Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и гражданской обороны»
Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД Республики Казахстан

«СОГЛАСОВАНО»
Генеральный директор
ООО «Каланча»
Селиверстов В.И.
_____
«30» марта 2018 года

«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. президента
АО «НИИ ПБ и ГО» КЧС
МВД Республики Казахстан
Монтаев Е.И.
_____
«30» марта 2018 года

МЕТОДИКА
ПРОВЕДЕНИЯ НАТУРНЫХ (ОГНЕВЫХ) ИСПЫТАНИЙ ПО ТУШЕНИЮ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ПЕЧАХ ПОДОГРЕВА НЕФТИ АВТОМАТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ ГАЗОПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

АЛМАТЫ 2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и гражданской обороны» Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан.

2 СОГЛАСОВАНА Обществом с ограниченной ответственностью «Каланча».

3 В настоящей Методике реализованы нормы законов Республики Казахстан от 9 ноября 2004 года № 603-II «О техническом регулировании», от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите» и технических регламентов Республики Казахстан «Общие требования к пожарной безопасности», «Требования по оборудованию зданий, помещений и сооружений системами автоматического пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре».

Содержание

1 Область применения…… 4
2 Нормативные ссылки…… 4
3 Термины и определения …… 4
4 Сокращения…… 5
5 Пожарная опасность трубчатых печей …… 5
6 Требования нормативных документов …… 11
7 Средства пожаротушения трубчатых печей …… 11
8 Сценарий развития пожара…… 12
9 Метод натурных (огневых) испытаний…… 12
10 Отчет об испытаниях …… 14
11 Требования безопасности…… 14
12 Библиография…… 15

Методика
проведения натурных (огневых) испытаний
по тушению горючих жидкостей в печах подогрева нефти
автоматическими установками газопорошкового пожаротушения

1.Область применения

1.1 Настоящая «Методика проведения натурных (огневых) испытаний по тушению горючих жидкостей в печах подогрева нефти автоматическими установками газопорошкового пожаротушения» (далее по тексту – Методика), устанавливает метод натурных огневых испытаний по определению продолжительности подачи и огнетушащей способности автоматических установок газопорошкового пожаротушения по тушения возможных пожаров горючих жидкостей в печах подогрева нефти производственных объектов.

1.2 Требования, установленные в настоящей Методики не распространяются на проведения сертификационных испытаний автоматических установок газопорошкового пожаротушения.

2. Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СТ РК 3019-2017 Безопасность пожарная. Оценка пожарного риска. Метод определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.

СТ РК ГОСТ Р 12.4.026-2002 Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Общие технические условия и порядок применения.

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения.

ГОСТ 27331-87 Техника пожарная. Классификация пожаров.

ПСТ РК 54-2016 Установки и модули газопорошкового пожаротушения. Требования к устройству и проектированию.

СН РК 2.02-11-2002 Нормы оборудования зданий, помещений и сооружений системами автоматической пожарной сигнализации, автоматическими установками пожаротушения и оповещения людей о пожаре

Примечание – При применении настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Нормативные документы по стандартизации» по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины и определения

В настоящей методике применяются термины, установленные в ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **Автоматическая установка пожаротушения**: Установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне.

3.2 **Автоматическая установка газопорошкового пожаротушения**: Автоматическая установка газопорошкового пожаротушения, в которой сосуды (баллоны) с ГПОВ размещены вне защищаемой зоны в станции пожаротушения и которая способна защитить любую из нескольких защищаемых зон.

3.3 **Быстродействие установки (модуля)**: Время с момента подачи пускового импульса на запорно-пусковое устройство автоматической установки газопорошкового пожаротушения (модуля газопорошкового пожаротушения) до момента начала выпуска ГПОВ из насадка в защищаемый объем.

3.4 **Испытания**: Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий.

3.5 **Натурные испытания**: Испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственным оцениванием или контролем определяемых характеристик свойств объекта.

3.6 **Условия испытаний**: Совокупность воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта при испытаниях.

3.7 **Испытательное оборудование**: Средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний.

4. Сокращения

4.1 АУГПП - автоматическая установка газопорошкового пожаротушения;

4.2 ГПОВ - газопорошковое огнетушащее вещество;

4.3 МГПП – модуль газопорошкового пожаротушения;

4.4 «ПТБ-10» - Печь трубчатая блочного исполнения, с номинальной тепловой мощностью 10^7 ккал/час.

