

Нормативно-методическое обеспечение и опыт проведения анализа опасностей технологических процессов методами HAZID/HAZOP



В.В. Симакин,
канд. техн. наук,
зав. отделом



М.В. Лисанов,
д-р техн. наук, директор
центра анализа риска,
risk@safety.ru



Е.В. Ханин,
зав. отделом



Л.В. Бланк,
ст. науч. сотрудник

ЗАО НТЦ ПБ, Москва, Россия

Рассмотрены актуальные требования нормативной документации по анализу опасностей технологических процессов. Приведены результаты обобщения практического опыта применения методов HAZID и HAZOP на отечественных опасных производственных объектах нефтегазового комплекса. Показаны эффективность указанных методов и целесообразность расширения области их применения.

Ключевые слова: анализ опасностей, HAZID, HAZOP, проектная документация, нормативные требования, технологические процессы, опасные производственные объекты, обоснование безопасности.

DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-64-72

Введение

В настоящее время в связи с внедрением риск-ориентированного подхода и рядом изменений требований в области промышленной безопасности наметился новый этап применения методологии анализа риска аварий на опасных производственных объектах (ОПО) [1–5]. Этот этап характеризуется рядом особенностей и влияющих факторов, которые обуславливают развитие наряду с методами количественной оценки риска аварий иных методов анализа опасностей. В частности, анализ опасностей технологических процессов в [1] определяется в более широком смысле как «методология качественного анализа опасностей, применяемая с целью исследования возможных причин аварий и инцидентов, опасностей отказов технических устройств, отклонений технологических параметров от регламентных и разработки мер по предупреждению аварий и инцидентов».

В качестве основных методов анализа опасностей технологических процессов выделяются [1]: метод идентификации опасностей (или предварительный анализ опасностей), именуемый за рубежом HAZID [6]; анализ опасностей и работоспособности (АОР),

который в зарубежной и отечественной практике более известен как HAZOP [6–9].

Нормативно-методическое обеспечение анализа опасностей технологических процессов

Применение методов HAZID/HAZOP приобретает принципиально новое и важное значение в связи с определением этой процедуры в качестве требования и рекомендаций в нормативно-методических документах Ростехнадзора [1–4]. Наиболее определено и четко требования к анализу опасностей технологических процессов установлены в Федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (далее — ФНП ОПВБ) [1], что вполне целесообразно, учитывая особую опасность и высокий риск аварий при эксплуатации этих ОПО. Метод анализа опасностей технологических процессов рассматривается в ФНП ОПВБ (п. 2.1 раздела II, приложение 1) в качестве одного из основных методов обоснования проектных решений по разработке технологического процесса, технологического обо-

рудования, средств контроля, управления и защиты. Аналогично Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов [2] устанавливают необходимость проведения эксплуатирующей организацией анализа опасностей технологических процессов указанным методом в целях обоснования мер предупреждения аварий. Основные методические особенности и рекомендации по применению метода АОР в качестве приоритетного специального метода анализа риска аварий приведены в Руководстве по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (приложение 8) [4].

Часто на практике, особенно на ранних стадиях проектирования, проведение HAZOP сочетается с процедурой идентификации потенциальных опасностей и угроз для ОПО в целом с использованием методологии HAZID [8, 9].

По существу, процедура HAZID/HAZOP рассматривается Ростехнадзором как одна из форм обеспечения безаварийной эксплуатации и экспертизы функциональной надежности ОПО в течение всего его жизненного цикла, начиная с предпроектной проработки конструкторско-технологических решений и до вывода ОПО из эксплуатации.

В отличие от традиционной экспертизы проектной или иной документации (например, экспертизы промышленной безопасности документации на техническое перевооружение), в процессе которой эксперты, как правило, ограничиваются выявлением соответствия объекта экспертизы нормативным требованиям (которые нередко отсутствуют или имеют общий характер), участники HAZOP фактически должны выявлять соответствие не только тем же требованиям (на практике это происходит по умолчанию), но и современной практике обеспечения безопасной эксплуатации ОПО с последующей выдачей обоснованных рекомендаций по обеспечению безопасности. Именно поэтому важное требование к процедуре HAZID/HAZOP — участие независимой экспертной организации и опытных специалистов [1, 4].

