоянной и длительной нагрузки на перекрытие составляет не менее 100 кг/м².

ЦЕЛЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ: Проведение огневых испытаний с целью подтверждения предела огнестойкости REI 45 деревянного перекрытия с использованием огнезащитной системы (См. раздел «Образцы для испытаний») при действии весовой нагрузки не менее 100 кг/м².

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ И СРЕДСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ:

Для испытаний использовалась специальная испытательная печь (Аттестат № 151 от 12.04.2010 г., срок действия до 04.2013г.) и средства измерительной техники, приведенные в таблице 1.



Таблица 1 - Средства измерительной техники

№ п/п	Наименование прибора/оборудования	Заводской номер	Диапазон измерений	Класс точности или погрешность	Дата следующей аттестации/поверки
1	АИРК «TEST-1»	б/н	От 0 до 1200°C	±(0,365+0,00004t)°C	05.2014
2	Термопары ТХА	б/н	От -40°C до 333,4°C от 334,4°C до 1200°C	± 2,5 °C; ± 0,0075·Тизм	04.2012
3	Секундомер механический СОПр-2а-2-010	4892	От 0,2" до 30'	2 класс	12.2011
4	Рулетка измерительная	б/н	От 0 до 5000 мм	± 1 мм	06.2012
5	Гигрометр психрометрический ВИТ	5708	От 5°C до 25°C От 20% до 90%	±0,2 °C ±6%	01.2013
6	Преобразователь измерительный избыточного давления МТМ700ДИ-Ех	692	От 0 до 100 Па	±1,5%	01.2012
7	Линейка металлическая измерительная	Б/н	От 0 до 1000 мм	± 0,2 мм	I кв. 2012
8	Электронные крановые весы OSC 2t-XZ1	00924	от 0 до 2000 кг	±1 кг	IV кв. 2013

Метод испытания: Предел огнестойкости перекрытий определяется по ДСТУ Б В.1.1-4-98* «Защита от пожара. Строительные конструкции. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» и ДСТУ Б В.1.1-20:2007 «Перекрытия и покрытия. Методы испытания на огнестойкость» (EN 1365-2:1999, NEQ).

Метод испытаний состоит в нагреве при стандартном температурном режиме согласно ДСТУ Б В.1.1-4-98* образцов перекрытий, которые устанавливаются в горизонтальный проем огневой печи и определении времени, когда достигается одно из предельных состояний по огнестойкости: потеря целостности, потеря теплоизолирующей или несущей способности.

Образцы для испытаний должны иметь размеры соответствующие проектным размерам. Если образцы проектных размеров испытать невозможно, допускается использование фрагментов перекрытий, в которых минимальная длина и ширина образца должна быть не менее 4000 мм и 3000 мм соответственно.

Предельным состоянием по признаку потери целостности (признак E) является состояние, при котором выполняется одно из следующих условий:

1. Загорание или тление со свечением ватного тампона, который поднесен к необогреваемой поверхности образца на расстоянии 20-30 мм в течение времени не менее 30 секунд;
2. Пламя на необогреваемой поверхности образца наблюдается на протяжении времени не менее 10 сек.
3. Возникновение трещины, через которую можно свободно (без дополнительных усилий) ввести в печь щуп диаметром 6 мм и переместить его вдоль этой трещины на расстояние не менее 150 мм;
4. Возникновение трещины, через которую можно свободно (без дополнительных усилий) ввести в печь щуп диаметром 25 мм

Предельным состоянием по признаку потери теплоизолирующей способности (признак I) является:

- превышение средней температуры над начальными значениями на 140°C;
- превышение температуры над начальной температурой в любой точке расположения термопар на 180°C.

Предельным состоянием по признаку потери несущей способности (признак R) является состояние, при котором выполняется одно из следующих условий:

- значение прогиба (D) конструкции перекрытия превышает значение
$$D = L^2/400b \text{ мм}; \quad (1)$$

- скорость нарастания деформации перекрытия превышает значение
$$dD/dt = L^2/9000b \text{ мм/мин}; \quad (2)$$

где L – пролет, мм;

b – расчетная высота сечения конструкции, мм.

Если значение прогиба не более L/30, то предельной деформацией является только предельное значение прогиба.

Во время проведения испытаний избыточное давление в огневой печи на расстоянии 100 мм от поверхности образца должно составлять (10±3) Па после 5-ой минуты испытаний.

За результат испытаний берут предел огнестойкости конструкций, определенный по формуле:

$$t_{fr} = t_{mes} - \Delta t,$$

где t_{fr} – предел огнестойкости конструкции, мин;



t_{mes} – наименьшее значение времени от начала испытания до достижения предельного состояния по огнестойкости, определенное по результатам испытаний одинаковых образцов, мин;

Δt – погрешность испытаний, мин.

