

Дифференцированный подход к
расчету расходов огнезащитных
покрытий для стальных конструкций

Конкурентные преимущества

Нормативное регулирование

2 ветки
Проектирования:



ЕВРОПЕЙСКАЯ

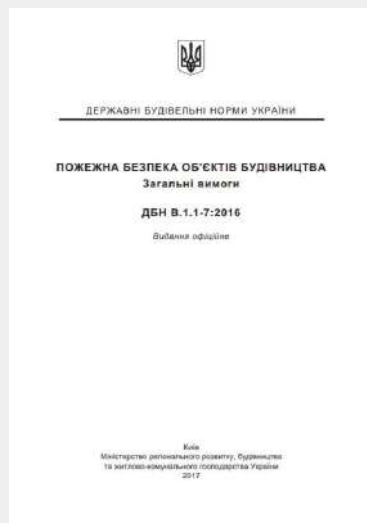
Еврокод (ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2)
КМ по Еврокоду



НАЦИОНАЛЬНАЯ

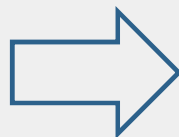
ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016
КМ по ДБН

Нормативное регулирование



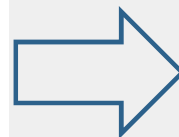
ДБН В.1.1-7:2016

Пожежна безпека
об'єктів
будівництва
(п.5.5, Додаток В.1)



ДСТУ-НБ В.2.6-211:2016

Проектування сталевих
конструкцій.
Розрахунок конструкцій
на вогнестійкість



- определение огнестойкости незащищенных стальных элементов
- определение огнестойкости защищенных стальных элементов
- **определение критической температуры стальных элементов**

Нормативное регулирование

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СИСТЕМА СЕРТИФІКАЦІЇ УкрСЕПРО

Серія ГС

ДОДАТОК 2

до сертифіката відповідності / свідчення про визнання
Приміщення к сертифікату відповідності / свідчення про визнання

№ UA1.016.0027947-16 Залежність мінімального значення товщини покриття з огнезахисної речовини (фарби огнезахисної «Тераліст 148М») на будівельних несучих металевих конструкціях (для три- та чотириповерхового захисту) від коефіцієнта перерізу металеві конструкції для проектних температур від 400 °С до 650 °С для забезпечення класу вогнестійкості (межі вогнестійкості) R 45

25 травня 2016

Проектна температура, °С	Коефіцієнт перерізу, $A_{s,V}$ (м ²)	Клас вогнестійкості R 45					
		400	450	500	550	600	650
10,00	100	0,94	0,80	0,66	0,52	0,38	0,32
9,09	110	1,04	0,90	0,75	0,61	0,47	0,33
8,33	120	1,13	0,98	0,83	0,69	0,55	0,41
7,69	130	1,20	1,05	0,91	0,76	0,62	0,48
7,14	140	1,27	1,12	0,97	0,82	0,68	0,54
6,67	150	1,33	1,18	1,03	0,88	0,73	0,59
6,25	160	-	1,23	1,08	0,93	0,78	0,64
5,88	170	-	1,28	1,13	0,98	0,83	0,68
5,56	180	-	1,33	1,17	1,02	0,87	0,72
5,26	190	-	1,37	1,21	1,05	0,90	0,75
5,00	200	-	-	1,24	1,09	0,94	0,79
4,76	210	-	-	1,28	1,12	0,97	0,82
4,55	220	-	-	1,31	1,15	1,00	0,85
4,35	230	-	-	1,34	1,18	1,02	0,87
4,17	240	-	-	1,36	1,20	1,05	0,90
4,00	250	-	-	-	1,23	1,07	0,92
3,85	260	-	-	-	1,25	1,09	0,94
3,70	270	-	-	-	1,27	1,11	0,96
3,57	280	-	-	-	1,29	1,13	0,98
3,45	290	-	-	-	1,31	1,15	1,00
3,33	300	-	-	-	1,32	1,17	1,01
3,23	310	-	-	-	1,34	1,18	1,03
3,13	320	-	-	-	1,36	1,20	1,04
3,03	330	-	-	-	1,37	1,21	1,05
2,94	340	-	-	-	-	1,22	1,07
2,86	350	-	-	-	-	1,23	1,08
2,78	360	-	-	-	-	1,25	1,09

