

# МИНИМАЛЬНАЯ ТОЛЩИНА ОГНЕЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ВСПЕНИВАЮЩЕГОСЯ ТИПА

Л.И. НАТЕЙКИНА,  
старший научный сотрудник

lyudmila@texon.ru  
www.texon.ru  
www.tphm.ru

Известно, что огнезащитная эффективность покрытия вспенивающегося типа обусловлена тремя основными эффектами:

- величиной эндотермического объема тепла, расходуемого на фазовые и химические превращения;
- величиной термического сопротивления образующегося пенококка, зависящего от его теплопроводности и толщины;
- способностью отражения (поглощения) падающего теплового потока поверхностью образующегося пенококка.

Для этого должны быть реализованы все физико-химические превращения покрытия: процессы разложения, этерификации, плавления, карбонизации, вспенивание, отверждение вспененного слоя, выгорание кокса.

Для вспенивающихся покрытий существует оптимальная рабочая толщина исходного покрытия, позволяющая реализовать все

необходимые превращения для обеспечения его огнезащитных свойств. В настоящее время среди экспертов огнезащитных материалов существует определенная цифра по минимальной толщине вспенивающегося покрытия – это значение на уровне около 300 мкм.

Однако нами было изучено и показано, что огнезащитные покрытия в зависимости от рецептурного решения способны вспениваться и обеспечивать определенные огнезащитные свойства при меньших толщинах исходного покрытия.

Как известно, огнезащитная эффективность покрытия вспенивающегося типа зависит от его исходной толщины и описывается эмпирической зависимостью  $t(T) = \tau_0 + \alpha h^{1/2}$ , где  $\tau_0$  – время нагрева металлической конструкции без покрытия до температуры  $T$  (500 °C) в минутах,  $h$  – толщина покрытия в мм,  $\alpha$  – константа (рис. 1)<sup>1</sup>.

Какова же минимальная толщина покрытия, способная создать теплоизолирующий кокс

и обеспечить работоспособность покрытия в условиях стандартного пожара?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы изучили огнезащитные характеристики трех покрытий при толщине менее 500 мкм в лабораторных испытаниях.

В качестве объекта для изучения были выбраны огнезащитные покрытия на основе огнезащитных красок, производимых нашей компанией:

- водно-дисперсионных красок НЕО-ФЛЭЙМ® 513 (NEOFLAME® 513) и ВУП-2;
- органоразбавляемой краски ВУП-3 Р.

Краски наносили на подготовленные стальные пластинки размером 140×80×1 мм методом пневмораспыления в один слой. Покрытия сушили по режиму  $T = 20$  °C – 24 ч;  $T = 60$  °C – 2 ч;  $T = 20$  °C – 24 ч и испытывали на лабораторной установке, обеспечивающей режим нагрева в условиях стандартного пожара (Методика определения теплоизолирующих

<sup>1</sup> Ненахов С.А., Пименова В.П. Экспериментальное изучение влияния толщины вспенивающихся покрытий на огнезащитную эффективность // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. – № 5.