Значение погрешности определяется по формуле:

$$\Delta t = (0,015t_{mes} + 3)(A_s - A_f) / (A_s - A_{min}) \quad (4)$$

где A_s , A_f , A_{min} – интегральные значения (площади которых находятся под кривыми) стандартной температуры, средней температуры в печи и минимально допустимой температуры в печи, соответственно, °С×мин. Если $A_f > A_s$, то $\Delta t = 0$.

ОБРАЗЦЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ:

По требованию Заказчика, в связи с проведением предварительных исследований, испытаниям подвергался один образец деревянного перекрытия, размерами 4700×3500×230мм представляющий собой конструкцию из древесины сосны: брус 200×100 мм длиной 3500 мм к которому при помощи металлических гвоздей размером 120×4,0 мм с шагом 500 мм, с двух боковых сторон прибивался брус 75×75 мм и длиной 3500 мм, на который сверху при помощи металлических гвоздей размером 70×3,0 мм крепились доски длиной 500 мм и толщиной 35 мм. Снизу, на образовавшийся настил при помощи металлических гвоздей размером 70×3,0 мм крепились доски длиной 4700 мм и толщиной 30 мм (рисунок 1). Все деревянные конструкции были окрашены «Составом и покрытием огнезащитным вспучивающимся «Эндотерм ХТ-150» (ТУ У 13481691.01-97, производитель ООО НПП «Спецматериалы», г. Донецк) с расходом 531 г/м² (по данным Заказчика) согласно «Регламента работ по огнезащите «Составом и покрытием огнезащитным вспучивающимся «Эндотерм ХТ-150».

К деревянному перекрытию при помощи самосверлящихся шурупов длиной 65 мм и шагом 150 мм крепились плиты «Эндотерм 210104 – 1500.1000.20» (ТУ У 24.3-13481691-007-2003, производства ООО НПП «Спецматериалы» г. Донецк) толщиной 20 мм. Швы между плитами зашпаклевывались «Составом для огнезащитного покрытия «Эндотерм 220206» (ТУ У 24.3 -13481691-010:2007, производства ООО НПП «Спецматериалы» г. Донецк)). Облицовка плитами «Эндотерм 210104 – 1500.1000.20» производилась согласно «Регламента работ по огнезащите Плитами «Эндотерм 210104».

Схема расположения элементов деревянного перекрытия, а также детализовка примененных материалов приведена на рисунках 1, 2.



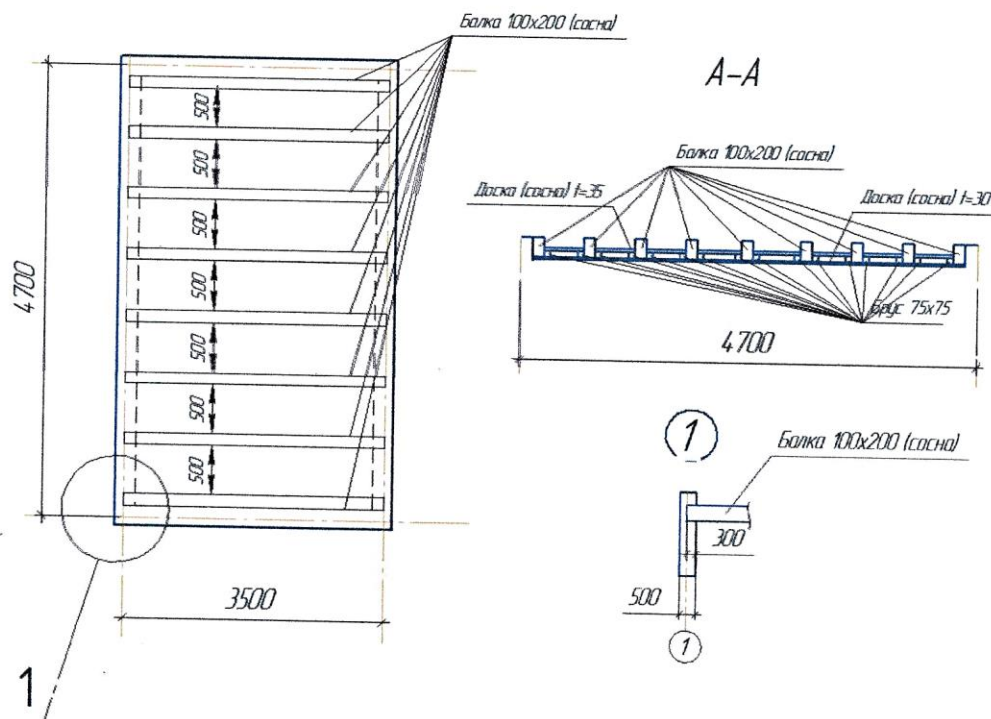


Рисунок 1. Схема расположения элементов деревянного перекрытия.