В.О. Прищеп
підпис ініціали, прізвище

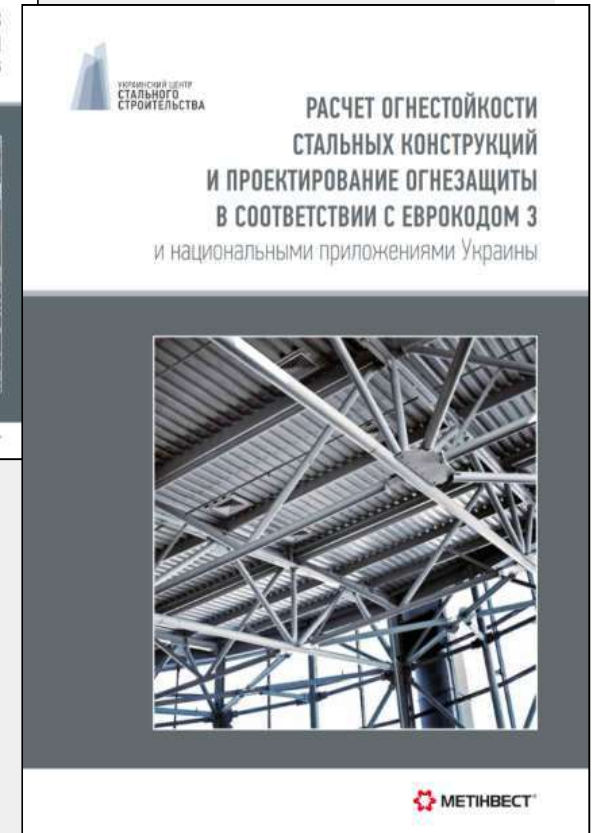
№ 106672

ДСТУ Б В.1.1-17:2007

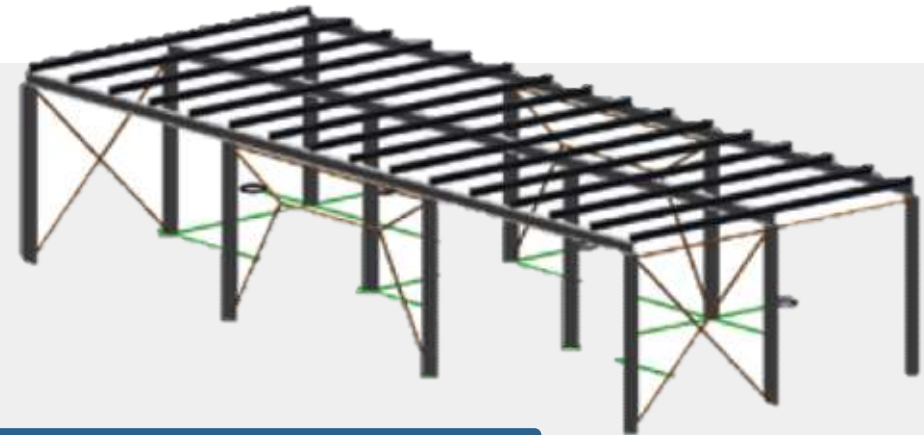
Защита от пожара. Огнезащитные покрытия для строительных несущих металлических конструкций.

Метод определения огнезащитной способности (ENV 13381-4:2002, NEQ)

Публикации УЦСС



Примеры расчета



2014 г.

$$\theta_{cr} = 600 + \frac{176,9 - 280,78}{127,46 - 280,78} \cdot \frac{700 - 600}{1} = 667,75^{\circ}\text{C}.$$

