

МЕТОДЫ ПАССИВНОЙ ОГНЕЗАЩИТЫ

С. Шабалин, руководитель Департамента огнезащитных материалов AkzoNobel (Россия и СНГ)

В статье рассмотрены распространенные на сегодняшний день методы пассивной огнезащиты в нефтегазовой отрасли. Эти методы в ближайшем будущем будут пересмотрены в сторону применения эпоксидных вспучивающихся покрытий, специально разработанных и испытанных в условиях горения углеводородов.

Впервые вопросы огнезащиты строительных конструкций приобрели актуальность в экономически развитых европейских странах и в США. Так, в 1903 г. в Лондоне прошел Международный конгресс по огнезащите, на котором были проанализированы результаты многочисленных огнетестов, проведенных в Англии, Германии и США. Вскоре Германской Королевской научно-исследовательской лабораторией была издана серия публикаций «Красных книг» (Red books), в которых описывались результаты и методы проведения испытаний.

В 1918 г. в США была проведена конференция, организованная Комитетом по огнезащите Американского сообщества по испытанию материалов (ASTM) и Комитетом по огнезащите конструкций Национальной ассоциации по огнезащите (NFPA), при участии 11 североамериканских инженерных сообществ и организаций. Результатом стало создание графика зависимости роста температуры от времени, получившего название стандартной, или целлюлозной кривой, которая легла в основу стандарта, определяющего рост температуры при смоделированном пожаре в здании.

Особенностью стандартной кривой стало определение начальной скорости роста температуры в 538 °С через 5 мин и 705 °С через 10 мин. Остальные значения, определяющие рост кривой, – 842 °С через 30 мин, 927 °С через 1 ч и 1010 °С через 2 ч, после которых рост температуры определялся скоростью 41,5 °С в 1 ч, до-

стигая 1093 °С через 4 ч и 1260 °С через 8 ч.

Также большое влияние на создание стандартной кривой оказали исследования, проведенные в Колумбийском университете и в Лаборатории страховщиков (Underwriter's Laboratory – UL) в Чикаго профессором А.Х. Вулсоном (Ira Harvey Woolson), работавшим инженером-консультантом в американском Национальном совете страховщиков пожаров и председателем Комитета по огнезащите конструкций NFPA. Лаборатория UL впоследствии получила признание в качестве общепризнанной мировой независимой лаборатории, тестирующей различные огнезащитные покрытия и материалы.

В России проблемам огнезащиты уделялось большое внимание. Известно, что еще в 1930-е гг. ставились вопросы огнезащиты деревянных мостов. Во время войны применялись огнезащитные

пропитки чердаков и деревянных конструкций. На сегодняшний день в России методы испытаний строительных конструкций на огнестойкость определяются стандартом ГОСТ 30247.0-94, который представляет собой аутентичный текст стандарта ISO 834-75 Fire resistance test – Elements of building constructions («Испытания на огнестойкость. Строительные конструкции»). Метод испытания ГОСТ 30247.0-94 основан на стандартных условиях теплового воздействия, т. е. при испытаниях моделируется стандартная скорость роста температуры при целлюлозном пожаре. Для испытаний используется пламя горелки, и «температурный режим печей должен обеспечиваться сжиганием жидкого топлива или газа», «пламя горелок не должно касаться поверхности испытываемых конструкций».

По указанным выше условиям испытаний ГОСТа некоторые специалисты берутся утверждать, что использование для тестов жидкого топлива или газа практически воссоздает углеводородное горение. Однако в соответствии с ГОСТом температура во время испытаний поддерживается на уровне стандартной (целлюлозной) кривой. Таким образом, несмотря на применение в ходе испытаний углеводородного топлива, практически моделируется целлюлозный пожар. На самом деле разница между горением целлюлозы и углеводородного топлива, например горением разлива нефтепродуктов, очень велика (рис. 1).

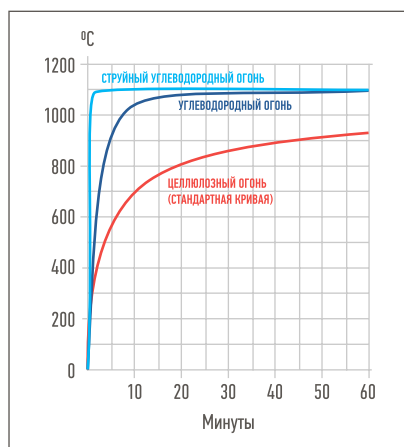


Рис. 1. Кривые зависимости роста температуры от времени при разных типах огня

Углеродородная кривая

Время, мин	NPD, °C (старые данные)	Данные Mobil Oil, °C	LR, °C	UK D. En	ISO (HC)	BS 476 App. D	UK HSE	NPD
0	0	0			0	0	0	0
2	–							
3	890	–	880	880	880	880	880	880
5	926	925	945	945	945	945	945	945
10	983	1010	1032	1033	1033	1033	1033	1033
15	–	1025	1071	1071	1071	1071	1071	1071
30	1110	1065	1098	1098	1098	1098	1098	1098
45	–	1095	–	–				
60	1150	1095	1100	1100	1100	1100	1100	1100
90	–	–						
120	1150	1095		1100	1100	1100	1100	1100
180		–						
240		1095						
360				1100				
480+								

При проведении сертификационных испытаний по ГОСТ Р 53295-2009 температурный режим и условия проведения испытаний должны соответствовать ГОСТ 30247.0-94, т. е. стандартной кривой.