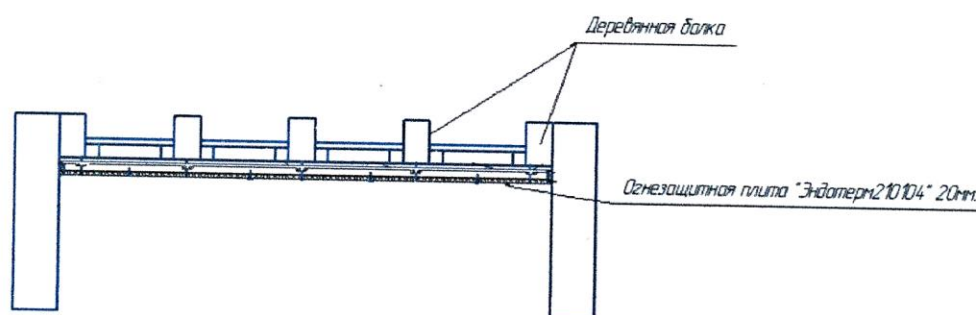


Рисунок 2. Схема расположения элементов огнезащиты деревянного перекрытия.

Образец перекрытия устанавливался на горизонтальной печи на слой базальтовых плит толщиной 100 мм плотностью 120 кг/м^3 . Нагружение образца перекрытия осуществлялось восемью калиброванными грузами в виде бетонных блоков размером $1500 \times 300 \times 150 \text{ мм}$, которые устанавливались на образец через компенсирующие деревянные опоры размером $1000 \times 110 \times 50 \text{ мм}$. Фактическая нагрузка на образец установлена исходя из требований технического задания Заказчика, что соответствуют нормативному значению постоянной и длительной нагрузки 114 кг/м^2 .

Для измерения средней и максимальной температуры на необогреваемой поверхности образца было установлено пять термопар: термопара Т1.4 в центре образца, термопары Т1.0-Т1.3 в геометрических центрах его четвертей.

Схема расстановки термопар, опирания и нагружения образца приведена на рис 3.