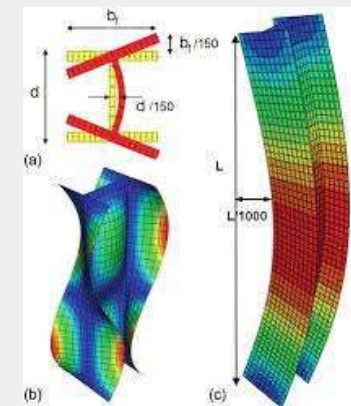
$$\theta_{cr} = 584,7^{\circ}\text{C}.$$

$$\theta_{cr1} = 400 + \frac{1 - 0,68}{1,24 - 0,68} \cdot \frac{500 - 400}{1} = 457,1^{\circ}\text{C};$$

$$\theta_{cr2} = 400 + \frac{1 - 0,91}{1,24 - 0,91} \cdot \frac{500 - 400}{1} = 414,1^{\circ}\text{C}.$$

$$\theta_{cr} = 545,7^{\circ}\text{C}.$$

$$\theta_{cr} = 400 + \frac{165,64 - 188,84}{155,1 - 188,84} \cdot \frac{500 - 400}{1} = 468,8^{\circ}\text{C}.$$

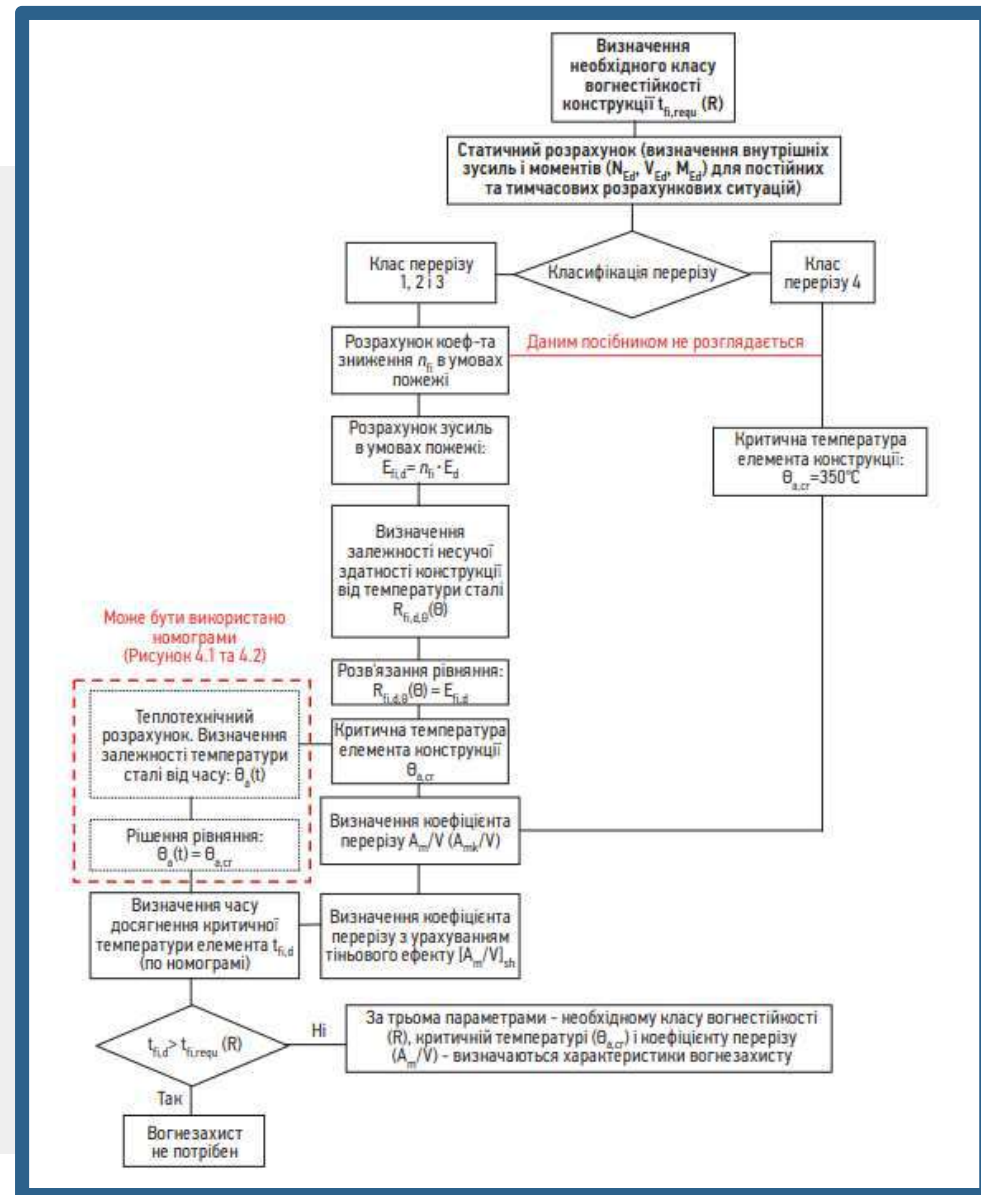


Алгоритм расчета

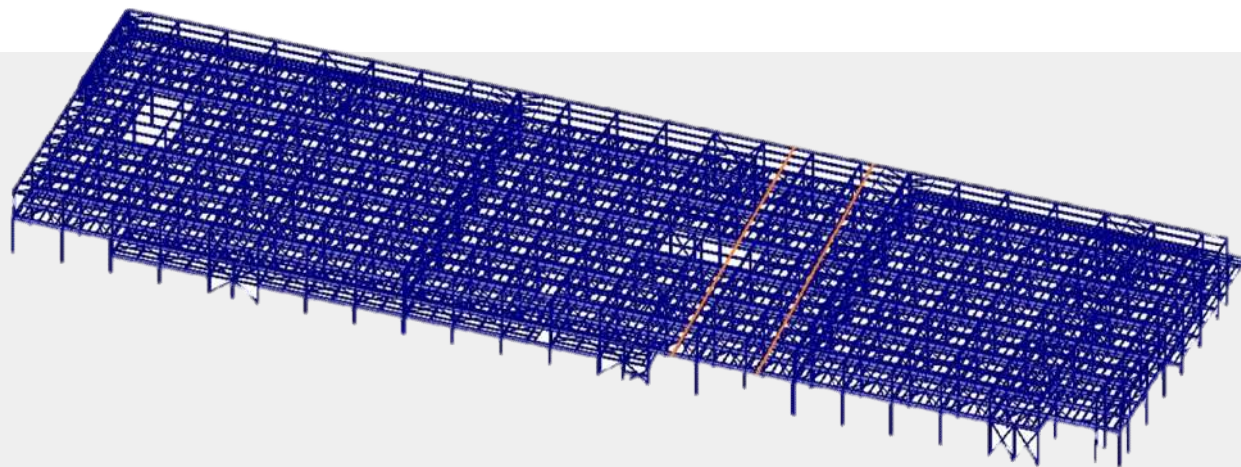
Факторы влияющие на определение критической температуры:

$$\theta_{a,cr} = 39,19 \ln \cdot \left[\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right] + 482,$$

- Нагрузки на конструкции
- Расчетные усилия при пожаре
- Несущая способность элемента $R_{fi,d,0}$ при пожаре в момент времени $t=0$



Пример



РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСУЩИХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОБЪЕКТЕ В НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Характеристики объекта:

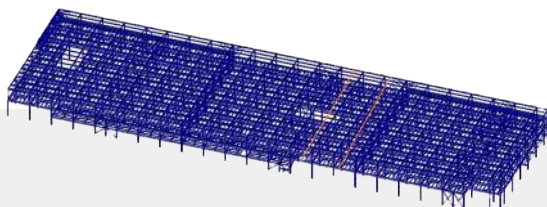
- двухэтажное здание каркасного типа;
- металлоемкость - 3400 т;
- площадь под огнезащиту - 63000 м кв;
- степень огнестойкости - II.

