

Формирование генерального плана с учетом поражающих факторов при аварийных ситуациях, шумов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

**М.М. Даутов,
М.В. Мариненкова**

(ОАО «Гипротюменнефтегаз»,
Группа ГМС)

Адреса для связи: DautovMM@yandex.ru,
gtng@gtng.ru

Ключевые слова: аварийные ситуации, промышленная безопасность, окружающая природная среда.

Одной из немаловажных задач проектирования является разработка генерального плана объектов обустройства месторождений нефти и газа, при формировании которого обязательно обеспечение промышленной, пожарной и экологической безопасности промышленного объекта. Генеральные планы площадок строительства разрабатываются в соответствии с технологическими схемами и в полном соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами в области экологической, промышленной и пожарной безопасности.

Основными последствиями аварийных ситуаций, возникающих при разгерметизации оборудования на объектах топливно-энергетического комплекса, являются:

- загрязнение окружающей природной среды;
- пожар разлива;
- струйное горение;
- образование «огненного шара»;
- взрыв топливно-воздушной смеси (ТВС).

Для оценки опасности аварий, возникающих на оборудовании, определяются возможные сценарии протекания аварийных ситуаций и рассчитываются масштабы последствий. В соответствии с требованиями действующего законодательства [1-3] здания, в которых расположены помещения управления (операторные), должны быть устойчивыми к воздействию поражающих факторов при возникновении аварийных ситуаций и обеспечивать безопасность находящегося в них персонала. Взрывоустойчивость здания характеризуется предельным давлением во фронте взрывной волны, которое могут воспринять конструкции здания без потери несущей способности или пригодности к дальнейшей экс-

Formation of the master plan, taking into account damaging factors at emergency situations, noise and pollutant emissions into the atmosphere

M.M. Dautov, M.V. Marinenkova
(Giprotymenenneftgaz OAO, HMS Group, RF, Tyumen)

E-mail: DautovMM@yandex.ru, gtng@gtng.ru

Key words: emergency situation, industrial safety, natural environment.

The main consequences of emergency situations, arising at equipment depressurization at the facilities of the fuel and energy complex, are given. To assess the risk of accidents the possible scenarios of emergency situations processing are determined and scales of consequences are calculated. An algorithm of calculating of fuel-air mixtures cloud explosion is considered.

плутации [4]. Следовательно, основным поражающим фактором, влияющим на зонирование генерального плана, является воздействие избыточного давления на фронте ударной волны при возникновении взрыва облака ТВС.

Алгоритм расчета взрыва облака ТВС, выполняемого для каждого технологического блока, следующий:

1) определяется ожидаемый режим сгорания облака ТВС (зависит от типа горючего вещества в расчетном блоке и степени загроможденности окружающего пространства);

2) рассчитываются максимальное избыточное давление и импульс фазы сжатия воздушных волн давления для выбранного режима.

С учетом требований действующей нормативной документации в области промышленной безопасности, а также того, что немаловажным фактором при проектировании являются экономические причины, критерии взрывоустойчивости зданий и сооружений целесообразно обосновывать на стадии проектирования опасного производственного объекта, принимая во внимание его специфику. Если в зону действия поражающих факторов попадают места постоянного пребывания персонала, то рассчитываются избыточное давление на фронте ударной волны (давление на стеки здания) и устойчивость здания к действию ударной волны. На основании этого принимается решение об его окончательном местоположении на генеральном плане площадки.

В настоящее время действует несколько методик по расчету последствий взрывов ТВС [2, 5, 6], а также РД 03-409-01 «Методика оценки аварийных взрывов топливно-воздушных смесей/ Методики оценки послед-

ствий аварий на опасных производственных объектах», ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля». Для расчета воздействия ударных нагрузок при взрыве ТВС при соответствующем обосновании допускается использование любой перечисленной методики. Однако получаемые результаты различаются значительно, и методики имеют весьма существенные недостатки. В частности, ни в одной из них, в том числе вступивших в действие в 2014 г., не раскрыты критерии выбора класса окружающего пространства, а приведено лишь их общее описание. Предлагается определить тип загроможденности окружающего пространства: слабо, средне и сильно загроможденное. Градации по отнесению к тому или иному типу нет, и разделение носит по сути субъективный характер. Тем не менее учет данного фактора значительно влияет на результаты расчетов. Кроме того, в расчетных методиках отсутствует учет поглощения силы ударной волны препятствиями, находящимися на пути ее распространения. Ни одна из методик не позволяет определить избыточное давление за пределами блоков каркасно-панельного исполнения, широко используемых в практике проектирования объектов обустройства нефтегазовых месторождений, при взрывах, происходящих внутри помещений. Отсутствует также учет многокомпонентности веществ, участвующих во взрыве, что также обуславливает принятие некоторых допущений в расчетах.