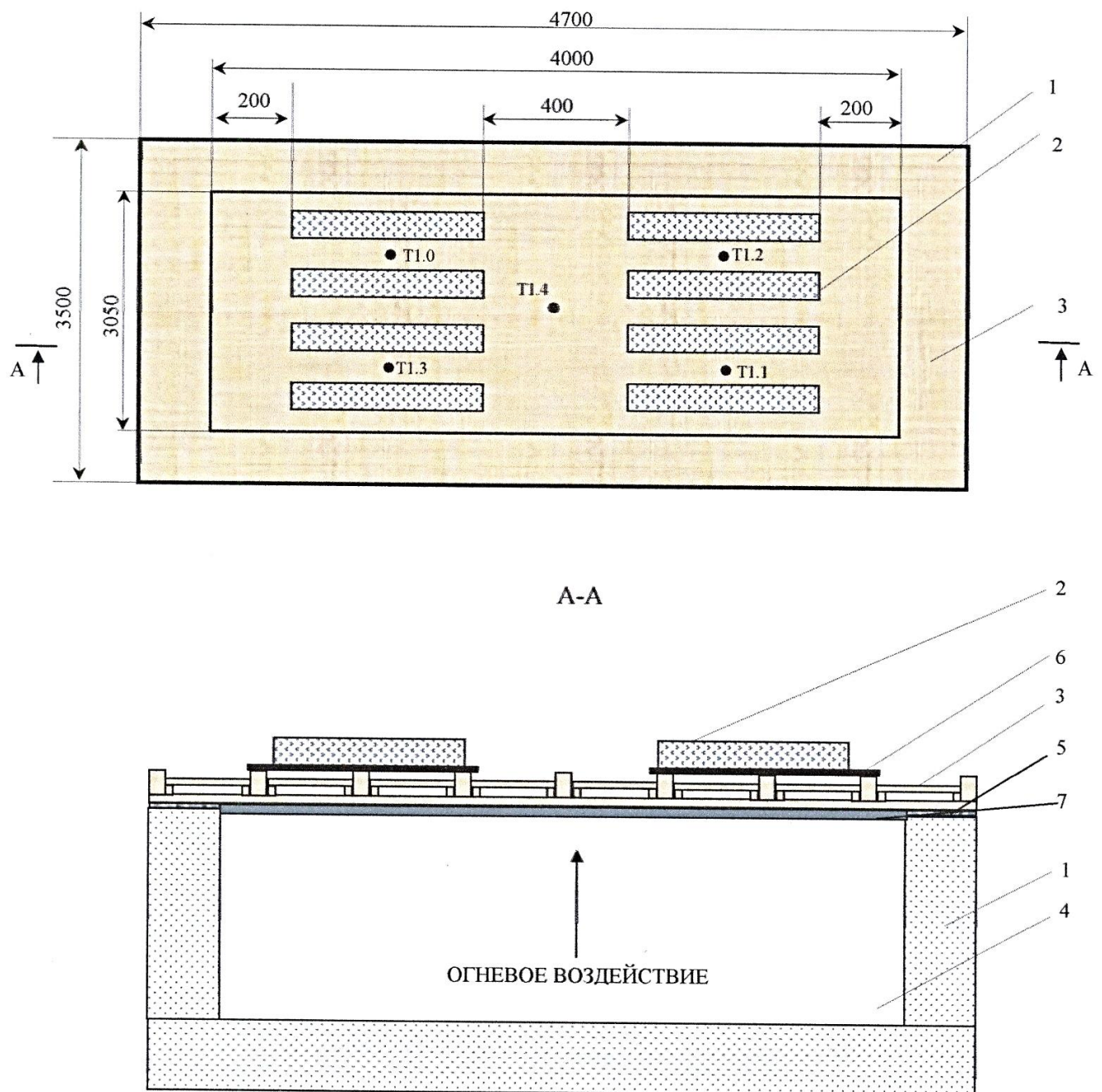


Рис.3. Схема расстановки термодатчиков, опор и нагружения образца.
 1-огневая печь; 2-калиброванные грузы для нагружения; 3-образец; 4-огневое пространство печи; 5- базальтовая теплоизоляция; 6-компенсирующие деревянные опоры; 7- плита «Эндотерм 210104».





Рисунок 4. Вид образца деревянного перекрытия установленного на огневую печь со стороны обратной огневому воздействию



Рисунок 5. Вид образца перед началом проведения огневых испытаний

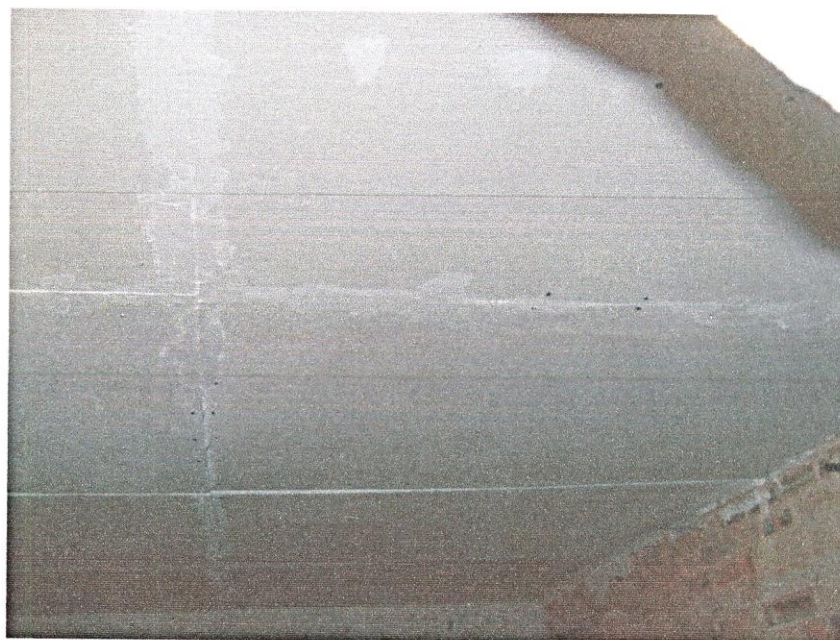


Рисунок 6. Вид образца со стороны огневого воздействия

Прогиб деревянного перекрытия определялся в центре образца.



Согласно формулам 1 и 2 предельное значение прогиба образца составляет 286 мм (пролет 4000 мм, расчетная толщина перекрытия 140 мм), а предельное значение скорости нарастания деформации 13 мм/мин.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ

Таблица 2

Номер образца	Дата проведения испытаний	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Атмосферное давление, мм.рт.ст.
1	14.10.2011 г.	+22	52	749

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ: Результаты измерений температуры в огневой печи и на поверхности образца приведены в таблицах 3, 4 и на рисунках 7, 8. Результаты измерения прогиба образца приведены на рисунке 9.