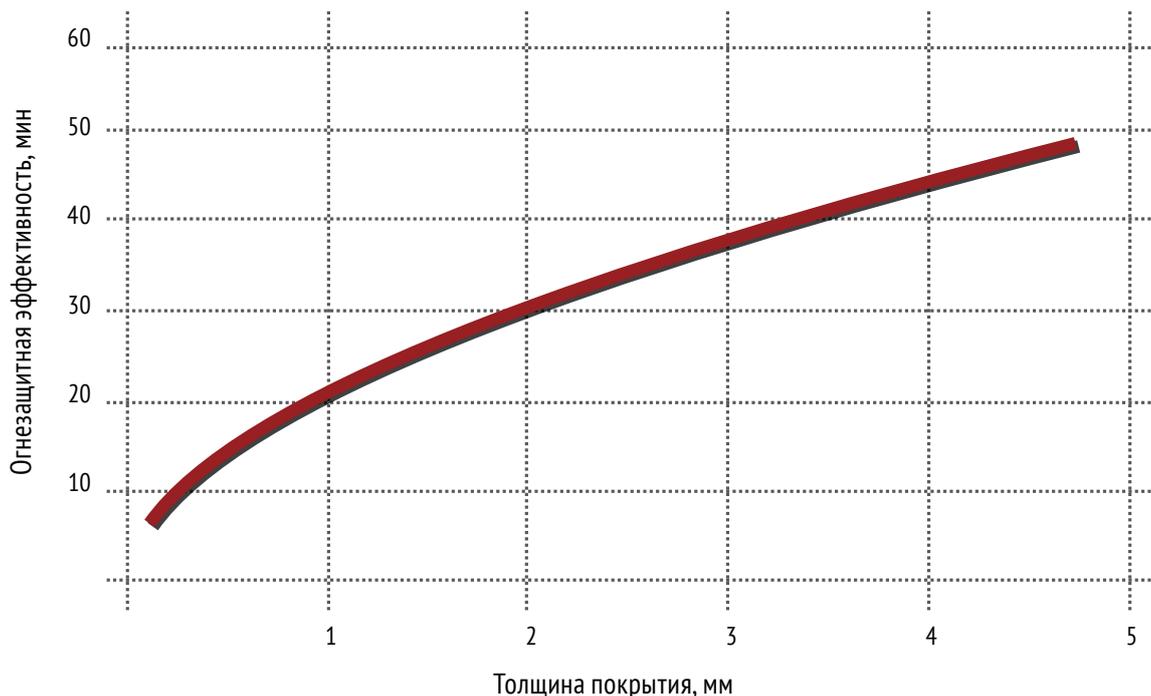


Рис. 1. Зависимость огнезащитной эффективности типичного покрытия вспенивающегося типа от толщины исходного покрытия

свойств вспучивающихся покрытий<sup>2</sup>). Результаты лабораторных испытаний приведены в таблице 1.

Графически зависимость огнезащитной эффективности (предельного времени  $T_{500}$ ) покрытия от его толщины показана на рис. 2.

Покрытия имеют типичную степенную зависимость огнезащитной эффективности от толщины сухого слоя. С увеличением толщины разница огнезащитной

эффективности покрытий увеличивается. При толщине покрытия порядка 60 мкм разница в огнезащитной эффективности материалов сводится к нулю.

При вспенивании покрытия образуют пенококсы разной толщины, что и обеспечивает его разную теплоизолирующую способность. Кроме того, для каждого покрытия толщина пенококка увеличивается с увеличением толщины исходного покрытия.



## ОГНЕЗАЩИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ВУП, НЕОФЛЭЙМ<sup>®</sup>, СПЛЕНД<sup>®</sup>

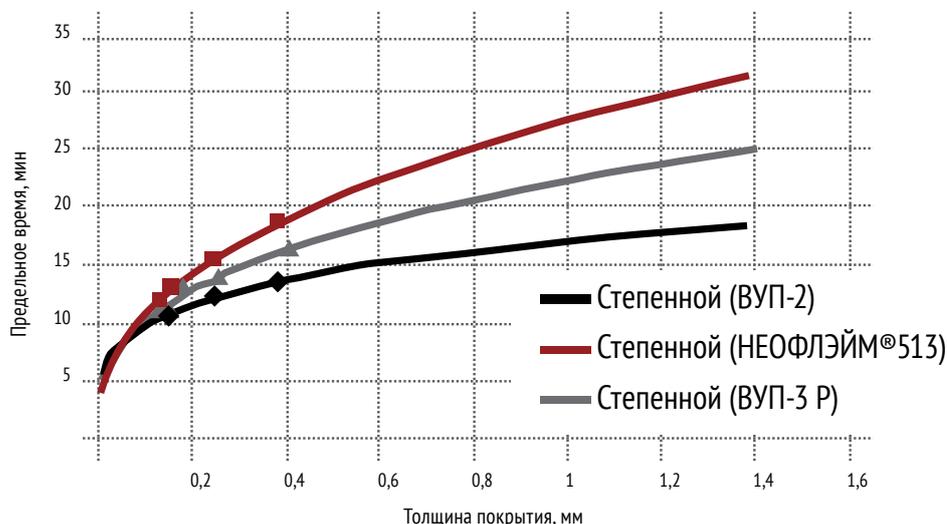
[www.tphm.ru](http://www.tphm.ru), [www.texon.ru](http://www.texon.ru)

