



**Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств**



**Тема занятия №11.3:
«Анализ пожарной опасности трубчатой печи и
разработка мероприятий по обеспечению
пожарной безопасности»**



**Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств**



Учебные вопросы:

1. Методика анализа пожарной опасности трубчатой печи.
2. Составление таблицы причинно-следственной связи факторов пожарной опасности, средств предупреждения пожара и противопожарной защиты.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств
Литература



Основная:

1. Хорошилов О.А., Пелех М.Т., Бушнев Г.В., Иванов А.В. Пожарная безопасность технологических процессов: Учебное пособие/под общей редакцией В.С. Артамонова–СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012.–300 с.

Дополнительная:

1. Малинин В.Р., Хорошилов О.А. Обеспечение пожарной безопасности при нагреве и охлаждении горючих веществ: Учебное пособие. — СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 1999. — 160 с.

2. Хорошилов О.А., Крыжановская Ю.В. Пожарная безопасность технологических процессов: Учебное пособие для начальной профессиональной подготовки. – СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2004.- 65 с.



Литература

Нормативные документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008г. №123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности“ в редакции и с изменениями, внесенными Федеральным законом от 10.07.2012 N117-ФЗ
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 года № 390.
3. ПБ-09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Вопрос 1

Методика анализа пожарной опасности трубчатой печи

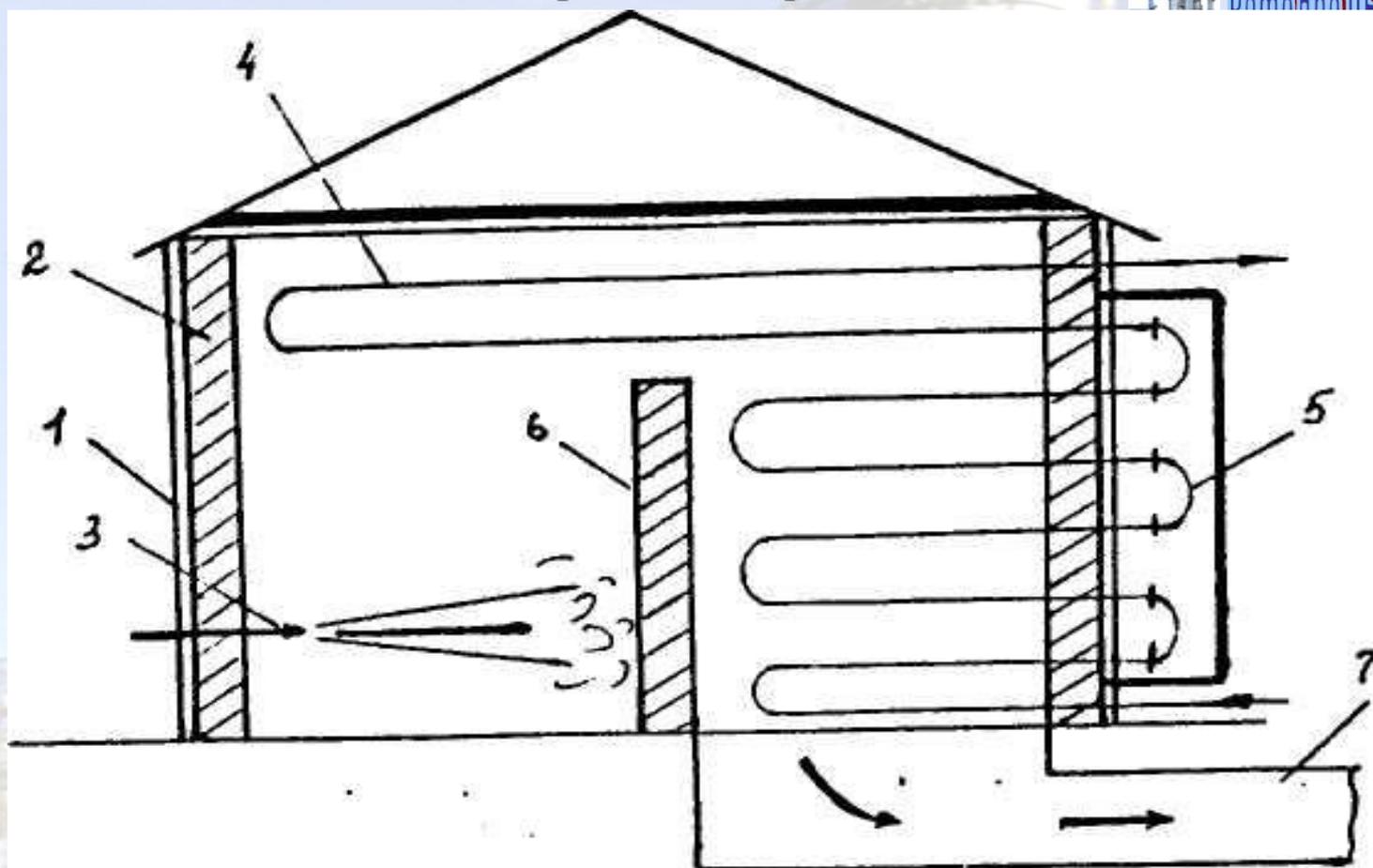


Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Трубчатые печи, применяемые в различных технологиях, в зависимости от их назначения в технологической схеме того или иного производства могут быть **подогревателями, испарителями, высокотемпературными нагревателями и перегревателями** полупродуктов.

В некоторых нефтехимических процессах (термокрекинг, пиролиз, и др.) печи используются как **реакторы**.



Принципиальная схема трубчатой печи:

- 1 - каркас; 2 - кирпичная кладка; 3 - форсунки (горелки); 4 – змеевик; 5 - двойники (ретурбенды); 6 - перевальная стена; 7 - боров.



Факторы пожарной опасности трубчатых печей.

- наличием большого количества сжигаемого топлива и горючего продукта, находящегося в змеевиках;
- высокой температурой в топочном пространстве, превышающей температуру самовоспламенения большинства горючих веществ;
- возможностью взрыва в топочном пространстве и системах удаления продуктов сгорания;
- высокой вероятностью возникновения прогаров в теплообменной поверхности;
- высокой коррозионной активностью продуктов сгорания;
- постоянным наличием источников зажигания при установившемся режиме работы установок.



Образование горючей среды перед розжигом печи