5. Пожарная опасность трубчатых печей

5.1 Назначение, устройство и работа трубчатых печей

Трубчатые печи применяются при перегонке нефти и мазута, производстве высокооктановых бензинов, при всех видах крекинга, гидрогенизации жидких и твердых топлив, дегидрогенизации, разгонке каменноугольных смол, масел и других высококипящих жидкостей.

Нагревание горючих жидкостей до высоких температур наиболее часто производится в непрерывно действующих печах трубчатого типа, например «ПТБ-10».

Теплообменная поверхность трубчатых печей имеет вид непрерывного трубчатого змеевика, по которому движется нагреваемая жидкость (нефть).

Все трубчатые печи, где бы они ни применялись, имеют принципиально одинаковое устройство.

Стены печей - каркасные. Металлический каркас воспринимает нагрузку от основных элементов печи - свода, труб, арматуры, заполнения и пр. Внутренний слой стен выкладывается из огнеупорного шамотного кирпича, средний слой - из теплоизоляционного кирпича или негорючего теплоизоляционного материала, а наружный слой - из красного кирпича. Свод печи устраивается из огнеупорного подвесного кирпича. Отдельные кирпичи свода при помощи подвесок крепятся к каркасу.

В трубчатой печи «ПТБ-10» вместо шамотного кирпича используется «сендвич», состоящий из листов жаропрочной стали и заключенного между ними слоя до 80 - 150мм минераловатного теплоизоляционного наполнителя.

Внутренний объем печи разделяется горизонтальной или вертикальной стенкой на две неравные части, из которых одна большая - является топочным пространством и называется камерой радиации, а другая меньшая - называется камерой конвекции.

В камере радиации монтируются топливные форсунки. Количество форсунок зависит от мощности трубчатой печи.

Некоторые виды печей могут иметь два вида форсунок - жидкостные и газовые.

Обычно одна половина форсунок работает на жидком топливе, питаясь от общей топливной магистрали, а вторая половина - на газообразном топливе.

Воздух, необходимый для сжигания топлива, подается в подогретом состоянии по воздушным коробам.

Трубчатые печи типа «ПТБ-10» достаточно надежны в работе, имеют до семи степеней защиты, аппаратуру контролирующую изменение параметров по давлению в трубопроводе – при поступлении нефти в печь и при выходе из нее; по температуре нефти при поступлении в печь и при выходе из нее; по температуре в радиантной и конвекционной камерах и пр.

Обрыв пламени у форсунок контролируется датчиками с фотоэлементами по инфракрасному излучению пламени. При этом повторное зажигание погасших форсунок возможно будет только после продувки камерного пространства.

В радиантной и конвекционной камерах размещены трубы теплообменной поверхности. Трубопроводы, расположенные в радиантной камере, называются радиантными секциями или экранами (например, потолочный экран, боковые экраны).

Обогрев этих трубопроводов происходит главным образом за счет теплового излучения, т. е. радиации факелов пламени и раскаленных продуктов сгорания, а потому камера и носит название радиантной.

Трубопроводы , расположенные в конвекционной камере, называются конвекционными трубами. В обогреве этих труб существенную роль играет теплопередача от дымовых продуктов путем конвекции (отсюда и название камеры).

Все трубы конвекционной и радиантной секций последовательно соединяются в один непрерывный змеевик. Диаметры применяемых труб колеблются в пределах от 76 до 159 мм, а общая длина змеевика в некоторых типах печей типа «ПТБ-10» доходит до 200 - 250 м .

Жидкое и газообразное топливо, подводимое к форсункам, сгорает в камере радиации, выделяя большое количество тепла. Из радиантной камеры дымовые продукты поступают в конвекционную камеру, а затем в боров и дымовую трубу.

В зависимости от назначения печи температура в зоне сгорания топлива может доходить до 750 - 1400° С. Температура дымовых продуктов при выходе из радиантной камеры колеблется около 800 - 900° С, а при выходе из конвекционной камеры в боров температура на 150 - 200° выше температуры поступающего в печь сырья.

Очень часто тепло отходящих дымовых продуктов используют для подогрева воздуха, подаваемого в печь. Жидкость, подлежащая нагреву, специальными насосами подается в трубы конвекционной камеры и, проходя последовательно все трубы, нагревается до заданной температуры.