Во время проведения испытаний температурно-временной режим и избыточное давление в огневой печи соответствовали требованиям, которые регламентируются стандартом ДСТУ Б.В.1.1-4-98*. Избыточное давление в печи при проведении испытаний на 5-й минуте составляло 10 Па, а с 10-й минуты составляло 9 Па.

Таблица 3. Температурный режим в печи во время проведения испытаний по определению предела огнестойкости образца перекрытия.

Время проведения испытаний, мин	Температура в печи во время проведения испытаний, °C									Номинальное значение температуры в печи, °C	Допустимые значения температуры в печи, °C	
t	Tп0.0	Tп0.1	Tп0.2	Tп0.3	Tп0.4	Tп0.5	Tп0.6	Tп0.7	Tп ср	Tп	Tmax	Tmin
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	17,7	18,8	19,2	19,5	19,5	20,2	19,6	18,8	19,2	20	50	5
1	423,2	437,4	355,4	412,0	428,1	368,2	380,5	345,7	393,8	349	402	297
2	438,3	456,3	435,1	490,9	594,4	525,9	417,3	411,0	471,2	445	511	378
3	448,5	470,9	476,8	514,3	601,3	522,0	448,5	433,3	489,4	502	578	427
4	531,5	532,4	449,8	559,5	570,3	501,3	528,5	493,5	520,8	544	625	462
5	582,9	588,9	493,4	600,4	622,1	541,5	559,0	547,9	567,0	576	663	490
6	565,3	591,5	533,7	547,0	573,1	546,4	566,0	595,6	564,8	603	694	513
7	601,3	625,0	562,3	577,1	594,0	550,2	589,1	634,0	591,6	626	720	532
8	605,0	642,6	583,7	591,0	609,0	557,8	607,9	660,7	607,2	645	742	549
9	646,7	673,4	632,6	624,2	651,3	608,6	639,4	705,6	647,7	663	762	563
10	676,4	691,6	645,8	649,6	666,1	627,3	650,8	720,9	666,1	678	780	577
11	689,5	685,9	654,4	690,9	693,5	648,3	692,7	728,9	685,5	693	793	592
12	683,2	674,8	659,7	722,0	712,1	665,7	718,6	726,6	695,3	705	804	607
13	710,8	690,2	671,2	715,1	719,0	679,9	725,2	747,4	707,3	717	814	620
14	714,2	718,5	702,6	700,6	720,8	675,7	736,9	762,7	716,5	728	823	634
15	734,2	744,5	712,2	709,7	724,0	697,0	747,5	786,7	732,0	739	831	646
16	739,3	733,4	712,5	745,6	727,8	706,1	782,3	778,2	740,7	748	838	658
17	751,6	746,4	721,5	764,0	741,8	726,0	800,4	791,0	755,3	757	844	670
18	760,6	754,4	739,2	778,7	748,7	742,0	816,6	800,9	767,6	766	850	681
19	775,6	761,7	749,7	789,2	763,1	760,7	823,5	810,9	779,3	774	855	692
20	790,5	777,4	765,7	802,2	769,7	772,2	837,2	822,7	792,2	781	859	703
21	793,4	784,9	777,5	813,5	780,8	785,8	855,5	832,9	803,0	789	864	714
22	800,3	791,8	788,3	826,9	794,3	811,0	868,7	844,3	815,7	796	867	724
23	831,4	825,2	804,5	828,6	807,8	818,9	868,7	867,0	831,5	802	870	734
24	820,3	817,7	814,7	800,9	799,3	821,7	832,9	848,6	819,5	809	873	744
25	742,4	729,5	753,5	772,4	762,1	773,3	777,0	761,0	758,9	815	876	754
26	793,1	779,7	816,4	785,7	790,8	817,8	820,4	835,8	805,0	820	878	763