В последнее время наметились новые аспекты практического применения рассматриваемого метода исследований — использование метода АОР (HAZOP) при разработке обоснования безопасности (ОБ) ОПО [3] в целях обоснования отступлений от требований безопасности при разработке проектной документации (п. 6 ст. 15 [10]) и обоснования отступлений от требований промышленной безопасности на стадии эксплуатации (п. 9 [2]; пп. 2.4, 2.5, 2.5 [11]). При этом в процессе HAZOP рассматриваются вопросы, связанные с отступлениями от требований безопасности, дополнениями существующих требований и (или) их детализацией. Исследование и анализ данных вопросов позволяют идентифицировать отступления от требований безопасности (в первую

очередь промышленной) и определить необходимость рассмотрения их в рамках ОБ и (или) специальных технических условий (СТУ). По результатам анализа выявленных отступлений также решается вопрос выработки компенсирующих мероприятий для обоснования возможности реализации принятых технических решений.

Анализ опасностей ОПО методами HAZID и HAZOP

Развитие и более широкое использование указанных методов в производственной сфере предопределяет необходимость обобщения опыта проведения HAZID/HAZOP и анализа полученных результатов с учетом предыдущих исследований [8, 9].

Специалисты группы компаний «Промышленная безопасность» (ЗАО НТЦ ПБ, АНО «Агентство исследований промышленных рисков») с 2008 г. практически используют методы АОР (HAZOP) (часто в комплексе с HAZID и (или) оценкой уровня надежности системы SIL) в исследованиях ОПО нефтегазовой, нефте- и газохимической промышленности.

Методами HAZID/HAZOP исследованы различные ОПО: газодобывающие, транспортирования газа, нефти и нефтепродуктов; подготовки и хранения углеводородного сырья; переработки углеводородного сырья (газ, нефть, нефтепродукты).

В области газодобывающих объектов рассмотрены технологические системы «Кусты скважин» и «Установка комплексной подготовки газа» на стадии разработки рабочей документации. В процессе проведения HAZOP выделены функциональные технологические группы, узлы и блоки (всего 17): цех запорно-переключающей арматуры; узлы замера, учета газа, газового конденсата (ГК); узлы подготовки газа; узлы приема, подготовки и подачи метанола; цех подготовки и подачи антифриза; узлы подготовки газа на собственные нужды; площадки (блоки) емкостей, резервуаров ГК и др.

Выявление нарушений в работе и анализ возможных опасностей, связанных с отклонениями от нормальных условий, проводили по следующим основным элементам: параметры аппаратов (оборудования); технологический процесс (ТП); энергетическое обеспечение и контрольно-измерительные приборы и автоматика (КИПиА); эксплуатация; проектирование и строительство.

По результатам HAZOP рабочей группой выданы рекомендации (всего 142), направленные на снижение влияния и (или) устранение выявленных отклонений (источник опасности), в целях обеспечения безопасности технологического процесса и целостности оборудования. Условное распределение некоторых областей возможных отклонений (типовым областям возможных отклонений) приведено в табл. 1.

Применительно к объектам транспортирования газа проводилось исследование HAZOP (первый