Температурные режимы нагрева продукта и его давление в змеевиках зависят исключительно от назначения печи и меняются в весьма широких пределах. К примеру при подогреве нефтей в печах типа «ПТБ-10А» температура продукта при выходе из печи достигает 60 - 90°С, а давление в трубах (на входе) составляет 15 - 16 атм;

Основные технические характеристики трубчатой печи типа «ПТБ-10»:

- тепловая мощность печи от 5,5 до 11.6 МВт;
- расчётная температура стенки змеевика 250 ^{0}С;
- температура уходящих дымовых газов 300 - 400 ^{0}С;
- пороговое значение температуры уходящих дымовых газов, при котором формируется сигнал «пожар» 650^{0}С.

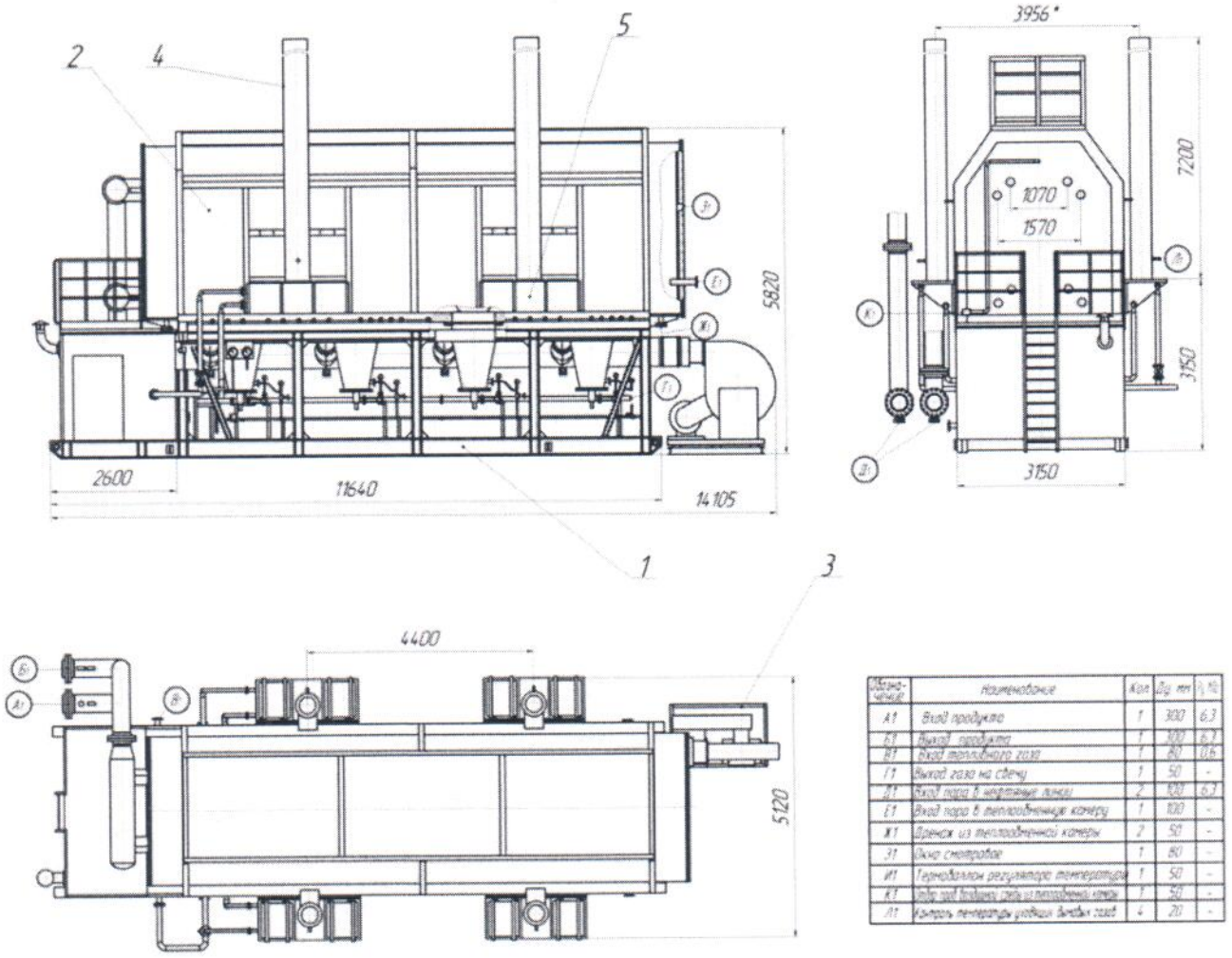
Более подробная информация о трубчатых печах типа «ПТБ-10» приведена в [1].