Продолжение Таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27	808,5	787,0	823,8	792,7	800,0	831,7	831,9	844,0	814,9	826	880	772
28	815,9	804,2	839,1	803,5	809,1	841,6	841,9	849,0	825,5	832	881	782
29	847,9	848,5	857,9	817,1	823,4	856,5	867,0	886,2	850,6	837	883	791
30	817,5	813,1	833,6	829,6	831,2	852,4	848,6	846,8	834,1	842	884	800
31	857,6	856,9	853,9	831,9	836,1	872,0	870,9	875,3	856,8	847	888	805
32	832,4	829,0	848,8	834,6	847,1	875,3	871,3	874,2	851,6	851	893	810
33	840,5	840,2	855,3	840,1	851,6	880,6	878,7	875,6	857,8	856	897	815
34	846,6	833,3	859,9	846,5	860,2	892,7	884,4	879,1	862,8	860	901	820
35	846,8	843,4	867,1	852,1	863,7	899,4	889,3	884,1	868,2	865	904	825
36	858,3	849,1	874,2	857,5	868,1	905,6	897,2	887,3	874,7	869	908	830
37	843,8	837,5	858,6	874,4	873,8	900,5	885,2	871,1	868,1	873	912	835
38	845,0	848,0	868,1	880,4	877,4	902,4	888,0	880,7	873,7	877	915	839
39	851,4	844,1	872,0	883,8	882,8	903,1	890,2	878,1	875,7	881	918	843
40	851,2	845,8	872,5	886,6	887,9	907,3	897,5	882,4	878,9	885	922	848
41	865,2	856,3	882,2	882,7	887,4	916,3	911,6	898,9	887,6	888	925	852
42	875,2	872,0	892,5	887,7	897,0	925,5	920,3	905,4	897,0	892	928	856
43	881,2	883,1	895,5	889,9	898,2	927,2	925,3	907,6	901,0	896	931	860
44	880,4	871,5	890,5	905,0	906,0	925,9	920,6	903,1	900,4	899	933	864
45	877,5	876,5	894,0	908,7	908,7	924,8	917,7	900,6	901,1	902	936	868
46	879,3	881,6	894,5	911,7	914,7	928,6	922,0	900,3	904,1	906	939	872

Таблица 4. Результаты измерения температуры на необогреваемой поверхности образца во время проведения испытаний по определению предела огнестойкости.

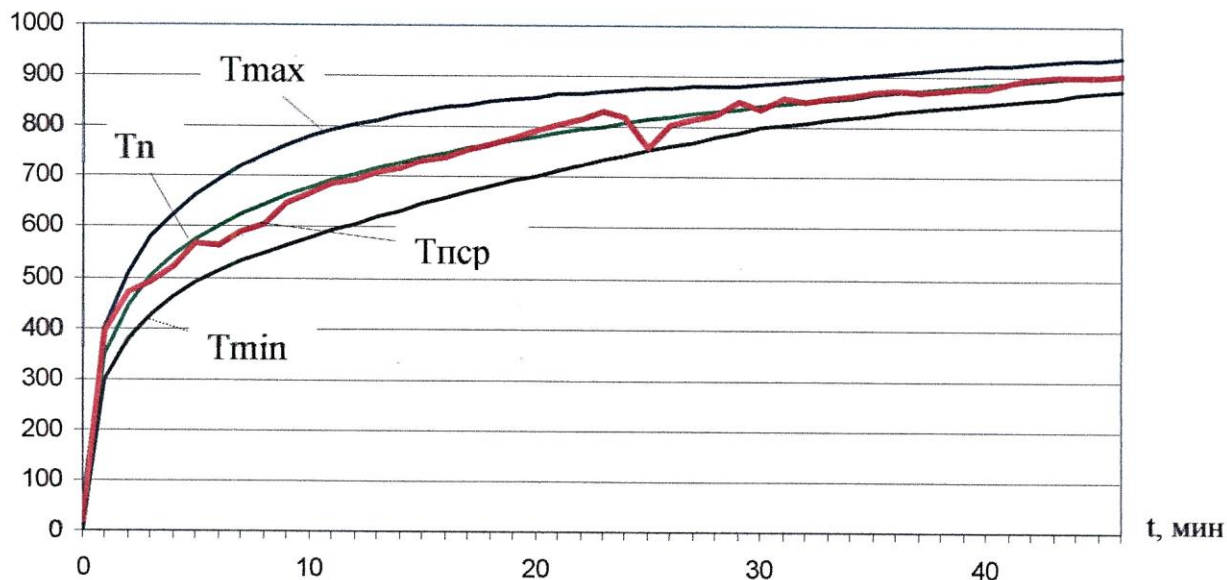
Время проведен ия испытан ий, мин.	Температура образца, °С					
	T1.0	T1.1	T1.2	T1.3	T1.4	T1.ср.
t	2	3	4	5	6	7
0	18,2	18,5	18,0	18,0	18,3	18,2
1	18,2	18,4	18,0	18,0	18,3	18,2
2	18,3	18,4	18,0	18,0	18,3	18,2
3	18,2	18,5	18,0	18,0	18,3	18,2
4	18,2	18,5	18,0	18,0	18,3	18,2
5	18,2	18,4	18,0	18,0	18,3	18,2
6	18,2	18,5	18,0	18,0	18,3	18,2
7	18,2	18,4	17,9	18,0	18,2	18,1
8	18,2	18,4	18,0	18,1	18,3	18,2
9	18,3	18,4	18,0	18,1	18,3	18,2
10	18,3	18,5	18,3	18,2	18,3	18,3
11	18,4	18,5	19,3	18,6	18,3	18,6
12	18,5	18,6	23,8	20,8	18,3	20,0
13	18,7	18,8	31,0	23,4	18,3	22,0
14	18,8	19,1	53,5	26,1	18,4	27,2
15	19,3	19,6	61,0	27,5	18,5	29,2
16	27,9	20,1	71,9	30,8	18,6	33,8
17	43,2	20,7	71,1	35,3	18,7	37,8
18	53,1	21,5	69,4	40,2	19,2	40,7
19	56,1	22,4	71,2	55,8	20,4	45,2
20	60,9	23,4	66,6	65,3	22,2	47,7
21	61,9	24,4	67,0	67,0	24,5	49,0
22	67,5	25,5	68,9	68,4	27,0	51,5
23	70,4	26,7	68,2	69,9	29,6	53,0
24	72,6	27,9	68,1	69,9	32,0	54,1
25	72,3	29,0	66,2	61,4	34,0	52,6
26	73,5	30,2	67,2	60,1	36,0	53,4
27	73,1	31,3	66,3	59,2	38,1	53,6

