

МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЕ ТРУБЧАТЫХ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ¹

А.Б. ЖИДКОВ, А.В. ВАНСЛОВ, Б.М. ЕГОРЕНКО (ЗАО «Алитер-Акси»)

Проблемы безаварийной работы нагревательных печей нефтеперерабатывающих предприятий всегда были основными при эксплуатации этих объектов. В последние 5–7 лет требования к их безопасности были в значительной степени переработаны и нашли свое отражение в правилах Госгортехнадзора России [1–3].

Большая часть существующего парка печей построена в 40–70-е годы и не соответствует этим правилам. В процессе капитальных ремонтов печи оборудуют средствами защиты, необходимыми для их безаварийной работы, и возникают разногласия в трактовке некоторых пунктов правил. Поэтому нам представляется актуальным обсудить разделы правил, посвященные техническим средствам защиты технологических печей в различных ситуациях, а также поделиться опытом практического воплощения требований этих документов.

Мероприятия по предотвращению образования взрывоопасных смесей в нагревательных элементах, топочном пространстве и рабочей зоне печи изложены в п. 3.5.8 ПБ 09-170–97. Раздел 5.3 ПБ 09-310–99 [2] предъявляет более конкретные требования к оборудованию и мероприятиям по защите трубчатых печей от нештатных ситуаций. В п. 5.3.1 ПБ 09-310–99 предписано оборудовать печи дежурными (пилотными) горелками, оснащенными запальными устройствами, индивидуальной системой топливоснабжения. Здесь не уточняются число пилотных горелок, место их установки (совместно с основной горелкой или отдельно), тип запального устройства.

Нам представляется, что каждая основная горелка должна быть оснащена пилотной горелкой, что позволит контролировать ее работу. Пилотные горелки могут встраиваться непосредственно в корпус основной горелки или в отдельный канал амбразуры (горелочного камня), расположенный под углом к оси основной горелки. Второй способ предпочтительнее. До недавнего времени в России производители горелок для труб-

чатых печей не комплектовали основные горелки пилотными, при заказе горелок этот вопрос приходилось оговаривать отдельно.

Для индивидуального топливоснабжения пилотной горелки обычно предусматриваются отдельные линии топливного газа с параметрами, необходимыми для ее работы. Обычно давление топливного газа, поступающего на пилотные горелки, отличается от того, которое нужно для работы основных горелочных устройств. Поэтому при использовании топливного газа из одной системы необходимо устанавливать редуцирующие клапаны.

Запальные устройства, которыми должны оснащаться пилотные горелки, могут быть переносными газовыми и стационарными с электророзжигом. Если устройство электрозапальное, то может быть реализована комплексная система управления горелкой, позволяющая автоматически разжигать горелку и следить за ее безопасной работой. Так, в комплект запально-защитного устройства ЗЗУ-НН входят инжекционная пилотная горелка с электродом, искровой блок, сигнализатор погасания пламени.

В п. 5.3.2 ПБ 09-310–99 предписывается оборудовать пилотные и основные горелки сигнализаторами погасания пламени, надежно регистрирующими наличие пламени. Но не ясно, сколько сигнализаторов (два или один), контролирующих наличие факелов пилотной и основной горелок, должно быть при установке горелки в амбразуре.

Для наблюдения за горением пламени в печах отлично зарекомендовали себя сигнализаторы погасания пламени СПП-01. Впервые они были опробованы на печах ОАО «Рязанский НПК». Сигнализаторы погасания пламени СПП-01 воспринимают широкий спектр световых волн — от инфракрасного до ультрафиолетового; специальное устройство обдува стекла обеспечивает надежность СПП-01 при работе на комбинированном топливе.

При функционировании основной и пилотной горелок возможны два варианта слежения за горением:

¹ В порядке обсуждения.

Сбой контролируемого параметра	Срабатывание исполнительного органа
Понижение давления топливного газа, поступающего к пилотным горелкам	Закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к пилотным горелкам печи
Повышение или понижение давления топливного газа, поступающего к основным горелкам	Закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к основным горелкам печи
Прекращение подачи циркулирующего газа или сырья в змеевик печи или падение циркуляции ниже допустимой	Закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к основным горелкам печи; закрытие клапанов-отсекателей, расположенных на трубопроводах (прямом и обратном) подачи жидкого топлива к основным горелкам печи
Превышение предельно допустимой температуры сырья на выходе из змеевика печи; прекращение электро- (пневмо) снабжения КИПиА; недопустимое снижение разряжения в печи, остановка дымососа	Закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к пилотным горелкам печи; закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к основным горелкам печи; закрытие клапанов-отсекателей, расположенных на трубопроводах (прямом и обратном) подачи топлива к основным горелкам печи
Срабатывание прибора погасания пламени горелки	То же
Снижение давления воздуха ниже допустимого (при принудительной подаче воздуха к горелкам)	Останов воздухоудувки; закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к пилотным горелкам печи; закрытие клапана-отсекателя, расположенного на трубопроводе подачи топливного газа к основным горелкам печи; закрытие клапанов-отсекателей, расположенных на трубопроводах (прямом и обратном) подачи жидкого топлива к основным горелкам печи
Срабатывание расположенных вокруг печи сигнализаторов дозрывных концентраций опасных веществ — углеводородов (загазованность при аварии)	Открытие клапанов, расположенных на линии подачи пара на паровую завесу печей