Работа трубчатых печей характеризуется постоянной циркуляцией по змеевикам значительного количества горючей жидкости, нагреваемой до высокой температуры (очень часто выше температуры самовоспламенения нефти, которая находится в пределах от 250 до 320°С) и находящейся под большим внутренним давлением, а также наличием в топочном пространстве источников открытого огня.

Одновременно в змеевиках трубчатой печи (в зависимости от ее типа) может находиться до 15 тонн горючей жидкости.

Так как продукт в трубах находится под большим давлением и при высокой температуре, каждая его утечка может привести к пожару, получению ожогов обслуживающим персоналом.

Схема трубчатой печи типа «ПТБ-10А» и ее общий вид приведены на рисунках 1 и 2.



Обозначение	Наименование	Кол	Ду мм	Ру МПа
А1	Вход продукта	1	300	6,3
Б1	Выход продукта	1	300	6,3
В1	Вход топливного газа	1	80	0,6
Г1	Выход газа на свечу	1	50	-
Д1	Вход пара в инертные линии	2	100	6,3
Е1	Вход пара в теплообменную камеру	1	100	-
Ж1	Дренаж из теплообменной камеры	2	50	-
З1	Окно смотровое	1	80	-
И1	Термоблоки регулятора температуры	1	50	-
К1	Люк под подвесы змеевика теплообменной камеры	1	50	-
Л1	Измерительные отверстия дымовых газов	4	20	-

Основные сборочные единицы ПТБ-10А:
1) блок основания печи
2) камера теплообменная
3) блок вентиляторного агрегата
4) дымовая труба
5) взрывной клапан

Рисунок 1 – Схема трубчатой печи типа «ПТБ-10А»

При выходе наружу из печи продукт воспламенится, если его температура превышает температуру самовоспламенения. В противном случае продукт может интенсивно испаряться и воспламенится после того, как пары его будут затянуты в топочное пространство.

Растекаясь по площадке и попадая в траншеи и канализацию, горящий продукт приводит к распространению огня на соседние аппараты и даже на соседние установки.

Попадая из змеевиков внутрь печи, продукт вызывает интенсивное горение, которое может привести к деформации труб змеевика, обрушению стен и свода, повреждению дымовых каналов и дымовой трубы. В этом случае огонь и дым будут выбиваться из всех отверстий наружу и перегревать каркас, вызывая его деформацию.

При эксплуатации трубчатых печей, так же как и всех других печей, возможны: взрывы и пожары в топочном пространстве, а также пожары вне печи.

Рисунок 2 – Общий вид трубчатой печи типа «ПТБ-10А»

5.2 Причины взрывов и пожаров в топочном пространстве печей

Причины взрывов в топочном пространстве печей различны. Главным образом взрывы в топочном пространстве трубчатых печей могут происходить при розжиге форсунок и по тем причинам, которые были приведены в подразделе 5.1.

Взрывы при работе печи вследствие обрыва факелов пламени мало вероятны, т.к. имеется на печах многоступенчатая система автоматики, исключающая самопроизвольную подачу газа после обрыва факелов пламени.

Трудно предположить одновременное прекращение подачи и жидкого и газообразного топлива. Так же мало вероятно одновременное засорение всех форсунок.

Пожары в топочном пространстве печей возникают чаще всего в результате прогара или разрыва труб. Повреждение труб змеевика представляет собой одну из наиболее вероятных причин возникновения аварийной ситуации в трубчатой печи.

На змеевики трубчатых печей постоянно воздействуют высокие температуры и большие внутренние давления. Кроме того, наблюдается коррозия материала под действием продукта и дымовых газов и происходит механический износ материала непрерывным потоком жидкости, в которой могут содержаться взвешенные твердые частицы. Поэтому к трубам печей предъявляют высокие требования в отношении их прочности и стойкости против теплового, химического и механического износов.

Применение некачественных труб и нарушение нормального режима работы приводят к быстрому износу металла. Решающее значение при прогаре труб имеет перегрев металла в результате коксоотложений.