<sup>2</sup> Методика является усовершенствованным аналогом методики «Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу» (М.: ВНИИПО, 1988), разработанной к.т.н. С.В. Баженовым, Ю.В. Наумовым, Л.В. Мотиной, она написана на основе Инструкции определения теплоизолирующих свойств вспучивающихся покрытий по металлу (М.: МВД СССР, ВНИИПО, 1980).

**Таблица 1.** Огнезащитные характеристики вспенивающихся покрытий

Наименование материала	Толщина сухого покрытия, мм	$T_{500}^*$ , мин	Высота пенококса, мм	Толщина озоленного слоя, мм
<b>ВУП-2</b>	0,150	10,7	9	Отсутствует
	0,160	9,2	5	Отсутствует
	0,250	12,4	9,3	Слабо выражен
	0,387	13,5	10,3	Слабо выражен
<b>НЕОФЛЭЙМ®513</b>	0,094	9,7	3	Отсутствует
	0,130	12	9	Слабо выражен
	0,158	14,4	8	1
	0,250	15,3	14	6
	0,380	18,9	21	11
<b>ВУП-3 Р</b>	0,132	12,2	8	Отсутствует
	0,153	11,3	10	Слабо выражен
	0,182	14,3	10	1
	0,259	13,9	15,7	2,7
	0,409	16,5	24	11

Примечание: \* – время нагрева стальной пластины с покрытием до критической температуры 500 °С.


**Рис. 2.** Зависимость предельного времени от толщины огнезащитного покрытия (лабораторные испытания)

Зависимость толщины вспененного покрытия (пенококса) от толщины исходного покрытия показана на рис. 3.

С увеличением толщины покрытия разница в эффективности вспенивания увеличивается. При толщине исходного покрытия порядка 100 мкм все три материала в условиях стан-

дартного пожара образуют кокс толщиной 3 мм. При этом коэффициент вспенивания<sup>3</sup> покрытия будет равен 30.

Таким образом, при толщине 100 мкм огнезащитное покрытие (мы говорим только об огнезащитных покрытиях вспенивающегося типа) способно вспениваться и обладать

определенной огнезащитной эффективностью. Конечно, для каждого материала толщина покрытия, способная вспениваться, будет разной – это будет зависеть от технического решения рецептуры.

Испытания покрытий НЕОФЛЭЙМ®513 и ВУП-3 Р по ГОСТ Р 53295 на двутавровых колоннах профиля № 20 подтвердили работоспособность огнезащитных покрытий толщиной менее 300 мкм, установленную при лабораторных испытаниях (табл. 2).

Покрытия НЕОФЛЭЙМ®513 и ВУП-3 Р при толщине 100 и 132 мкм соответственно имеют удовлетворительный внешний вид и обеспечивают полную укрывистость защищаемой стальной поверхности (рис. 4).

### Выводы

1. При огневых испытаниях по ГОСТ Р 53295 показана работоспособность огнезащитных покрытий НЕОФЛЭЙМ®513 (NEOFLAME®513) и ВУП-3 Р при толщине сухого слоя менее 300 мкм.

2. Огнезащитные покрытия НЕОФЛЭЙМ®513 (NEOFLAME®513) и ВУП-3 Р работоспособны при толщине сухого слоя 100 и 140 мкм соответственно и обеспечивают предел

<sup>3</sup> Коэффициент вспенивания – отношение толщины образующегося пенококса к толщине исходного покрытия.

Таблица 2. Результаты испытаний огнезащитных покрытий по ГОСТ Р 53295

Наименование покрытия	Приведенная толщина металла, мм	Толщина огнезащитного покрытия, мкм	Огнезащитная эффективность, мин	Коэффициент вспенивания
НЕОФЛЭЙМ®513	3,4	100	16	60
	3,4	230	25	107
ВУП-3 Р	3,4	140	17	71
	3,4	237	22	105

огнестойкости R15 для металлоконструкций с ПТМ=3,4 мм. Результаты данных испытаний подтверждены сертификатами соответствия (№ С-RU.ПБ 05.В.00979 и № С-RU.ПБ 05.В.00978 соответственно).

3. Для огнезащитных материалов НЕОФЛЭЙМ®513 (NEOFLAME®513) и ВУП-3 Р значения толщины покрытия 100 и 140 мкм соответственно следует рассматривать как минимальную толщину огнезащитного покрытия, позволяющую реализовать все физико-химические превращения материала в условиях стандартного пожара и получить пенококсы, обеспечивающий металлоконструкции определенный предел огнестойкости в зависимости от приведенной толщины металла, в частности 15 минут для приведенной толщины металла, равной 3,4 мм.

Для каждого огнезащитного материала вспенивающегося типа значение минимальной работоспособной толщины покрытия будет разным, и, конечно, оно будет зависеть от рецептурного решения и технологических свойств материала. ■

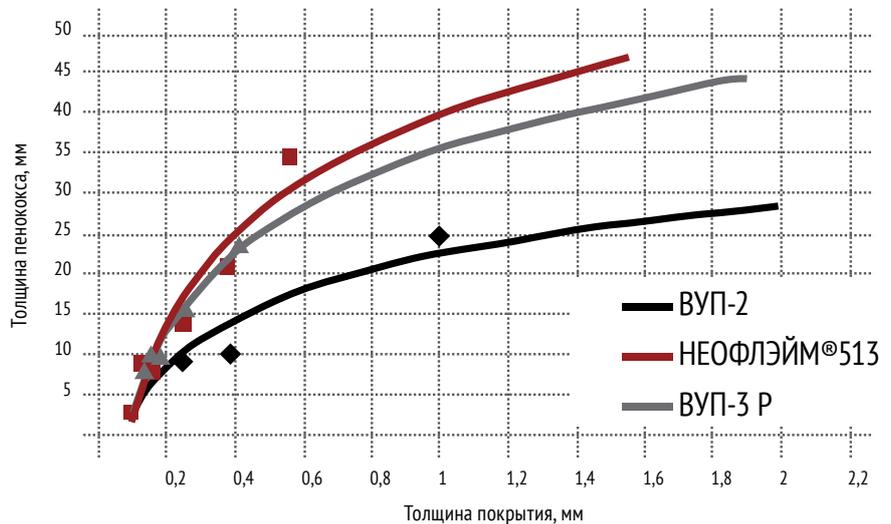


Рис. 3. Зависимость толщины пенококса от толщины покрытия

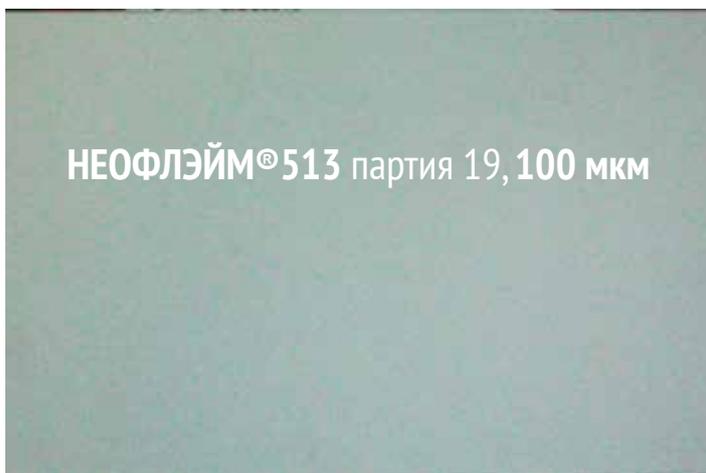


Рис. 4. Внешний вид тонкослойных огнезащитных покрытий