1. При установке пилотной горелки в амбразуру основной горелки, прибор погасания пламени помещать в диаметрально противоположное отверстие этой амбразуры. При погасании пламени основной горелки прибор продолжает следить за пламенем пилотной горелки. И наоборот. И только когда не будет пламени обеих горелок, прибор СПП-01 даст команду на прекращение подачи топлива.

2. На основную горелку, помимо сигнализатора СПП-01 (или другого), установить пилотную горелку с ионизационным (зондовым) датчиком, срабатывающим только при погасании пламени пилотной горелки. Как показала практика, ионизационный датчик быстро выходит из строя из-за его нахождения в пламени. При срабатывании того или другого следящего устройства печь может быть остановлена.

Второй вариант дороже и по надежности уступает первому.

В п. 5.3.4 ПБ 09-310—99, помимо предохранительно-запорного клапана (ПЗК), на линиях, подводящих газообразное и жидкое топливо к основным и пилотным горелкам, требуется устанавливать автоматические запорные органы, сра-

батывающие в системе блокировок. Обычно их помещают на топливных линиях перед ПЗК. Некоторыми организациями данный пункт правил понимается неверно: данные автоматические запорные органы должны устанавливаться перед каждой горелкой. Горелочные устройства защищены клапанами-регуляторами, ПЗК, пилотными горелками, приборами погасания пламени, поэтому достаточно на топливных линиях иметь по одному отсечному клапану.

Пункты 5.3.14 и 5.3.22 ПБ 09-310—99 устанавливают требования к средствам защиты при авариях в системах змеевиков (при прогарах труб). Прогар змеевиковых труб характеризуется или падением давления в продуктовом змеевике, или повышением температуры над перевальной стеной, или изменением содержания кислорода в дымовых газах на выходе из печи. В таком случае должна автоматически включаться подача пара в топочное пространство и в змеевики, а также отключаться подача топлива и сырья. Из этих трех признаков прогара змеевика целесообразнее использовать повышение температуры дымовых газов над перевальной стеной, возникающее при сгорании углеводо-

родов, поступающих в камеру сгорания из разрушенного змеевика.

Падение давления в змеевике может указывать не только на его прогар, но и на аварию в системе подачи сырья, при которой автоматическая подача пара в змеевик и топку печи не предусматривается. Изменение содержания кислорода в дымовых газах на выходе из печи не может служить достоверным признаком прогара змеевика из-за ненадежности анализаторов дымовых газов и большой погрешности измерений. Таким образом, требования вышеназванных пунктов реализуются путем автоматического открытия клапанов на линиях подачи пара в топочное пространство и в змеевики, закрытия клапанов на подаче топлива и отключения двигателей питающих сырьевых насосов при значительном повышении температуры дымовых газов над перевальной стеной (например, до 900–1200 °С, в зависимости от назначения печи). В реакционных печах, нагревающих сырьевую смесь перед подачей ее в реактор с катализатором, на который влага оказывает пагубное действие, предусматривается автоматическая подача в змеевики вместо пара инертного газа.

В пп. 5.3.15 и 5.3.16 на линиях, по которым топливо подается на горение, требуется устанавливать сепараторы, подогреватели и фильтры. Но сепараторы и подогреватели обычно есть в схемах подготовки топлива на технологических установках, а фильтры входят в состав горелочных устройств.

Требования к блокировкам и сигнализации, которыми должны быть оснащены трубчатые печи, предъявляются в пп. 5.3.17 и 5.3.18 ПБ 09-310–99 и в пп. 3.5.8.1, 3.5.8.2, 3.5.8.3 ПБ 09-170–97. В таблице представлен перечень автоматических блокировок, реализуемых на трубчатых печах.

Возможны три варианта блокировки по погасанию пламени горелки:

1. На комплект (основная горелка и пилотная) устанавливается сигнализатор погасания пламени таким образом, что он может контролировать пламя как основной, так и пилотной горелки. При срабатывании сигнализатора, что происходит лишь при погасании обеих горелок, закрываются клапаны-отсекатели, установленные на трубопроводах подачи газообразного и жидкого топлива к основным и пилотным горелкам (по одному на печь). При использовании для слежения за технологическим процессом распределенной системы управления возможна группировка сигналов от сигнализаторов таким образом, что при погасании только 50–60 % горелок отсекатели на

топливных линиях закрываются. Также возможно применение деблокирующих ключей в системе управления. Этот метод отличается меньшими капитальными вложениями, несложной обвязкой, простотой в обслуживании.