| Элементы анализа | Основные ключевые слова | Количество рекомендаций, % | Типовые рекомендации (выборка) |
|-----------------------------------|---|----------------------------|--|
| Параметры | Давление, температура, уровень, поток, утечки | 42 | Предусмотреть установку обратного клапана на выкидных линиях от скважин для предотвращения обратного потока продукции скважин из общего коллектора куста при падении давления на выкидной линии скважины Подтвердить расчетом возможность поддержания системой обогрева дегазаторов температуры, не допускающей выделение парафина и закупорку трубопровода Рассмотреть необходимость введения предупредительной сигнализации падения давления в линии метанола ниже давления в газосборном коллекторе |
| Технологический процесс | Отказ, разделение фаз, изменение вязкости среды, некондиционный продукт | 10 | Рассмотреть необходимость автоматического перекрытия потока активного газа через эжекторы при остановке цеха подготовки газа Предусмотреть необходимость поддержания температуры ГК не ниже 22 °С на приеме насосов перекачки ГК для предотвращения повышения вязкости, снижения давления на всасе и выкиде насоса |
| Энергетическое обеспечение, КИПиА | Отказ систем управления, измерений; сбой в подаче электроэнергии, питания; отказ насосов, компрессоров | 23 | Отразить в эксплуатационной документации (рабочие инструкции, технологический регламент, план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий) действия оператора при отказе элементов системы управления (системы измерения) В регламенте отразить алгоритм срабатывания предупредительной и аварийной сигнализации в системе подачи метанола в емкости Указать в инструкциях действия персонала при предупредительном сигнале |
| Эксплуатация | Сбои в запуске, остановке (смене) режима; слив, сброс продукта; продувка, очистка; техническое обслуживание | 16 | В регламенте, рабочих инструкциях отразить действия персонала при пуске (останове или смене) режима в целях предотвращения проявления гидравлических ударов Предусмотреть дренажные линии с арматурой для слива конденсата из замерных линий. Рассмотреть необходимость установки управляемой арматуры для обеспечения аварийного освобождения технологических линий |

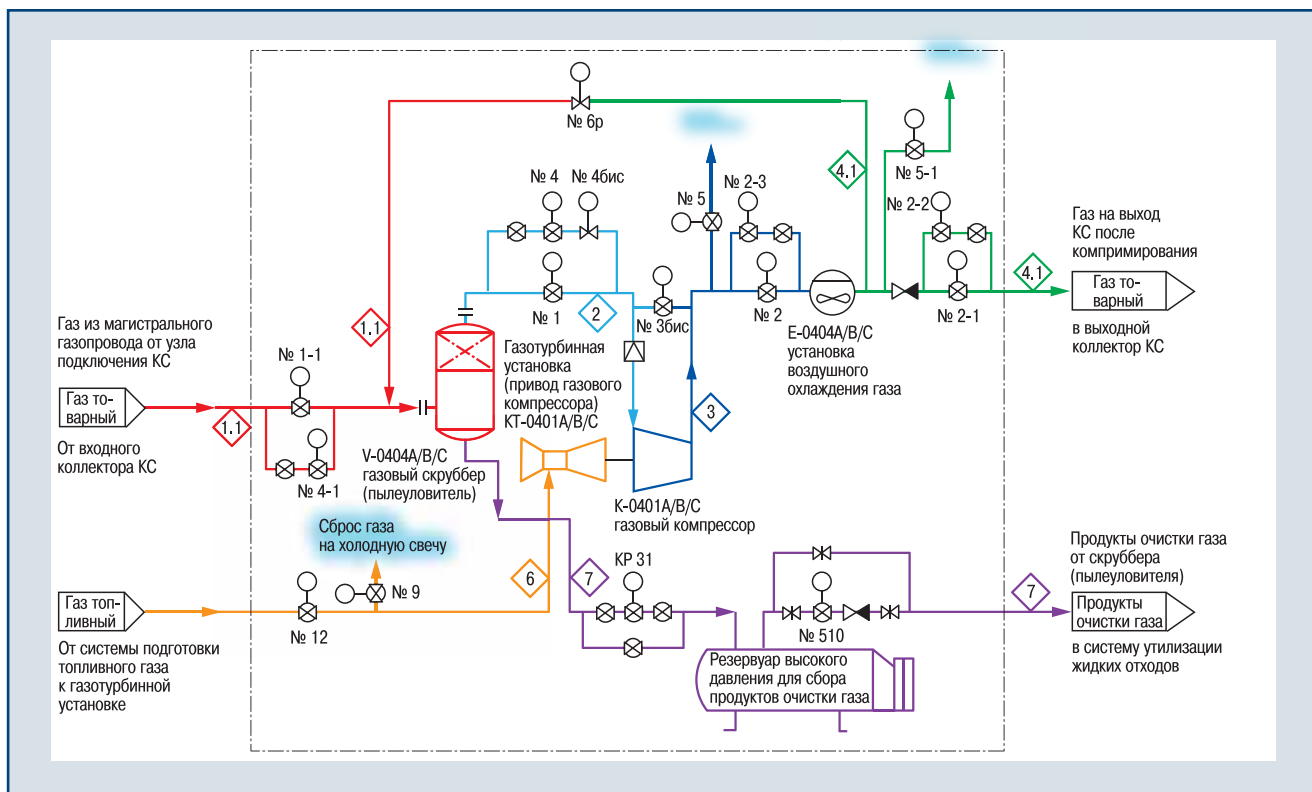
этап — «Определение») по предварительному анализу основных конструктивных и технологических решений по проектируемым объектам реконструкции и развития газотранспортных систем проекта «Сахалин-2». Рассматривались технологические системы: «сооружения линейной части», «компрессорные станции» (КС). Особенность данного этапа HAZOP («стадия preFEED») заключалась в отсутствии детально проработанных технологических узлов, полных технологических схем со средствами КИПиА.