Под огнезащиту:

- колонны R120
- балки перекрытия R45
- балки покрытия R30
- связи R30, R45

Пример

$\theta_{a,cr}$



Балки перекрытия

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$	Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Б30	575,0	СБ653	640,3
Б30А	616,0	СБ701	636,0
Б36	623,7	СР1151	644,7
Б45	598,0	СР1152	572,1
Ш27	560,1	СР1153	640,3
КР1	631,8	СР1154	612,2
СБ451	572,1	СР1155	649,3
СБ451А	572,1	СР1156	649,3
СБ452	517,2	СБ1150	616,0
СБ501	584,7	СБ1151	758,5
СБ501А	584,7	СБ1130	697,5
СБ651	578,3	СБ1051	594,6
СБ651А	578,3	СБ1052	591,2
СБ652	616,0	СБ1051А	594,6

от 517°C(572) – до 697°C

Колонны

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$	Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
К1	498,6	К1	470,5
К1А	498,6	К1 А	470,5
К2	498,6	К2	413,4
К3	498,6	К3	494,6
К3А	498,6	К3А	494,6
К4	498,6	К9	494,6
К5	498,6	К9А	494,6
К5А	498,6	К4	485,1
К10	498,6	К5	507,4
К10А	498,6	К5А	507,4
К7	510,2	К7	470,5
К7А	510,2	К7А	470,5
К8	510,2	К8	413,4
К9	510,2	К10	601,8
К9А	510,2	К6	587,2

от 413°C – до 601°C

Балки покрытия

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
П3	663,8
П1	475,3
П2	511,3
БП1	569,1
БП2	598,0
БП3	703,9
БП1А	569,1

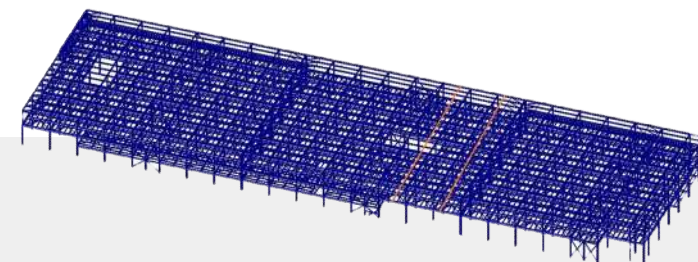
от 475°C – до 663°C

Связи

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Р1 (гориз.в'язь)	537,1
Р2	507,7
ВГ1 (в осях А-Ж)	507,2
ВГ1 (в осях Ж-К)	578,1
ВВ1	465,6
ВВ2	574,6
ВВ3	503,0
ВВ4	555,8
ВВ5	658,9

от 507°C – до 659°C

Пример

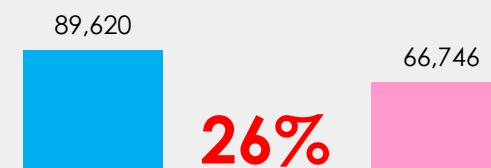


РАСЧЕТ РАСХОДА ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пример 1

Наименование	Огнезащитные материалы 1, расход в кг	
	при критической температуре 500°C	при расчетной критической температуре
Балки перекрытий	83 061	61 522
Балки покрытия	4 099	2 838
Колонны	113 705	113 705
Связи	2 460	2 386

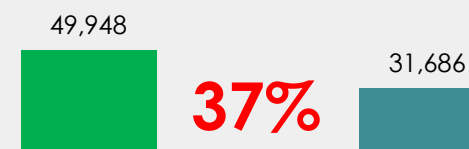
Экономия огнезащитной краски в примере 1



Пример 2

Наименование	Огнезащитные материалы 2, расход в кг	
	при критической температуре 500°C	при расчетной критической температуре
Балки перекрытий	47 118	28 944
Балки покрытия	1 487	1 439
Колонны	112 545	112 545
Связи	1 343	1 303

Экономия огнезащитной краски в примере 2



*) металлоконструкции перекрытия, покрытия и связи окрашены огнезащитной краской, на колонны нанесена огнезащитная штукатурка

***) колонна с критической температурой 413°C посчитана с расходом для 500°C

Пример

РАСЧЕТ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НЕСУЩИХ СТАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОБЪЕКТЕ В ЗАКАРПАТСКОЙ ОБЛАСТИ

Характеристики объекта:

- одноэтажное здание каркасного типа;
- площадь под огнезащиту - 10000 м кв;
- степень огнестойкости - II

Под огнезащиту:

- надколонники R120
- элементы покрытия R30
- фермы R30, R45

Количественный анализ:



1. Кол-во огнезащитного материала при постоянной критической температуре (500°C)
2. Кол-во огнезащитного материала при расчетном методе определения критических температур

Экономика:



Вывод результатов

Марка элемента	Переріз			Зусилля для прикріплення			Найменування або марка металу	Критична температура $\theta_{a,cr}$	Примітка
	ескіз	поз.	склад	A, кН	N, кН	M, кН·м			
ФС1	Складний								Аркуш 12
Б1		1	I 40Б1	200	-	-	S345-3		
		2	L 100x	-	-	-	S245		
Б2		1	-900x8	300	-	800	S345-3		
		2	-						
K1			I 40Ш1	140	-380	-410	S345-3		

Внесение графы «Критическая температура» в «Відомість елементів»

ДСТУ Б А.2.4-43:2009 «Правила виконання проектної та робочої документації металевих конструкцій»

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Б1	553,0
Б2	552,0
Б3	548,8
Б4, Б4*	634,5
Б6, Б6*	543,6
Б7	563,5
Б8	581,0
Б9	573,0
Б10	582,0
Б11	715,0
IPE 300	536,0
IPE 330	598,6
IPE 360	541,0
HEB 400	606,0
KP1	605,8
K1	350,0
K2	350,0
K3	350,0
K4	350,0
K5	491,0

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
K6	557,0
K7	350,0
CB1	1613,0
CB2	797,0
CB3	986,0
CB4	771,0
CB5	584,0
CB6	591,0
CB7	873,0
CB8	677,0
CG1	785,0
CG2	982,0
CG3	870,0
Ф1	350,0
Ф2	350,0
Ф3	350,0
Ф4	544,0
Ф5	410,0
Ф7	405,0
Ф8	505,0

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Ф9	377,0
Ф11	513,0
Ф12	501,0
Ф13	415,0
Ф14	350,0
Ф15	409,0
Ф16	575,0
Ф17	350,0
Ф18	350,0
Ф19	539,0

Марка	$\theta_{cr}, ^\circ\text{C}$
Б1	502,0
Б20	560,0
Б30	534,0
Kc1, Kc1a	544,0
K1	493,0
K2	549,0
C1	589,0
C2	595,0

Критические температуры элементов каркаса

Определение критической температуры ПО

Lira

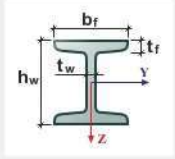
Критическая температура сечения

Тип элемента: Балка Колонна Ферма

Тип сечения: двутавр прокатный

Сортамент: двутавры широкополочные

№ профиля: []



ширина полки b_f 135 мм
толщина полки t_f 10.2 мм
высота h_w 300 мм
толщина стенки t_w 6.5 мм

k_1 1 радиус закругления r 12 мм
 k_2 1 площадь сечения 46.5 см²

Геометрические характеристики сечения

Момент сопротивления W_y 472 см³
Момент сопротивления W_z 49 см³
Радиус инерции i_y 12 см
Радиус инерции i_z 3.23 см

Расчётные длины относительно

оси Y 6000 мм оси Z 6000 мм

Расчётные усилия

	$M_y, кН\cdot м$	$M_z, кН\cdot м$	$Q_y, кН$	$Q_z, кН$	$T, кН$
1	9				647.68
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Не учитывать критерий деформации и исключить потерю устойчивости