Трубопроводы, находящиеся в печи, подвержены неравномерному тепловому воздействию. Средняя температура в радиантной камере примерно равна 950 - 1000° С, а в конвекционной камере в пределах от 500 - 600° С, при этом стенки радиантных труб нагреваются до более высокой температуры, чем стенки конвекционных труб.

Высокая температура поверхности трубопровода вызывает термическое разложение прилегающих к ней слоев жидкости. В результате термического разложения образуется твердый пористый продукт - кокс, отлагающийся на поверхности трубы. Чем выше температура, тем интенсивнее коксообразование.

Скорость движения жидкости в трубах может снизиться в результате:

а) уменьшения производительности насосов (снижение числа оборотов, неисправность) или их остановки;

б) неисправности редукционного клапана за печью или его закоксовывания;

в) работы «на себя» центробежных насосов;

г) аварии подводящих трубопроводов.

Особенно опасно полное прекращение циркуляции продукта, так как при этом трубы быстро закоксовываются и выходят из строя.

При достаточном опыте признаки прогара можно также определить визуально. Нужно отметить, что разрыв труб вызывается не только прогаром, но и другими причинами.

Сильный химический или механический износ материала труб может привести к их разрыву даже при нормальном давлении и тем более это возможно при повышенных давлениях.

Причиной усиленной коррозии металла с внешней стороны труб (со стороны топочного пространства) является нарушение нормального режима топки, т. е. работа с повышенным коэффициентом избытка воздуха, с избытком топлива или работа на повышенных температурных режимах против нормального.

Усиленную коррозию металла с внутренней стороны труб, т. е. со стороны продукта, вызывает наличие в нагреваемой жидкости повышенного количества вредных химических примесей.

Особенно опасно для труб резкое изменение давления. Повреждение труб может быть небольшим в виде свища и весьма значительным в виде разрывов длиной в несколько десятков сантиметров. Естественно, что при этом в топку поступает большое количество горючего продукта и происходит интенсивное горение.

Интенсивное горение внутри топочного пространства, своего рода пожар, возникает также при попадании в печь горючей жидкости через газовые форсунки. При работе газовых форсунок, особенно в зимнее время, в газовой линии может образоваться значительное количество конденсата, который вместе с газом будет поступать в топку. Попадание жидкости в топку вызывает выброс огня через имеющиеся проемы наружу и резкий скачок температуры в печи, что приводит к частичному ококсовыванию труб.

5.3 Причины пожаров вне печи

Снаружи трубчатой печи пожары могут возникать:

а) в камерах двойников (ретурбендов);

б) у форсуночного фронта ;

в) на подводящем или отводящем продуктопроводе при его повреждении.

5.3.1 Причины пожаров в камерах двойников (ретурбендов)

Выход нагреваемой жидкости или ее паров наружу через двойники наблюдается при неплотном прилегании пробки к корпусу двойника, при выбросе пробки, нарушении соединения труб с корпусом двойника и повреждениях корпуса.

Наиболее часто пожар возникает при выходе продукта вследствие неплотного прилегания пробки к корпусу. Эта неплотность образуется при слабой затяжке нажимных болтов или недостаточно тщательной очистке поверхностей от частичек кокса. Через получившуюся щель выходит струйка жидкости или, чаше, пара. Струйка пара рассеивается в окружающее пространство. Когда выходящий продукт нагрет выше температуры самовоспламенения, он сразу же загорается. Это повреждение несерьезное и очень часто само ликвидируется, т. е. неплотность постепенно сама закоксовывается.

Серьезную аварию представляет выброс пробки или нарушение соединений труб с корпусом двойника. Выброс пробки происходит в результате срыва резьбы болта или гайки, поломки хвоста гайки или приливов корпуса. Причина этого заключается не только в дефектах металла, но и в перенапряжениях, особенно при попытке ликвидации неплотностей пробки путем подтяжки болта без снижения давления в трубах.

Концы труб соединяются с корпусом двойника развальцовкой. При некачественной развальцовке двойник вырывается из труб. Одной из причин выброса пробки и вырыва двойника из труб является работа при повышенном давлении или резкое изменение давления.

При этих видах аварии наружу под большим давлением выбрасывается струя горючего продукта. Чаще всего он сразу воспламеняется. Если же продукт сразу не воспламенится, то происходит интенсивное испарение с загазовыванием территории установки. Образовавшееся газовое облако может воспламениться от форсунок печи или от других источников, расположенных на пути его движения. Выброшенные с большой силой пробки или двойники могут повредить соседние аппараты.