Исследование включало проведение HAZID с оценкой уровня риска возможных угроз и профилактических мер по их устранению или минимизации возможности их возникновения. В процессе HAZOP рассматривались принципиальные технологические схемы с выделением (цветом) основных технологических узлов (рис. 1), осуществлялся подбор характерных ключевых слов и параметров ТП. Учитывая целевое назначение проекта — обеспечение бесперебойной перекачки транспортируемого газа по магистральному газопроводу на завод сжиженного природного газа, в качестве основного условия методологии анализа HAZOP принималось, что ТП должен оставаться работоспособным и безопасным при двух отказах в системе.

По результатам HAZOP приведены некоторые характерные для данного типа объектов отклонения и рекомендации (табл. 2).

На этапе разработки проектной документации на строительство ОПО выполнен HAZOP КС, предназначенной для приема и компримирования попутного нефтяного газа с месторождений Нижневартовского региона. В состав пускового комплекса КС входят следующие технологические составляющие (блоки): блок пунктов отключения, замера и сепарации (ПОЗиС); блок компрессорного агрегата (КА); блок подготовки топливного газа; блок сбора и откачки конденсата; факельное хозяйство; азотная станция со складом азота. В качестве примера исследования HAZOP узла входного сепаратора КА приведен фрагмент рабочей таблицы (табл. 3).

В процессе исследования 11 узлов КС экспертами рабочей группы определены рекомендации (39) и степени их критичности с выделением цветом (табл. 4). Согласно принятой методологии HAZOP рекомендации высокой степени критичности должны быть выполнены на стадии разработки проекта (до его направления на государственную экспертизу); средней — до начала выполнения пусконаладочных работ; низкой — до начала эксплуатации.



▲ Рис. 1. Принципиальная технологическая схема блока КС (цветом выделены узлы HAZOP)
 ▲ Fig. 1. The process flow diagram of KS block (HAZOP units are highlighted with color)

Таблица 2

| Параметр | Ключевое слово | Рекомендация |
|----------------|----------------|--|
| Поток | Нет | Предусмотреть необходимый запас воздуха для обеспечения безаварийной остановки КС и сигнализацию прекращения подачи воздуха контрольно-измерительным приборам (КИП) Предусмотреть технические решения, при которых распределительная система управления не влияет на автоматический запуск аварийного компрессора воздуха КИП |
| Состав | Отклонение | Предусмотреть меры по контролю чистоты и пропускной способности фильтра-сепаратора и защитной решетки скруббера |
| Эрозия | Отклонение | Уточнить параметры перекачки газа в целях предотвращения или минимизации эрозионных процессов Предусмотреть периодическое диагностирование участков, наиболее подверженных эрозии |
| Пуск (останов) | Отклонение | Предусмотреть возможности плавной технологической остановки КС и снижения производительности газоперекачивающего агрегата без останова |

Анализ HAZOP линейного ОПО на этапе проектирования проводился для продуктопровода широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) по составляющим: линейная часть (ЛЧ) ШФЛУ, площадки газонаполнительных станций (ГНС), приемная площадка нефтехимического комбината. В составе указанных технологических систем рассматривались следующие типы технологических узлов: узел запуска очистных устройств, узел приема очистных устройств, крановые узлы (КУ), узлы коммерческого и оперативного учета продукта, блок насосов, узел факельного сепаратора, узел сброса с персонального компьютера и др.