Продолжение Таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
28	73,4	32,5	64,7	59,5	39,7	54,0
29	73,6	33,6	63,9	59,8	41,1	54,4
30	74,1	34,5	63,2	59,5	43,1	54,9
31	72,7	35,5	61,7	61,0	44,7	55,1
32	72,9	36,4	61,0	61,7	46,3	55,7
33	73,8	37,3	59,8	63,0	48,2	56,4
34	74,0	38,2	59,5	63,9	50,1	57,1
35	75,0	38,9	58,9	64,6	51,8	57,8
36	75,4	39,7	57,5	65,5	53,2	58,2
37	75,0	40,4	57,4	66,0	54,4	58,6
38	75,0	41,0	56,8	67,1	55,0	59,0
39	75,3	41,7	56,6	67,3	55,7	59,3
40	75,9	42,3	56,4	68,2	56,1	59,8
41	75,7	42,9	56,0	68,5	56,6	59,9
42	75,5	43,4	55,6	68,9	57,1	60,1
43	76,3	44,0	55,4	69,2	57,4	60,5
44	76,0	44,6	55,1	69,8	58,1	60,7
45	76,8	45,1	55,1	69,9	58,7	61,1
46	77,3	45,6	54,8	71,0	59,3	61,6



$T, ^\circ\text{C}$



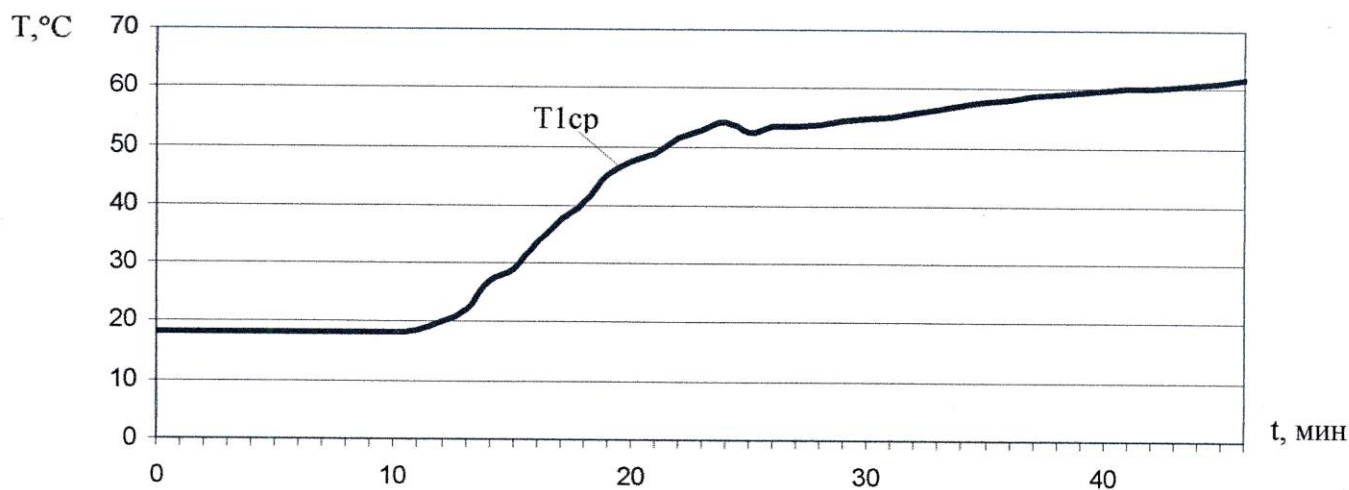
T_{max} – максимально допустимые значения температуры в огневой печи, $^\circ\text{C}$