- не обеспечена достаточная герметичность топливопроводов и змеевиков;
- неплотно перекрыты трубопроводы системы топливоподдачи и трубопроводы, подводящие горючий продукт к змеевику;
- неисправны вентили и задвижки, перекрывающие подачу топлива и нагреваемого продукта;
- не произведено освобождение змеевиков от горючего продукта и не обеспечена их продувка инертным газом или водяным паром перед остановкой трубчатой печи.



Образование горючей среды при пуске печи

При пуске трубчатых печей в эксплуатацию горючая среда может образоваться главным образом из-за:

- наличия в системе топливоподачи воздушных пробок;
- использования обводненного топлива;
- неисправности системы розжига;
- негерметичности топливопроводов и змеевиков;
- нарушения технологической инструкции, регламентирующей порядок пуска печи в эксплуатацию.



Образование горючей среды в режиме установившейся работы печи

- при плохом распыле топлива и его неполном сжигании;
- при обрыве пламени;
- при возникновении неплотностей и повреждений в топливопроводах и змеевиках.

Временные перебои в подаче топлива к форсункам могут возникать из-за нарушения нормального режима работы насосов, неисправности электроприводов и т.п. 11



Образование горючей среды снаружи трубчатой печи

- Выход продукта наружу через двойники из-за слабой затяжки пробки нажимными болтами или негерметичном ее прилегании к конусным отверстиям.
- Выброс пробок или срыв двойников с теплообменных труб при работе печи при повышенном давлении в змеевиках или резком изменении давления и температуры.
- Разгерметизация насосов, трубопроводов и другого оборудования системы топливоподачи.



Характерные источники зажигания при эксплуатации трубчатых печей:

- 1) Открытый огонь**
- 2) Искры и нагревательные спирали систем электророзжига.**
- 3) Высокотемпературные конструктивные элементы установок.**
- 4) Искровые разряды статического электричества.**
- 5) Теплота самовозгорания отложений.**
- 6) Самовоспламенение горючих веществ**
- 7) Искровые разряды молнии и ее вторичные проявления.**
- 8) Искры и открытое пламя** при проведении огневых работ могут стать источниками зажигания, если трубчатая печь не приведена перед ремонтом в пожаробезопасное состояние.
- 9) Искры механического происхождения.**
- 10) Тепловые проявления** (искры, дуги, перегрев и т.п.), возникающие при аварийных режимах работы силового, осветительного электрооборудования, сетей автоматического контроля, а также при несоответствии эксплуатируемого электрооборудования требованиям



Обеспечение пожарной безопасности трубчатых печей

Пожарная безопасность трубчатых печей может быть обеспечена путем

- проектирования технических средств **предупреждения пожара,**
- технических средств **противопожарной защиты,**
- посредством строгого выполнения требований **технологического регламента** при эксплуатации.