Методология HAZOP данного объекта включала использование основных ключевых слов: давление,

поток, примеси, КИПиА (отклонения), отказ (возникновение), техническое обслуживание (отклонения), воспламенение (возникновение). Ключевой момент HAZOP — рассмотрение надежности параметрического контроля функционирования элементов ГНС и возможности адекватных действий оператора на центральном пункте управления при отклонении системы от проектного режима работы.

В общей сложности исследовано 20 узлов, выдано 169 рекомендаций, из которых 56 отнесены к высокой степени критичности, 100 — к средней, 13 — к низкой.

По итогам HAZOP рекомендовано провести корректировку проектной документации, обратив особое внимание на следующие моменты:

Таблица 3

| Узел | Ключевое слово | Причина | Последствия | Рекомендации | Критичность |
|-----------------------------|----------------------|---|--|---|-------------|
| Узел 02 — входной сепаратор | Уровень — увеличение | Поступление жидкостной «пробки» в сепаратор С-201/1 | Безопасность — нет Окружающая среда — нет Эксплуатация — нарушение технологического режима, возможны проскок жидкой фазы (ЖФ) в турбокомпрессор (ТК) и его повреждение | 16) В целях предупреждения попадания ЖФ в ТК при поступлении жидкостной «пробки» в сепаратор С-201/1 предусмотреть технические решения по их («пробок») улавливанию на трубопроводе подачи газа от ПОЗиС до сепаратора С-201/1 или изменить конструкцию сепаратора С-201/1 или систему отвода конденсата в расчете на максимальный разовый объем «пробки» | Высокая |
| Узел 02 — входной сепаратор | Уровень — увеличение | Отказ уровнемера LT001/1 (отсутствие предупредительной сигнализации максимального уровня) | Безопасность — нет Окружающая среда — нет Эксплуатация — нарушение технологического режима, возможны проскок ЖФ в ТК и его повреждение | 17) В целях предупреждения нарушения технологического режима при отказе уровнемера LT001/1 (отсутствие предупредительной сигнализации максимального уровня) и попадания жидкой фазы в ТК предусмотреть в эксплуатационной документации действия оператора (машиниста) при расхождении показаний приборов, дублирующих показания одного параметра | Средняя |

Таблица 4

| Всего исследовано узлов | Общее число выданных рекомендаций | Степень критичности рекомендаций | | |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------|--------|
| | | Высокая | Средняя | Низкая |
| 11 | 39 | 16 | 22 | 1 |

учет возможных зон поражения при аварии на ГНС и соседнем взрывопожароопасном объекте при планировке площадки ГНС, размещении технологических узлов и блоков, трубопроводной обвязки, коммуникационных линий;

обеспечение подъезда тяжелой техники для обслуживания запорной арматуры, размещенной на площадках КУ вдоль трассы продуктопровода ШФЛУ;

решение вопросов безопасности ведения строительных и пусконаладочных работ на продуктопроводе ШФЛУ при поэтапном введении в эксплуатацию участков ЛЧ пусковыми комплексами;

определение в проекте четкой последовательности срабатывания запорной арматуры, учитывая, что при функционировании ГНС в условиях нестабильного потока ШФЛУ отклонения в переключении запорной арматуры могут привести к нарушению нормального режима ТП и возникновению аварийной ситуации.