Много вопросов возникает при определении массы ТВС с поверхности разлива. При расчете интенсивности испарения давление насыщенных паров жидкости рекомендуется принимать согласно справочным данным. Расчет можно выполнить с использованием уравнения Антуана. Однако при наличии многокомпонентных смесей (например, разлив нефтяной эмульсии) не ясно, по какому компоненту принимать коэффициенты, по наиболее опасному или по компоненту, составляющему наибольшую долю в смеси. При использовании других методик, в частности [7], также принимаются некоторые допущения в расчетах. До сих пор не разработаны методики, по которым можно прогнозировать развитие аварийной ситуации на площадке по принципу «домино». Использование пособия [4], позволяющего оценить устойчивость зданий и сооружений к действию поражающих факторов при авариях, также вызывает много вопросов, в частности при расчете устойчивости зданий из сэндвич-панелей. Перечисленные недостатки методик приводят к тому, что результаты расчетов одной и той же аварийной ситуации, выполненные разными специалистами, различаются иногда в несколько раз.

Необходимость совершенствования нормативно-методической базы и повышения достоверности расчетов последствий взрыва связана с тем, что завышенные значения расчетных зон разрушения нередко требуют чрезмерных затрат на повышение прочности конструкций и взрывоустойчивости зданий, сооружений или их удаление на значительное расстояние от возможных источников взрыва (иногда до нескольких километров). Учет зон действия поражающих факторов при разработке генерального плана позволяет обеспечить взрывоустойчивость помещений управления (операторных) и

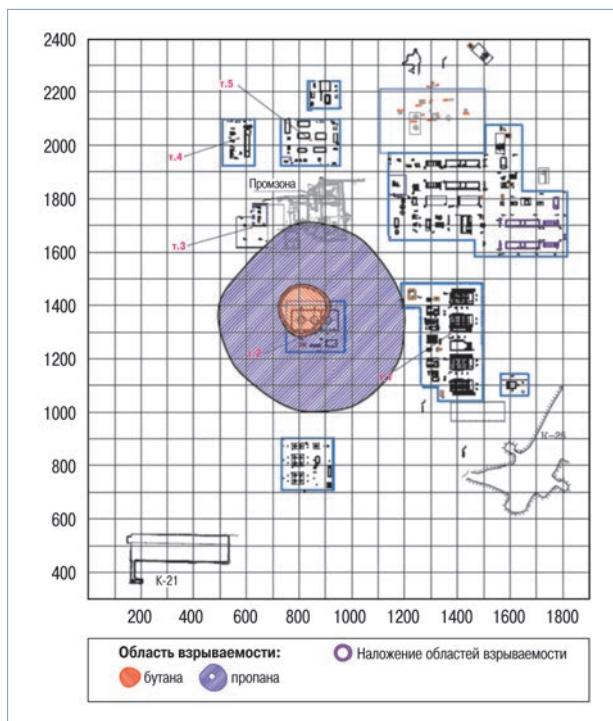
безопасность обслуживающего персонала при возникновении аварийных ситуаций.

Формирование генерального плана с учетом выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух дает возможность:

- выбрать оптимальные технические и проектные решения, способствующие обеспечению социально-, эколого-экономической сбалансированности хозяйственного развития объекта, снижению негативного воздействия на окружающую среду до приемлемого уровня;
- выполнить требования к охране атмосферного воздуха от загрязнения при проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых объектов;
- определить состав, количество и параметры выбросов источников загрязняющих веществ для исключения взрывоопасных концентраций.

При размещении проектируемых объектов (цехов) на одной промышленной площадке с эксплуатируемыми объектами расчеты рассеивания в атмосфере проводятся совместно для проектируемых и действующих источников выбросов [8]. На стадии разработки генерального плана крупных площадок, таких как дожимная насосная станция, центральный пункт сбора, установка комплексной подготовки газа, для исключения возможных экологических рисков выполняется расчет выбросов загрязняющих веществ от источников, максимально влияющих на загрязнение атмосферного воздуха. Оценка уровня загрязнения атмосферы районов расположения проектируемых объектов или оценка концентраций взрывоопасных газов проводится для штатных рабочих и аварийных условий эксплуатации. Рассчитанные максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в атмосфере сравниваются с предельно допустимыми концентрациями в рабочей или жилой зоне в зависимости от нормируемой территории. Результаты анализа полученных данных являются отправной точкой в принятии проектных решений по высоте трубы (факела, свечи и иных источников выбросов) и размещению площадок водозаборов для хозяйствственно-питьевых нужд, жилых помещений и др.