Коэффициент понижения уровня нагрузок: 0.65

Свойства материала

Предел текучести 235 Н/мм²
Модуль упругости 210000 Н/мм²

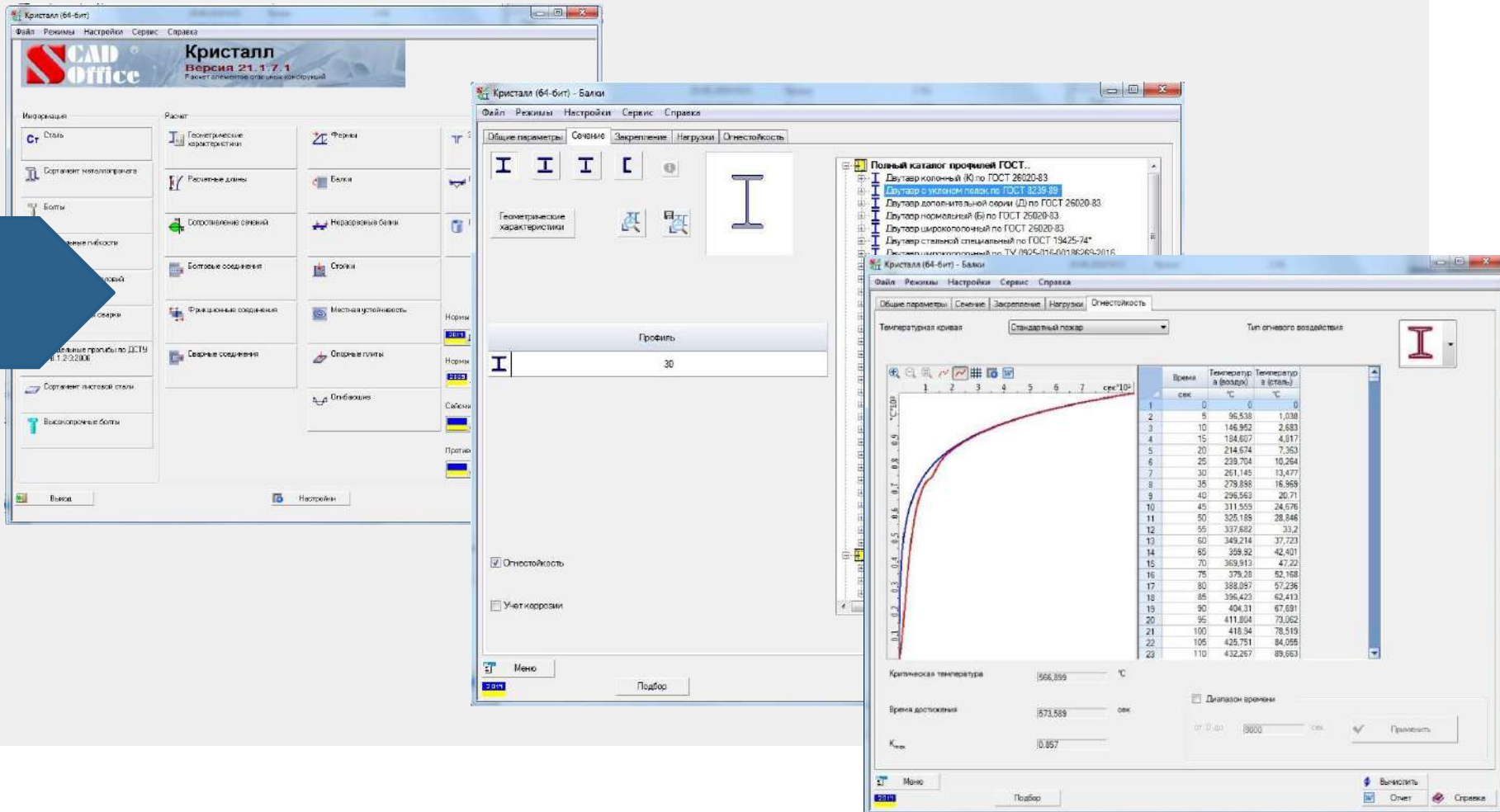
Результат расчета

Критическая температура (min по заданным РСУ) 647.680475 град

Расчёт Отчёт Отмена Справка

Определение критической температуры ПО

SCAD



Пожар в Доме профсоюзов 2014 год

Поведение конструкций при пожаре:



Разрушение железобетона – пластические деформации арматуры, переход в мембранную работу и в итоге - обрушение

Прогрессирующее обрушение



Пожар в Доме профсоюзов 2014 год



Металлическая ферма и балка после пожара – без дефектов и повреждений

???

спасибо за внимание!

Есть вопросы?

УКРАИНСКИЙ ЦЕНТР СТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

КОМИТЕТ ПО ОГНЕЗАЩИТЕ

+380 44 590 01 56

info@uscc.ua

www.uscc.ua