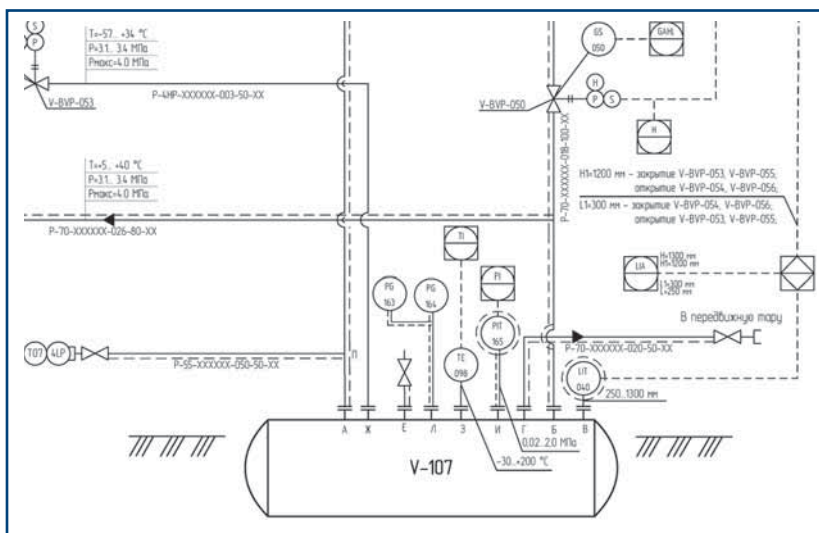
Проведены исследования HAZOP установки глубокой очистки ШФЛУ и завода стабилизации конденсата (ЗСК) в качестве ОПО подготовки и хранения углеводородного сырья на этапе разработки проектной документации.

Для установки глубокой очистки ШФЛУ, предназначенной для очистки потока ШФЛУ от серы и углекислого газа водным раствором моноэтанола-

мина (МЭА) с последующей абсорбционной осушкой, выполнен анализ HAZOP 67 узлов, входящих в состав: блока аминовой очистки, блока извлечения воды, отделения нагрева теплоносителя (дизельное топливо), блока дожига кислого газа, площадки дренажных емкостей, воздушной компрессорной станции.

По результатам исследований HAZOP выдано 139 рекомендаций: 14 — высокой степени критичности, 110 — средней и 15 — низкой. Большинство рекомендаций высокой степени критичности (12) относится к узлам технологического блока аминовой очистки. Примеры некоторых типичных рекомендаций приведены в табл. 5. Технологическая схема дренажной емкости факельного сепаратора представлена на рис. 2. Метод HAZOP ЗСК выполнялся на этапе разработки проектной документации на реконструкцию и техническое перевооружение объектов ЗСК. Производственный комплекс ЗСК включает 16 технологических объектов, на которых происходят процессы: стабилизации поступающего сырья (нефтегазоконденсатная смесь), первичной переработки стабильного конденсата, каталитического риформинга бензиновой фракции, фракционирования легких углеводородов, хранения сырья и продуктов, а также отгрузки готовой продукции через товарные парки по продуктопроводам, автомобильным и железнодорожным транспортом. Вследствие большого объема рассматриваемых технологических систем (74 узла) HAZOP проводили в два этапа. При этом в целях оптимизации процедуры исследования типовые отклонения для аналогичных схем и оборудования анализировали один раз (при первом упоминании) и повторно не рассматривали в других узлах. В процессе анализа представленной

| Причина | Рекомендации |
|--|--|
| Узел 03. Реактор. Ключевое слово: УРОВЕНЬ — СНИЖЕНИЕ | |
| Снижение уровня, насыщенного МЭА, ниже минимального уровня | Рассмотреть необходимость ввода сигнала на остановку насоса подачи МЭА (P-101) в систему ПАЗ по датчику уровня (LZT002) |
| Узел 04. Насосы. Ключевое слово: ТЕМПЕРАТУРА — ПОВЫШЕНИЕ | |
| Повышение температуры подшипников насосов | Рассмотреть необходимость постоянного контроля температуры подшипников и автоматической остановки насосов при достижении предельных значений температуры |
| Узел 08. Сепаратор факельный. Ключевое слово: ДАВЛЕНИЕ — ПОВЫШЕНИЕ | |
| При передавливании углеводородного конденсата из факельного сепаратора (S-105) азотом высокого давления (до 3,4 МПа) в дренажной емкости (V-107) давление может превысить допустимое рабочее (2 МПа) | Проектом определить меры защиты дренажной емкости (V-107), в том числе установку приемно-контрольных приборов |
| Узел 10. Реклаймер. Ключевое слово: КИПиА — ОТКЛОНЕНИЕ | |
| Необоснованное применение системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) вместо автоматизированной системы управления | Пересмотреть функции автоматизации в части управления процессом |