5.3.2 Причины пожаров у форсуночного фронта

Пожары у форсуночного фронта возникают в результате утечки топлива через неплотности фланцевых соединений трубопроводов, сальников вентилей и задвижек, а также при механическом повреждении линий.

Утечка топлива может наблюдаться также при переполнении или неисправности напорных топливных бачков.

Открытый огонь печей, факелы пламени, применяемые для розжига форсунок, искры и раскаленные газы, выходящие через трещины кладки, а также высокая температура поверхности печи и дымоходов нередко вызывают воспламенение излившегося топлива, нагреваемых веществ и сгораемых строительных конструкций.

5.3.3 Причины пожаров на подводящем или отводящем продуктопроводе при его повреждении

Повреждения трубопроводов, подводящих или отводящих продукт из печи, образуются вследствие различного рода динамических воздействий и температурных деформаций. Стенки труб, особенно отводящей, нагреты до высокой температуры, поэтому отсутствие компенсаторов или нарушение теплоизоляции может привести к появлению больших температурных напряжений.

Утечка жидкости наблюдается также при повреждении прокладок во фланцевых соединениях (разъедание, выжим) или удлинении нагретых крепежных болтов.

Выход жидкости или ее паров при неисправности отводящей линии часто сопровождается их самовоспламенением.

5.4 Пожаро- взрывоопасные свойства нефтей

Нефть, легковоспламеняющаяся жидкость, представляющая собой смесь углеводородов с различными соединениями (сернистыми, азотистыми, кислородными).

Свойства нефтей различны в зависимости от месторождения.

Температура воспламенения от минус 27 °С;

Температура самовоспламенения от 220 и более °С;

Плотность от 730 кг/м3 до 1040 кг/м3;

Начало кипения от 20°С и более;

Теплота сгорания в пределах от 43514 кДж/кг до 46024) кДж/кг.

В воде практически не растворима.

Сырые нефти способны при горении прогреваться в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой.

Скорость выгорания составляет от $5{,}2 \cdot 10^{-5}$ м/с до $7 \cdot 10^{-5}$ м/с;

Скорость нарастания прогретого слоя от $0{,}7 \cdot 10^{-4}$ м/с до $1{,}0 \cdot 10^{-4}$ м/с;

Температура прогретого слоя от 130 °С до 160 °С;

Температура пламени 1100 °С.

6. Требования нормативных документов

В соответствии с требованиями пунктов 5.31 «Нагревательные печи» таблицы 12 и 10.10.1 «Нефтяная промышленность» таблицы 31 строительных норм СН РК 2.02-11-2002 технологические печи огневого нагрева ЛВЖ и ГЖ независимо от их площади оборудуются автоматическими установками пожаротушения, при этом внутреннее пространство печи должно быть заполнено паром или инертным газом не более чем за 60 с.

7. Средства пожаротушения трубчатых печей

В настоящее время трубчатые печи в основном оборудуются стационарными установками парового или азотного пожаротушения, и согласно нормам обеспечиваются необходимым количеством первичных средств пожаротушения.

7.1 Основные недостатки систем парового и азотного пожаротушения

Традиционная технология парового пожаротушения требует непрерывной круглогодичной выработки пара в котельной и аренды передвижной паровой установки в период ремонта котельной, что приводит к значительным эксплуатационным затратам и коррозионному износу трубопроводов

В летнее время, как правило, котельные на месторождениях останавливаются на профилактический ремонт и обслуживание, бесперебойная подача пара в печи вызывает определенные затруднения.

Установки азотного пожаротушения, в сравнении с системами парового пожаротушением являются более эффективны, и могут задействоваться в любое время года.

Огнетушащий эффект при воздействии газообразного азота достигается за счет разбавления продуктов реакции в зоне горения до такого содержания кислорода, при котором горение становится невозможным.

Как правило, до достижения эффекта по тушению пожара - азотом необходимо заполнить более 60% объема пространства технологической установки.

Время тушения возгорания нефти в печах типа «ПТБ-10» установками азотного пожаротушения составляет в пределах от 35 с до 50 с, при этом системой предусмотрена профилактическая продувка свободного объема печи азотом после тушения, в процессе охлаждения стенок змеевика в течение 1 - 2 мин.