Предупреждение образования горючей среды перед розжигом трубчатой печи

обеспечить:

- достаточную герметичность топливных коммуникаций, теплообменных труб змеевиков и исправность запорно-регулирующей арматуры.
- правильность выполнения операций при остановке трубчатой печи.
- надежное отключение отдельных участков трубопроводов может быть обеспечено различными способами.

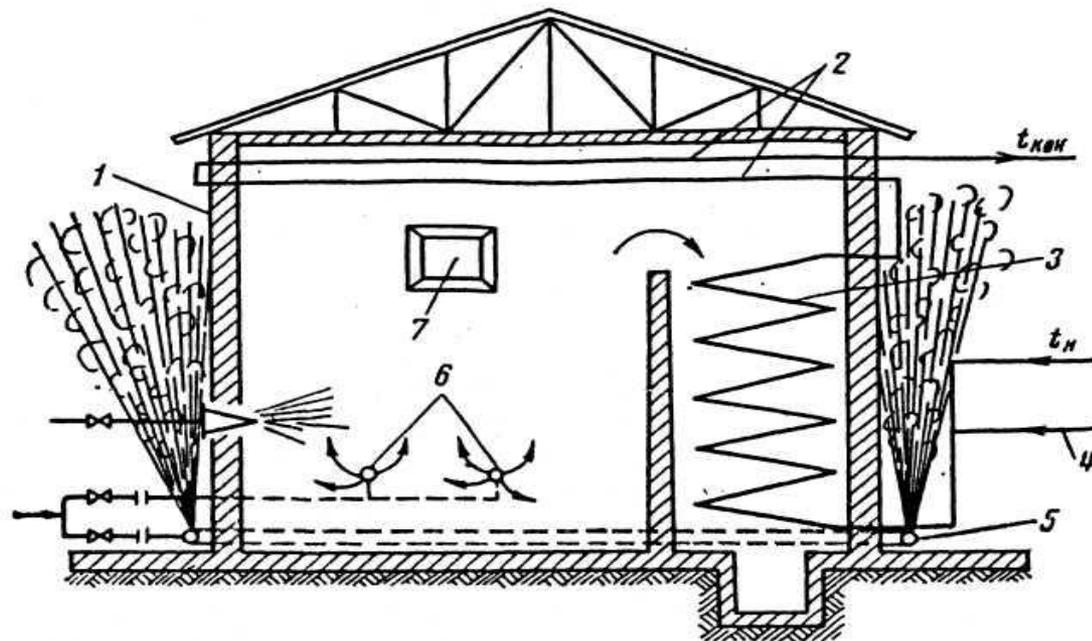


Схема трубчатой печи с трубопроводами для паротушения и паровой завесы:

- 1 - ограждающая стена; 2 - радиантные трубы; 3 - конвекционные трубы; 4 - линия подачи водяного пара в змеевик;
- 5 - перфорированный трубопровод для создания паровой завесы;
- 6 - трубопроводы для паротушения в объеме печи;
- 7 - предохранительный клапан шарнирно-откидного типа.



Вопрос 2

Составление таблицы причинно-следственной связи факторов пожарной опасности, средств предупреждения пожара и противопожарной защиты.



АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБРАЩАЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВ

Наименование вещества	Показатели пожарной опасности	Показатели пожарной опасности									
		Группа горючести	$t_{всп}'$, °C	$t_{вос}'$, °C	$t_{св}'$, °C	$\phi_{н}'$, г/м ³ (%)	$\phi_{в}'$, г/м ³ (%)	$t_{н}'$, °C	$t_{в}'$, °C	$t_{тл}'$, °C	P_{max}' , кПа
Метан (CH ₄)	горючий бесцветный газ										
Водород (H ₂)	горючий газ										
Оксид углерода (CO)	горючий газ бесцветный										
Сажа	горючий порошок										
Нефть (Шаимская)	ЛВЖ										



АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБРАЩАЮЩИХСЯ ВЕЩЕСТВ

Наименование вещества	Показатели пожарной опасности									
	Группа горючести	$t_{\text{всп}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вос}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{св}}, ^\circ\text{C}$	$\phi_{\text{H}}, \text{г/м}^3$ (%)	$\phi_{\text{В}}, \text{г/м}^3$ (%)	$t_{\text{H}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{В}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{max}}, \text{кПа}$
2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
Газ природный	горючий				4,5	13,5				
Метан (CH ₄)	горючий бесцветный газ			537	5,28	14,1				706
Водород (H ₂)	горючий газ			510	4,12	75				730
Оксид углерода (CO)	горючий газ бесцветный			605	12,5	74				730
Сажа	горючий порошок		180	200-420	60				395	920
Нефть (Шаимская)	ЛВЖ	- 45		280	~1		45	5		
	Газ природный: Состав, % (об.):									
	1. метан				- 93,0					5. диоксид углерода - 0,75
	2. этан				- 2,73					6. бутан - 0,22
	3. азот				- 1,97					7. изобутан - 0,15
	4. пропан				- 1,04					8. изопентан - 0,05
	9. пентан				- 0,04					



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



<p>Топочное пространство: а) до начала розжига печи;</p>	<p><u>Система топливоподачи:</u> 1. Подтекание топлива через горелки (форсунки) в результате неплотного закрытия или неисправности. 2. Неплотно перекрыты трубопроводы с-мы топливопод. 3. Неисправны вентили и задвижки перекрыв. подачу топлива. <u>С-ма подачи продукта (нефть):</u> 1. Неплотно перекрыты трубопроводы с-мы подвода нагрев. продукта. 2. Неисправны вентили и задвижки перекрыв. подачу продукта. 3. Не произведено освобождение змеевиков от гор. продукта.</p>
<p>б) в период пуска печи;</p>	<p>Образ. ГС из-за: 1. наличие в с-ме топливоп. воздушных пробок; 2. исп. обвод. топлива; 3. неисправн. с-мы розжига 4. негерм. топливопроводов и змеев. 5. нарушен. технолог-й инструк. регламентир-й порядок пуска печи в эксплуатацию.</p>
<p>в) в режиме установившейся работы;</p>	<p>Образ. ГС: 1. при плохом распыле топлива и его непол. сжигании; 2. при обрыве пламени 3. при возникновении неплотнос. и поврежд. в топливопроводах и змеевиках.</p>
<p>г) при остановке печи. Остановка м. б.: 1. плановая; 2. аварийная; 3. при выводе на долгосрочный ремонт; 1.1 ремонт; 1.2 проф. осмотр.</p>	<p>Образ. ГС из-за: 1. С-ма топливоподачи; 2. авар. остан. при выходе из змеевика продукта.</p>



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Меры защиты

При проектировании	При эксплуатации
1. Две задвижки	Обеспечить: 1. График проведения проф. осмотров, планово-предупред. ремонтов. 2. Исправность запорно-регулирующей арматуры. 3. Разъединение линий (звено демонтируют) 4. Заглушки. 5. Газовый анализ при ремонте.
1. Две задвижки Предусмотреть продувку паром (инерт. газом)	
Тех. решения для продувки топливных коммуникаций на свечу. Спуск конденсата из топливопроводов.	1. выполнять инструкции 2. после ремонта удал. лишнее. 3. все люки, лазы должны закрыты. 4. прокачка продукта (холостую) 1-2 часа. 5. печь продуть вод. паром (инерт. газом) или провентилиров. -регламент 6. Спустить конденсат-продуть на свечу. 7. отрегул. подачу воздуха.
1. задвижка у задвижек; 2. задвижка на магистра линии, не менее чем 10 м от печи	1. плавная остановка 60-80 °С в час сырье; 2. 400-350 °С над перевальной стенкой -откл. топливные насосы – закрыть горелки. 3. 250 °С на выходе сырье прокачивают – затем закр. на вводе задвижки – когда Р в змеевике уменьшится – парят нескол. часов. <u>Авар. вых. продукта:</u> 1. умен. Р в змеевике; 2. продувка змеевика от свища; <u>Авар. больш. вых продукта</u> 1. откл. Топлив насосы; 2. откл. продук. насос 3. подать в змеев.(печь) пар (ин. газ) 4. топливопр. продуть пар:(ин газ) на факел(свечу)



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств

