

Опасность выбросов газов через технологические свечи в условиях промышленной застройки

Перед проведением плановых регламентных и ремонтных работ и при аварийных ситуациях для освобождения технологического оборудования и трубопроводов от газов и паров на химических, нефтехимических и газоперерабатывающих предприятиях используются свечи рассеивания. Свечи рекомендуется применять при сбросах легких газов.

Наибольшую опасность для освобождения аппаратов и трубопроводов путем сброса взрывоопасных газов представляют те случаи, когда при приземной инверсии (устойчивая стратификация атмосферы) поток ветра относит образующееся газозвдушной облако в сторону соседних промышленных площадок, на которых зачастую расположено оборудование с сильно нагретыми поверхностями или оборудование с огневым обогревом (например, печи пиролиза, конверсии), либо горящие факелы. Поэтому при организации сбросов горючих и взрывоопасных газов и паров необходимо учитывать множество факторов: метеосостояние, возможные максимальные объемы, физико-химические и взрывоопасные свойства, высота сброса, условия рассеивания и расстояния до источника воспламенения, наличие застройки на пути возможного распространения парогазозвдушной облака, продолжительность процессов опорожнения.

При проектировании свеч рассеивания для обеспечения безопасности на рядом расположенных промышленных площадках используется методика из «Руководства по безопасности факельных систем», согласно которой в зависимости от плотности сбрасываемого газа, диаметра и расхода свечи определяется их безопасная высота. Однако возникшие аварийные ситуации на компрессорной станции газотранспортного предприятия ОАО «Газпром» (2006 год), на производстве полиэтилена высокого давления ООО «Томскнефтехим» (2007 год), на

ГИМРАНОВ Ф.М., эксперт высшей квалификации по оценке соответствия требованиям промышленной безопасности, профессор кафедры промышленной безопасности Казанского национального исследовательского технологического университета, д.т.н.;

КУПЦОВ А.И., аспирант Казанского национального исследовательского технологического университета;

ЗУБКОВ А. Г., эксперт ООО «Эксперт-92»

газопроводе-подключении газоконденсатного месторождения Крайнего Севера (2008 год) и на других объектах, а также эксперименты, проведенные ООО «Газпром Ставрополь», свидетельствуют о том, что действующая методика не позволяет адекватно рассчитывать приземную концентрацию и гарантированно обеспечить безопасность при опорожнении оборудования путем сброса через свечу. Одним из главных недостатков методики является то, что она не учитывает нестационарность процесса срабатывания газа, различные метеосостояния и не пригодна для расчетов приземной концентрации опасных газов в условиях застройки.

Как показал анализ, только численное моделирование в дополнение к традиционным методикам позволяет получать наиболее полную картину рассеивания легких газов при выбросах с технологических свеч с учетом рельефа и застройки местности и атмосферной устойчивости. Расчеты на основе численного моделирования позволяют смоделировать процессы сброса газа и дальнейшего его рассеивания в условиях промышленной застройки, а также при различной ат-

При проектировании свеч рассеивания для обеспечения безопасности на рядом расположенных промышленных площадках используется методика из «Руководства по безопасности факельных систем», согласно которой в зависимости от плотности сбрасываемого газа, диаметра и расхода свечи определяется их безопасная высота.

Рисунок 1. Изолинии концентраций мг/м³ при сбросе со свечи. Неустойчивая стратификация атмосферы.