7.2 Наиболее эффективные и перспективные системы пожаротушения трубчатых печей

В сравнении с паровым и азотным пожаротушением установки газопорошкового пожаротушения за более короткое время способны подать ГПОВ (газ и порошок) в технологический объем печи и обеспечить тем самым быстрое и надежное тушение возгорания без побочного воздействия на оборудование.

Так, в зависимости от технологической схемы производственного процесса, трубчатые печи могут быть оснащены МГПП имеющие следующую продолжительность подачи ГПОВ:

а) быстрого действия - до 1 с;

б) кратковременного действия - от 1 с до 15 с.

Применение модульных АУГПП существенно повышает надежность и быстродействие системы аварийного пожаротушения трубчатых печей.

8. Сценарий развития пожара

Повреждение труб змеевика (разгерметизация трубопровода) представляет собой одну из наиболее вероятных причин возникновения аварийной ситуации в трубчатой печи.

Согласно таблицы А.1 приложения А национального стандарта Республики Казахстан СТ РК 3019 диаметр отверстия истечения нефти при разгерметизации трубопровода принимают равным d = 5мм.

Рабочее давление в трубопроводе печи типа «ПТБ-10» составляет: P = 6,4 МПа.

Массовую скорость истечения нефтепродукта из отверстия Q (кг/с) определяют по формуле (1)

$$Q = k \cdot S\sqrt{2 \cdot \rho \cdot P}\ , \qquad (1)$$

где, k - коэффициент потерь, принимаем $k = 0{,}7$;

S - площадь отверстия, $S = 19{,}6 \cdot 10^{-5}$ м^2;

ρ - плотность продукта, принимаем $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м^3;

P — давление, принимаем $P = 6{,}4 \cdot 10^6$ Па.

Подставив вышеуказанные значения в формулу (1) получим, что массовая скорость истечения нефтепродукта из отверстия трубопровода составляет Q=1.6 кг/с.

Согласно [2] аппаратная инерционность защитного останова печи должна быть не более 1с.

Вместе с тем, после аварийного останова печи, нефть продолжит поступать через отверстие в объём печи. При сгорании нефти будет выделяться тепловая мощность, которая может составить 69 МВт (низшая теплота сгорания дизельного топлива 43МДж/кг, примерно как у нефти), что в 6 раз превышает тепловую мощность горелок печи.

В соответствии с паспортными данными вентилятор В-Ц6-28-10-01 трубчатой печи до аварийного отключения обеспечивает подачу воздуха от 2,5 м^3/с до 6,6 м^3/с, (для полного сгорания газа в горелках при нормальной работе печи достаточно 1,8 м^3/с воздуха).

Следовательно, при работе печи воздух поступает в неё в значительном избытке и может обеспечить интенсивное горение истекающего из отверстия нефти и достаточно быстрый рост температуры истекающих газов до порогового значения в 650 ^{0}С при котором подаётся сигнал о пожаре.

9. Метод натурных (огневых) испытаний

9.1 Сущность метода натурных огневых испытаний

9.1.1 Сущность метода натурных огневых испытаний заключается в определении продолжительности подачи и огнетушащей способности модулей газопорошкового пожаротушения АУГПП по тушения возможных пожаров горючих жидкостей (класс пожара по ГОСТ 27331 – В) в печах подогрева нефти производственных объектов.

9.1.2 Продолжительность подачи ГПОВ, обеспечивающую создание огнетушащей концентрации и соответственно огнетушащую способность АУГПП по тушению пожара нефти в трубчатой печи определяют при проведении огневых (натурных) испытаний.

9.2 Оборудование для испытаний

а) испытательная трубчатая печь типа «ПТБ-10»;

б) промышленная горелка на дизельном топливе с расходом 1,6 кг/с;

в) круглый противень, изготовленный из листовой стали, диаметром (280 ±10) мм и тольщиной стенки 2 мм;

г) 2 литра бензина марки АИ-92;

д) 300л дизельного топлива для работы промышленной горелки;

е) система измерения и регистрации параметров, включая оборудование для проведения кино-, фото- или видеосъемок;

ж) секундомер с погрешностью измерений не более ± 5 %;

и) прибор для бесконтактного измерения температуры тел (пирометр) с диапазоном рабочих температур от 50 °С до 1000 °С.