▲ Рис. 2. Технологическая схема дренажной емкости факельного сепаратора
 ▲ Fig. 2. Process Flow Diagram of flare knock-out drum drain tank

документации выдано 193 рекомендации высокой, средней и низкой степени критичности. По результатам HAZOP принят ряд общих рекомендаций:

для насосного оборудования предусмотреть установку датчиков контроля температуры подшипников электродвигателя и насоса и токовой нагрузки на электродвигатель с предупредительной и аварийной сигнализацией опасных отклонений указанных параметров и блокировкой после остановки насоса; для печей предусмотреть сигнализацию высокого и аварийно-высокого давления в коллекторах подачи топливного газа (ТГ) на пилотные горелки и автоматическое прекращение подачи ТГ при достижении аварийно-высокого давления.

Химические и нефтехимические производства глубокой переработки углеводородного сырья (газа, нефти, нефтепродуктов) являются наиболее трудоемкими при подготовке и проведении исследований

методами АОР (HAZOP), так как для них характерны сложные технологические схемы и схемы КИПиА, более жесткие параметры технологического процесса, часто взрывопожароопасная среда, высокие требования к надежности функционирования технологического оборудования. Вместе с тем унифицированные нормативные требования и рекомендации федеральных норм и правил, руководств по безопасности не в полном объеме учитывают многообразие специфических условий ТП (физико-химические характеристики и стабильность обрабатываемых веществ, скорость протекания реакционных процессов, особенности аппаратного оформления и его включения в технологические схемы, площадки расположения объекта, климатические условия и др.), которые должны быть обязательно приняты во внимание при проектировании конкретных технологических производств, установок, блоков.

При исследованиях HAZOP объектов газоперерабатывающих заводов, предназначенных для приема, компримирования, осушки, низкотемпературной переработки попутного нефтяного газа, рассмотрены следующие технологические блоки и системы: блок компрессорного агрегата, блок осушки газа на адсорбентах, блок низкотемпературного компримирования с турбодетандерными агрегатами, блок очистки и осушки УК, блок нагрева и циркуляции теплоносителя, парки хранения ШФЛУ с насосными, диэлектрические кабельные системы, наливная эстакада, факельное хозяйство, компрессорная воздуха КИП, склад дизельного топлива, установка нагрева антифриза. Процедура HAZOP осуществлялась в четыре этапа. По результатам рассмотрения

53 технологических узлов в отчетной документации зафиксированы в целом 192 рекомендации различной степени критичности (5 — высокой, 133 — средней и 54 — низкой). По итогам работы определена необходимость проведения повторных HAZOP после доработки проекта в соответствии с рекомендациями, а также на этапе разработки рабочей документации после выбора оборудования и аппаратуры с заданными характеристиками и определении функционального алгоритма системы.

Методом HAZOP исследованы технологические системы производственного комплекса глубокой переработки углеводородного сырья в полиолефины: парк ШФЛУ с насосной, парк бутена с насосной, парк гексена с насосной и сливной эстакадами, факельное хозяйство, установка получения сжатого воздуха и азота. Для установки получения сжатого воздуха и азота проводился анализ общих опасностей (HAZID).

В составе парков сырья и продуктов рассматривали типовые узлы: резервуары, насосы перекачки, дренажные емкости, трубопроводную обвязку. Для факельного хозяйства исследовали отклонения в работе узла факельного сепаратора.

В процессе исследований 16 технологических узлов выдано 117 рекомендаций, в том числе высокой степени критичности — 11, средней — 75 и низкой — 31. По итогам HAZOP рекомендовано обратить особое внимание на проработку вопроса своевременного обнаружения утечек опасного вещества при разгерметизации трубопроводов парков ШФЛУ и бутена для оперативной локализации поврежденно участка и предотвращения развития аварии.