Немаловажным остается вопрос оценки взрывоопасных концентраций газов в смеси с воздухом. При технологических продувках оборудования, аварийных сбросах на продувочные свечи газа, неплотностях оборудования, скоплении тяжелого газа в понижениях рельефа существует риск образования взрывоопасных концентраций. Для определения таких областей проводится оценка концентраций взрывоопасных газов по аналогии с расчетом рассеивания максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере. Полученные максимальные концентрации взрывоопасных газов в атмосфере при аварии, технологической продувке оборудования или любом другом истечении газа со-поставляются с пределами взрываемости предельных углеводородов в смеси с воздухом [9]. Поля концентраций при нанесении на генеральный план (см. рисунок) отражают реальное положение, что облегчает анализ и позволяет выбрать наиболее безопасное расположение объекта проектирования. Выполнение комплекса расчетов по определению рисков позволяет сформировать



Области взрываемости предельных углеводородов в смеси с воздухом

крупные промышленные площадки с обеспечением максимально возможной безопасности обслуживающего персонала и третьих лиц.

Немаловажным также является учет шумового воздействия при разработке генеральных планов промышленных площадок. Основными источниками шума являются различные модификации компрессоров, сепараторов, насосов и вентиляторов, факелов и свечей. При проектировании оценивается шумовое воздействие в местах постоянного присутствия персонала (административно-бытовые корпуса, жилые помещения, операторные и др.) с целью поиска их оптимального расположения относительно источников шума. От этого зависят перечень мероприятий по борьбе с шумом и конструктивные особенности как источников шума, так и мест постоянного присутствия персонала, что в свою очередь влияет на стоимость проекта. Учет всех вышеперечисленных факторов на этапе разработки генерального плана является неотъемлемой частью грамотного проектирования.

Таким образом, привлечение специалистов экологической, промышленной и пожарной безопасности на ранней стадии создания генеральных планов позволяет своевременно выявить возможные риски и в максимальной степени исключить негативные воздействия на окружающую среду, обеспечить экологическую, пожарную и промышленную безопасность проектируемых объектов.

Список литературы

- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» № 101 (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору 12.03.13 г.).
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» № 96 (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, техническому и атомному надзору 11.03.13 г.).
- Федеральный закон № 384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.09 г.
- Пособие по обследованию и проектированию зданий и сооружений, подверженных воздействию взрывных нагрузок. – М.: АО «ЦНИИ-Промзданий», 2000. – 123 с.
- Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах/ МЧС России: введ. 10.07.09. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 29 с.
- РБ Г-05-039-96 «Руководство по анализу опасности аварийных взрывов и определению параметров их механического действия». – М.: НТЦ ЯРБ Госатомнадзора России, 2000: <http://russgost.ru/home>.
- Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – Санкт-Петербург: ООО «Контраст», 2012. – 224 с.
- ОНД-86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий». – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 93 с.
- Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. Изд. 7-е, пер. и доп. В трех томах. Том I. Органические вещества. Под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 592 с.

References

1. Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Pravila bezopasnosti v neftyanoy i gazovoy promyshlennosti" no. 101 - Petroleum Industry Safety Regulations.
2. Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Obshchie pravila vzryvobezopasnosti dlya vzryvopozharoopasnykh khimicheskikh, neftekhimicheskikh i neftepererabatyvayushchikh proizvodstv" no. 96 - Explosion Safety Rules for Petrochemical Oil Processing Plants.
3. Federal law no. 384 "Tekhnicheskiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy" - Technical regulation on safety of machinery and equipment.
4. Posobie po obследovaniyu i proektirovaniyu zdaniy i sooruzheniy, podverzhennykh vozdeystviyu vzryvnykh nagruzok (Manual for survey and design of buildings and structures exposed to explosive loads), Moscow, 2000.
5. Metodika opredeleniya raschetnykh velichin pozharnogo riska na proizvodstvennykh ob'ektakh (Methodology for determining the calculated values of fire risk at the production facilities), Moscow: Publ. of FGU VNIIPo MChS Rossi, 2009.
6. RB G-05-039-96 Rukovodstvo po analizu opasnosti avariynykh vzryvov i opredeleniyu parametrov ikh mekhanicheskogo deystviya (Guidelines for hazard analysis of accidental explosions and determine the parameters of mechanical action), Moscow: Publ. of NTTs YaRB Gosatomnadzora Rossi, 2000.
7. Metodicheskoe posobie po raschetu, normirovaniyu i kontrolyu vybrosov zagrazyayushchikh veshchestv v atmosfernyy vozdukh (Guidelines on the calculation, regulation and control of emissions into the atmosphere), Sankt-Peterburg, 2012.
8. OND-86 Metodika rascheta kontsentratsiy v atmosfernem vozdukhe vrednykh veshchestv soderzhashchikhsya v vybrosakh predpriyatiy (Method of calculating the concentrations in the air of harmful substances contained in industrial emissions)
9. Spravochnik "Vrednye veshchestva v promyshlennosti" (Harmful substances in industry), Moscow: Khimiya Publ., 1976.