Выходит, что, получив российский сертификат пожарной безопасности по ГОСТ Р 53295-2009 на огнезащитное покрытие, поставщик имеет полное право предлагать любое огнезащитное покрытие для нанесения на объектах нефтегазовой промышленности. Информацию о непригодности таких сертифицированных покрытий в условиях углеводородного пожара поставщик может утаивать или умалчивать о ее наличии.

Как правило, огнезащитные покрытия представляют собой однокомпонентные материалы, наносимые слоем с толщиной сухой пленки 0,3–3,0 мм.

Сравнительно недавно вступил в действие новый стандарт ГОСТ Р EN 1363-2-2014 «Испытания на огнестойкость. Альтернативные и дополнительные методы», представляющий собой, по сути, адаптированный стандарт EN 1363-2-1999. В нем описан ре-



Рис. 2. Двутавровая балка, окрашенная эпоксидным вспучивающимся покрытием Chartek® до и после воздействия огня с образовавшимся слоем карбонизированной пены

жим углеводородного горения, но, к сожалению, данный стандарт не является обязательным к применению, и его соблюдение имеет лишь добровольный характер.

В ходе применения стандартной (целлюлозной) кривой при оценке риска обрушения несущих стальных и прочих конструкций при пожаре на объектах гражданского строительства за рубежом стали разрабатываться методики и способы испытаний (углубленные огнетесты) для проверки конструкции, применяющиеся при шельфовой нефтегазодобыче. Кроме того, компании, особенно эксплуатирующие нефтегазодобывающие платформы и объекты,

понимают, что горение углеводородных топлив более интенсивно, чем «нормальное» горение целлюлозы, на котором основывается стандартная кривая.

Например, компания Mobil Oil разработала свой собственный «углеводородный тест» и график зависимости (кривую) температуры от времени и начала использовать эту альтернативную кривую, описывающую более высокие начальные температуры, возникающие при горении углеводородов. За основу своих изысканий компания Mobil Oil взяла результаты работы таких авторов, как Дж.Х. Уоррен (J.H. Warren), А.А. Корона (A.A. Corona) и Р.Дж. Говар (R.G. Gowar), которые одними из первых провели исследования горения углеводородов с начала до середины 1970-х гг. Продолжая изыскания в этой области, Mobil Oil провела серию полномасштабных испытаний горения разлива углеводородного топлива, помещенного в специально вырытую яму в пустыне Аризона.

К середине 1980-х гг. представители классификационных обществ и сертификационных органов пришли к выводу о не-



Рис. 3. Испытание покрытия Chartek 7 в условиях горения углеводородного топлива под давлением

обходимости создания отдельных обязательных постановлений и требований к огнезащите от углеводородного огня.

В таблицу сведены представленные в разных системах стандартизации и сертификации данные температурной кривой при углеводородном горении с указанием температурных режимов, демонстрирующей спектр изучения проблемы. Чем же так опасен углеводородный огонь или его самая разрушительная степень, когда воспламеняются сжиженный газ или топливо, вырывающиеся из поврежденного трубопровода или емкости под давлением?

В 1988 г. на платформе Piper Alpha в Северном море произошел пожар, унесший жизни 167 человек и полностью уничтоживший платформу. Эта неординарная для отрасли катастрофа полностью перевернула подход к системам безопасности в Великобритании и фактически во всем мире.

До этого случая классификационные общества и государственные органы при оценке пожарной безопасности полагались главным образом на водяные системы тушения пожара и лишь отчасти – на пассивную огнезащиту. При этом пассивная огнезащита использовалась главным образом

для защиты от воспламенения отсеков – переборок и палуб машинных отделений и переборок жилых отсеков, и в большинстве случаев класс огнезащиты рассчитывался на основе целлюлозной кривой, а не по углеводородной кривой.

Однако расследование, возглавленное лордом Калленом (Cullen), пришло к выводу, что катастрофа, произошедшая на платформе Piper Alpha, была связана с недостаточной пассивной огнезащитой, не способной в то время противостоять типу огня, возникающего на объектах добычи и переработки углеводородов.