2. Пилотная и основная горелки оснащаются сигнализаторами погасания пламени, а на топливных подводящих (к каждой горелке) трубопроводах устанавливаются клапаны-отсекатели, закрывающиеся при срабатывании соответствующих сигнализаторов погасания пламени. Данный подход отличается более громоздким аппаратным оформлением, но дает некоторую защиту от ложного срабатывания (засорение линзы сигнализатора погасания пламени и пр.).

3. Основная и пилотная горелки оснащаются каждая своим сигнализатором погасания пламени, а клапаны-отсекатели устанавливаются по одному на группу горелок. При срабатывании одного из сигнализаторов закрываются клапаны на трубопроводе подачи топлива к этой группе горелок.

При любой организации схем безопасного управления горелками, при срабатывании какого-либо сигнализатора погасания пламени выводятся световой и звуковой сигналы на панель управления в операторную. Выбор метода зависит от системы управления технологическим процессом в целом по установке, от конструкции и надежности устанавливаемого оборудования, а также от специфических условий эксплуатации печи.

Тип отсечных устройств, как правило, зависит от категории взрывоопасности блока, в состав которого входит трубчатая печь. Обычно на обвязке трубчатых печей установок нефтеперерабатывающих заводов (установки каталитического риформинга, гидроочистки моторных топлив, первичной переработки нефти и др.) ставят автоматические быстродействующие запорные и отсечные устройства (клапаны-отсекатели), как для блоков I категории, т.е. со временем срабатывания не более 12 с.

Выводы

Трубчатая печь как потенциальный источник взрывопожароопасной ситуации на установках нефтеперерабатывающих заводов требует особых мер противоаварийной защиты. За последние годы накоплен достаточно богатый опыт применения устройств противоаварийной защиты трубчатых печей, как отечественного, так и импортного производства.

Однако некоторые позиции по контролю за работой печи и по установке противоаварийных сиг-

нализаций и блокировок необходимо реализовывать, исходя из назначения проектируемой печи, а также ее конструктивных характеристик. Например, в многокамерных печах каталитического риформинга резонно устанавливать клапаны, отсекающие подачу топлива к горелкам при срабатывании приборов погасания пламени или при понижении давления топливного газа, поступающего к горелкам, отдельно на каждую камеру. Нет смысла оборудовать линии подачи газообразного топлива в печь дополнительными отсечными запорными органами, срабатывающими при понижении давления топлива, если печь работает на комбинированном топливе (топливный газ и жидкое топливо).

При разработке мероприятий по безопасной работе трубчатой печи необходимо руководствоваться не только положениями нормативных документов [1, 2], но и особенностями функцио-

нального назначения и конструкции печи, и в обоснованных случаях, после согласования с инспектирующими органами, отступать от требований вышеуказанных документов для обеспечения безостановочной и безаварийной работы проектируемой или реконструируемой трубчатой печи.

Список литературы

1. ПБ 09-170—97. Общие правила взрывобезопасности для взрыво-, пожароопасных, химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. — М.: ПИО ОБТ, 1999. — 140 с.
2. ПБ 09-310—99. Правила промышленной безопасности для нефтеперерабатывающих производств. — СПб. — 2000. — 37 с.
3. Правила безопасной эксплуатации и охраны труда для нефтеперерабатывающих производств (ПБЭ НП). — СПб. — 2001. — 90 с.

Нормативно-техническая литература по охране труда на производстве

Курс: 60 административных тренировок, 2002 г.	54 р.
Трудовой кодекс Российской Федерации, 2002 г.	69 р.
Работы с повышенной опасностью. Организация производства. ПОТ РО-1400-005-02	76 р.
Методика: правила по ОТ (ПБЭ) при эксплуатации электродвигателей. РД 153.34.0-05.150.00, ПОТ РМ 018-2001	69 р.
Методика: Правила по ОТ при электро-и газоопасных работах. ПОТ РМ 020-2001	44 р.
Методика: правила при окрасочных работах. ПОТ РМ 017-2001	42 р.
Методика: правила при работах на высоте. 50 р.	50 р.
Правила по ОТ на предприятиях и в организациях машиностроения. ПОТ РО-1400-001-05	59 р.
Положения. Обеспечение безопасности производственного оборудования. ПОТ РО-1400-002-05	63 р.
Инструкции по ОТ, Правила по ОТ, СНИПы, СанПиНы, ГОСТы, НПО	

**Новейшие редакции
всех нормативных
документов**

**Низкие цены и
качественная полиграфия**

**Журналы, бланки,
удостоверения и плакаты по ОТ**

**Знаки безопасности согласно
ГОСТ 12.4.026-2001 на пленке и на пластике**

Срок выполнения заказа = три дня!

Бесплатная почтовая доставка

Центр «ЛитЭкс»

Центр «ЛитЭкс». САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, тел.: (812) 560-13-85; тел./факс: (812) 560-14-29. Для писем: 193171, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, а/я 150