9.3 Подготовка к проведению испытаний

9.3.1 Подготовка к проведению испытаний включает в себя:

а) подготовку образца конструкций трубчатой печи к испытанию;

б) установку промышленной горелки во внутренний объём трубчатой печи через один из люков подачи газа;

в) расчет огнетушащей концентрации и монтаж АУГПП в трубчатой печи.

9.3.2 При оборудовании трубчатых печей системами АУГПП необходимо произвести расчет дополнительных модулей с инертным газом, не входящих в систему АУГПП, предназначенных для профилактической продувки свободного объема трубчатой печи после тушения пожара, до проведения сварочных и ремонтно-восстановительных работ, с учетом продолжительности продувки в течении 1- 2 минут.

Примечание - Расчет дополнительных модулей с инертным газом, приведенных в пункте 9.3.2 осуществляют только при оборудовании трубчатых печей системой АУГПП на производственном объекте и при проведении натурных (огневых) испытаний не проводится.

9.3.3 Расчет огнетушащей концентрации АУГПП для защиты трубчатый печей подогрева нефти осуществляется в соответствии с приложением Г предварительного национального стандарта Республики Казахстан ПСТ 54.

9.4 Проведение испытаний

9.4.1 Испытание проводят в следующей последовательности:

а) в объеме трубчатой печи, рядом с промышленной горелкой устанавливают противень в который наливают 4 литра воды. На слой воды наливают бензин 2 литра бензина марки АИ-92.

б) с помощью факела производят зажигание бензина в противне. Закрывают люк трубчатой печи и после того как испытатель отойдет на безопасное расстояние включают подачу дизельного топлива на промышленную горелку;

в) выдерживают время свободного горения не менее 120 с.

г) производят пуск МГПП, при этом подача топлива на промышленную горелку не прекращают.

д) в процессе тушения трубчатой печи фиксируют:

- секундомером продолжительность подачи огнетушащих веществ, и время тушения пожара, с;

- пирометром температуру продуктов сгорания на выходе из трубчатой печи.

9.5 Оценка результатов испытания

Натурные (огневые) испытания считают успешными, если:

а) время тушения пожара в трубчатой печи не превысило 15 с;

б) в течение 15 минут не произошло повторного воспламенения дизельного топлива.

10. Отчет об испытаниях

По результатам натурных (огневых) испытаний составляют отчет, в котором отражают следующие сведения:

а) время, место, условия проведения испытаний;

б) наименование организации, проводящей испытание;

в) наименование конструкции, и технические характеристики трубчатой печи;

г) тактико-технические характеристики АУГПП;

д) перечень испытательного оборудования и средств измерения;

е) процедуру проведения испытаний;

ж) результаты испытаний.

11. Требования безопасности

11.1 АУГПП должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003.

11.2 При проведении испытаний АУГПП и ее элементы должны соблюдаться требования безопасности изложенные в [3], [4], [5], технической документации на ГПОВ и проекта на установку.

11.3 При проведении испытаний электрооборудование и трубопроводы АУГПП должны быть заземлены (занулены).

11.4 Устройства дистанционного пуска АУГПП должны располагаться вне защищаемого объема трубчатой печи.

11.5 У места проведения испытаний должны быть установлены предупреждающие знаки «Осторожно! Прочие опасности» по СТ РК ГОСТ Р 12.4.026 и поясняющая надпись «Идут испытания!», а также вывешены инструкции и правила безопасности.

11.6 При необходимости проведения в трубчатой печи профилактических и других работ после выпуска ГОТВ свободный объем трубчатой печи необходимо продуть инертным газом в соответствии с 9.3.2 Методики.

После окончания профилактической продувки и проветривания работы внутри свободного объема трубчатой печи необходимо осуществлять только в изолирующих средствах защиты органов дыхания.

11.7 К работам по проведению испытаний с применением АУГПП и ее элементов должны допускаться лица, прошедшие специальный инструктаж и обучение безопасным методам труда.

Библиография

[1] Техническое описание и инструкция по эксплуатации трубчатой печи типа «ПТБ-10А».
[2] Микропроцессорная система автоматизации печей прямого нагрева СА-ППН.М.
[3] ПУЭ Правила устройства электроустановок.
[4] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.
[5] Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

УДК 614.844.4:006.354 **МКС 13.220.10**

Ключевые слова: установки пожаротушения, модули газопорошкового пожаротушения, установки газопорошкового пожаротушения автоматические, трубчатые печи, натурные испытания