При рассмотрении температурных режимов, представленных на рис. 1, видно, сколь сильно отличается скорость начального роста температур при горении углеводородов от горения целлюлозы. Через 5 мин горения при углеводородном пожаре температура достигает 945 °С, тогда как при целлюлозном пожаре – только 556 °С. Кроме того, на стремительный рост температуры (термодар) и значительное выделение тепла «накладываются» турбулентное пламя, вызванное активным потреблением кислорода, вероятность взрыва, приводящая к механическим воздействиям на

огнезащитное покрытие и элементы конструкций давлением в несколько бар, а при горении сжатых углеводородов – еще и крайне разрушительная струя пламени.

На сегодняшний день в мире существует множество пассивных огнезащитных средств, изготовленных на основе базальтовых (каменных) плит, керамических волокон, бетонов и материалов на основе вермикулита и др. Однако наиболее эффективны при углеводородном пожаре эпоксидные вспучивающиеся материалы. Самым известным в мире и общепризнанным лидером среди огнезащитных эпоксидных вспучивающихся материалов являются покрытия серии Chartek®, производимые компанией AkzoNobel.

Chartek® – толстослойное эпоксидное огнезащитное покрытие, наносимое толщиной 3–35 мм. При воздействии огня покрытие Chartek® расширяется в объеме до 10 раз, формирует толстый карбонизированный слой пены (пенококк), снижающий скорость теплообмена (рис. 2). Покрытие Chartek® обеспечивает защиту от горения разливов углеводородов и струи огня сжатых углеводородов и сохраняет свою огнестойкость в течение всего срока службы после нанесения на поверхность при условии, что выполнены все процедуры по подготовке материала, поверхности и нанесению покрытия. Покрытие Chartek® прекрасно защищает от коррозии и не требует нанесения атмосферостойких покрывных эмалей или покрытий (лаков). Покривные (отделочные) эмали обычно применяются только для придания конструкции определенного цвета, например фирменного цвета компании.

Пионер серии Chartek® – Chartek 59, разработанный компанией AVCO (American Aviation Corporation) в рамках космической программы для летательных аппаратов, – начал применяться в промышленности с 1974 г. За-

тем были разработаны Chartek 3, Chartek 4. На сегодняшний день повсеместно применяются Chartek 7, Chartek 1709. Со дня первого применения, т. е. более 43 лет назад, не выявлено ни одного случая повреждения покрытий Chartek® в результате атмосферного воздействия.

Покрытия Chartek® успешно прошли испытания в условиях горения разливов углеводородов и при воздействии горения струи углеводородов под давлением (рис. 3), показали сохранение своих огнезащитных свойств и целостность после взрыва углеводородов. Покрытия Chartek® выдерживают низкотемпературный контакт (до -161 °С) при утечке сжиженных газов, не подвергаются атмосферному воздействию, обладают прекрасной химостойкостью, не выветриваются, не подвержены износу и сохраняют свои огнезащитные свойства по-

сле погружения на длительный срок в морскую воду, воздействия солевого тумана и отпотевания, замораживания/размораживания, что доказано всемирно известными независимыми лабораториями, такими как UL, Норвежским стандартом Norsok M-501 и многими другими. Покрытия Chartek® одобрены и сертифицированы такими классификационными обществами, как ABS, DnV, LR и др.

Относительная легкость нанесения и долговечность делают их максимально экономически выгодными по сравнению с другими огнезащитными системами. Долговечность покрытий Chartek® доказана эксплуатацией в суровых условиях Северного моря, Арктики и Среднего Востока. Покрытие Chartek®, разработанное для защиты от углеводородного пожара на морских объектах нефтегазовой промышленности, получило широкое распространение

на береговых предприятиях хранения и переработки природных газов и углеводородных топлив и материалов.

В настоящий момент началось применение покрытий Chartek® нового поколения, которые можно наносить при температурах до -10 °С, что существенно расширило рамки применения материала в российских реалиях. Покрытия Chartek® – уникальный продукт, не имеющий аналогов. ■

 International

AkzoNobel

Akzo Nobel, International Paint

Тел.: +7 (495) 960-28-90

Факс: +7 (495) 960-29-71

e-mail: International-PC-

Moscow@akzonobel.com

www.akzonobel.com

на правах рекламы



XVI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ СЕРВИС И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ

23 октября, Москва
ЦВК «Экспоцентр»

ОРГАНИЗАТОР



www.rpi-conferences.com



в рамках Международной
специализированной выставки
«ТЕХНОФОРУМ - 2017»

Форум
проходит
при поддержке:



Министерства
промышленности
и торговли
Российской Федерации



Торгово-
промышленной
Палаты
Российской Федерации



СПЕЦИАЛЬНЫЙ ФОКУС В 2017!

Возможности сохранения финансовых показателей работы нефтесервисных компаний и удержания их рыночных долей в условиях нестабильности нефтесервисного рынка

>20
спикеров

>120
участников

16
лет успеха



+7 (495) 502 54 33; +7 (495) 778 93 32



Konstantinova.Elena@rpi-inc.ru



www.rpi-conferences.com

на правах рекламы