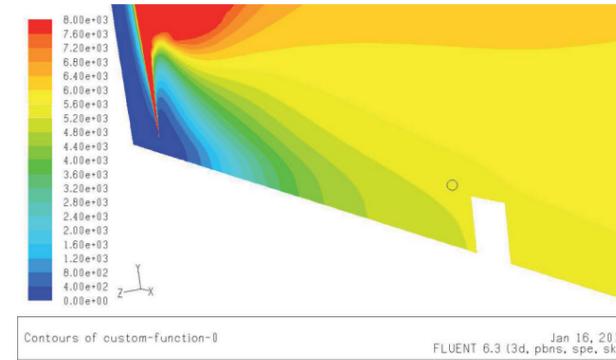
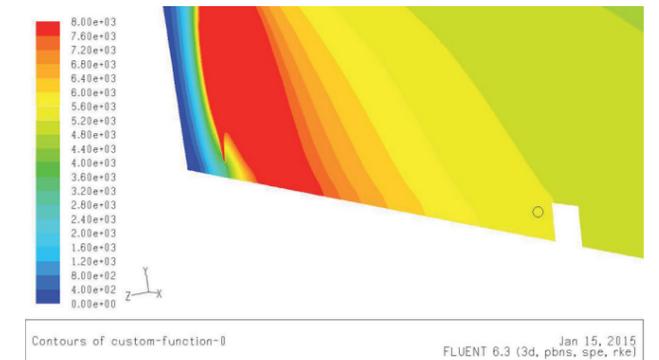


Рисунок 2. Изолинии концентраций мг/м³ при сбросе со свечи. Устойчивая стратификация атмосферы.



мосферной устойчивости и, таким образом, дать адекватную оценку значений концентраций на производственных площадках.

Была предложена соответствующая физико-математическая модель (А.И. Купцов, Р.Р. Акберов, Д.Я. Исламузин, Ф.М. Гимранов // Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — №6. — С. 284-286), которая позволяет адекватно описать динамику рассеивания легких газов при выбросах со свеч с учетом рельефа и застройки местности и атмосферной устойчивости.

С помощью модели были выполнены расчеты распространения взрывоопасного газа при наличии препятствия и при различных устойчивостях (устойчивая и неустойчивая стратификация). Скорость ветра имела значение 1 м/с на высоте 10 м. Выброс этилена задан с давлением 40 атм на выходе из свечи (ее высота 10 м, диаметр 0,1 м). Начальная температура выброса составляла 262 К. Ветер был

направлен перпендикулярно зданию, а источник выброса располагался на расстоянии 300 м от наветренной стороны препятствия (10 м x 10 м x 10 м).

На рисунках ниже приведены изолинии концентраций мг/м³, полученных с помощью расчетов.

Известно, что наличие препятствия на пути движения облака газа способствует уменьшению взрывоопасных и токсичных зон, так как при набегании ветра происходит торможение в продольном направлении и ускорение в поперечном. Необходимо отметить и общую закономерность выбросов вблизи застройки — увеличение границ шлейфа в боковом и вертикальном направлениях вследствие сильного рециркуляционного движения внутри области, возмущенной зданием. Объясняется это увеличением уровня турбулентности из-за возмущения потока ветра, создаваемого препятствием.

Проведенное же моделирование сброса этилена под высоким давлением через свечу показало, что атмосферная устойчивость сильнее застройки влияет на значение приземных концентраций в случаях, когда высота свечи и высота застройки примерно одинаковы (5-20 м). Расчеты показали также, что при выбросах с такой свечи и при таком давлении хоть и не возникает взрывоопасных зон, все же полученные приземные концентрации небезопасны. При любых метеосостояниях значения концентраций значительно превышают предельную допустимую концентрацию (ПДК этилена — 100 мг/м³). Более опасными считаются выбросы при устойчивой стратификации, в этом случае инверсия температуры

препятствует вертикальным перемещениям образующегося парогазозвдушной облака и способствует отклонению струи выброса со свечи в сторону земной поверхности.

В случаях освобождения технологического оборудования и трубопроводов от газов и паров использованная физико-математическая модель позволяет провести расчеты приземных концентраций, связанных с нестационарными выбросами со свеч при различных устойчивостях атмосферы и при наличии застройки, в отличие от действующей методики из Руководства по безопасности факельных систем. В целом адекватный учет нестационарности и продолжительности выброса, метеосостояний и препятствий в различных моделях и методиках позволяет решить проблему безопасной организации сбросов горючих и взрывоопасных газов и паров на химических, нефтехимических и газоперерабатывающих предприятиях.



Свеча рассеивания для сброса газо- и паронефтепродуктов высотой 35 м.



Сброс природного газа со свечи рассеивания на магистральном газопроводе.