T_{min} – минимально допустимые значения температуры в огневой печи, $^\circ\text{C}$

T_n – номинальное значения температуры в огневой печи, $^\circ\text{C}$

$T_{\text{пср}}$ – значения средней температуры в огневой печи при испытаниях образца, $^\circ\text{C}$

Рисунок 7 . Температурный режим в печи во время проведения испытаний на огнестойкость



$T_{\text{пср}}$ – значения средней температуры на образце $^\circ\text{C}$;

Рисунок 8. Зависимость температуры необогреваемой поверхности образца от времени проведения испытаний на огнестойкость.



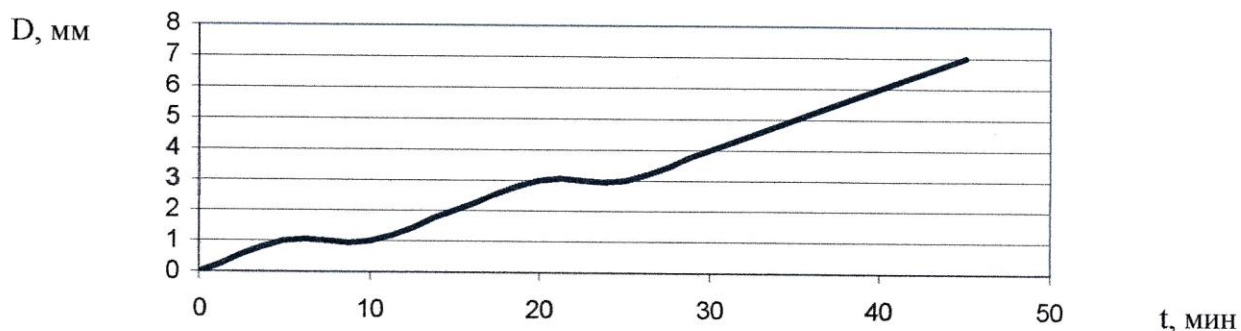


Рисунок 9. Зависимость прогиба образца от времени проведения испытаний на огнестойкость.

ВИЗУАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ:

- 7 мин – Небольшое количество пара и дыма со щелей;
- 20 мин – Дыма и пара очень много. Затрудненная видимость;
- 37 мин – Дыма и пара очень много.
- 46 мин – Испытание прекращено.

Вид образца со стороны огневого воздействия и с противоположной стороны после проведения испытаний представлен на рис. 10.



Рисунок 10. Вид образца после проведения огневых испытаний со стороны огневого воздействия и с противоположной стороны.



ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Испытания образца, согласно Заявки Заказчика, проводилось для подтверждения предела огнестойкости 45 минут.

Значения A_s , A_f , A_{min} (время испытаний 46 минут) составили 34811, 34667, 31880 °С×мин, соответственно.

Погрешность испытаний (Δt) согласно формуле (4) составляет 0,18 мин.

Максимальное значение прогиба образца не превысило предельное значение и составляет 7 мм соответственно. Так как значения прогиба образца составляет не более 133 мм ($L/30$), то предельная деформация определяется только предельным значением его прогиба.

При проведении испытаний образца деревянного перекрытия с системой огнезащиты в течении 46 мин, потери целостности, теплоизолирующей и несущей способности не произошло.

Предел огнестойкости образца согласно формуле (3) составляет не менее 45 мин.

ВЫВОДЫ: Согласно стандартов ДСТУ Б В.1.1-4-98* «Защита от пожара. Строительные конструкции. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» и ДСТУ Б В.1.1-20:2007 «Перекрытия и покрытия. Методы испытания на огнестойкость» (EN 1365-2:1999, NEQ) значение предела огнестойкости образца (См. раздел «Образцы для испытаний») деревянного перекрытия толщиной 230 мм, изготовленного из древесины сосны, окрашенного «Составом и покрытием огнезащитным вспучивающимся «Эндотерм ХТ-150» (ТУ У 13481691.01-97, производитель ООО НПП «Спецматериалы», г. Донецк) с расходом 531 г/м² (по данным Заказчика) и установленных при помощи самонарезающих винтов плит «Эндотерм 210104 – 1500.1000.20» (ТУ У 24.3-13481691-007-2003, производства ООО НПП «Спецматериалы») толщиной 20 мм при нормативном значении постоянной и длительной нагрузки 114 кг/м² составляет не менее 45 минут (REI 45).



Начальник испытательной лаборатории
ООО «Донстройтест»

Н.П.Жильцов