Проведение HAZOP на этапе проектной документации на строительство установки производства циклогексанона (ЦГН) потребовало тщательной

подготовки и особого внимания при анализе выбранных объектов исследования. Производство ЦГН характеризуется рядом специфических особенностей: многостадийностью технологического процесса, пожаровзрывоопасностью и токсичностью исходных и конечных продуктов, образованием термически нестабильных промежуточных веществ, наличием экзотермических реакций и т.д. В этих условиях повышенные требования предъявляются к контролю и регистрации параметров, управлению рабочим процессом.

Предварительно методом HAZID анализировались основные технические опасности на объекте (взрывопожароопасность, опасные технологические факторы, опасные факторы технического обслуживания, влияние соседних объектов и пр.), возможные причины и планируемые меры безопасности. По результатам HAZID рекомендовано, в частности, рассмотреть необходимость принятия дополнительных мер по снижению тяжести последствий пожара на наружных установках: оснащение датчиками сигнализации и автоматического пожаротушения, регламентация действий персонала при пожаре.

С использованием метода HAZOP анализировали следующие технологические системы: окисления циклогексана (ЦГ), регенерации тепла, нейтрализации, разложения, абсорбции, сапонификации, экстракции соли, отделения едкого натра, дистилляции ЦГ, сушки.

Некоторые результаты исследования с рекомендациями высокой степени критичности приведены в табл. 6.

В процессе исследований выдано 95 рекомендаций различной степени критичности (высокой — 17, средней — 62 и низкой — 16).

Таблица 6

| Причина | Рекомендации |
|--|---|
| Система регенерации тепла | |
| Ключевое слово: ПОТОК — УВЕЛИЧЕНИЕ | |
| Увеличение потока ЦГ (по линии СНХ54007), подаваемого в кубовую часть колонны С5402, что может привести к снижению температуры ЖФ в кубовой части и увеличению концентрации (доли) воды в ЖФ | Уточнить алгоритм работы данной линии и узла КР LCV5402/2 Уточнить необходимость контроля температуры куба колонны С5402 и сигнализации достижения минимального и (или) максимального значений температуры Определиться с необходимостью регулирования расхода ЦГ, подаваемого в куб колонны С5402, с учетом температуры ЖФ |
| Система разложения | |
| Ключевое слово: ДАВЛЕНИЕ — ПОВЫШЕНИЕ | |
| При срабатывании арматуры XV5491, XV5472 и отсутствии потока по линии сброса CL54002 возможно увеличение давления в сепараторе S5405 до 2,17 МПа. Расчетное давление на линиях СС54003 и СС56008 составляет соответственно 0,94 и 1,93 МПа | Уточнить расчетные давления трубопроводов и арматуры с учетом характеристик насосов (давление на закрытую арматуру) Распространить данную рекомендацию на аналогичные технологические схемы |
| Система дистилляции | |
| Ключевое слово: ТЕМПЕРАТУРА — СНИЖЕНИЕ | |
| Возможность замерзания ЦГ при несвоевременном сливе оборудования при аварийной остановке установки | Предусмотреть методы защиты оборудования от замерзания среды при его аварийной остановке и задержке слива ЦГ из блоков |

Заключение

Обобщение опыта проведения анализа опасностей технологических процессов для различных объектов нефтегазового комплекса позволяет сделать ряд практических выводов.

Анализ опасностей технологических процессов с применением методов HAZID/HAZOP, несмотря на отдельные методические вариации в разных документах, предназначен для наиболее детального анализа опасностей инцидентов и аварий, а также получения объективной оценки принимаемых мер безопасности, оптимальности разработанных инженерных, проектно-конструкторских решений по строительству, реконструкции, техническому перевооружению ОПО.

Методы HAZID/HAZOP направлены не только на обеспечение промышленной безопасности, но и затрагивают вопросы механической, пожарной и экологической безопасности, охраны труда, что позволяет решать задачи экспертизы и рассматривать вопросы безопасности комплексно.

Формализация HAZID/HAZOP, в том числе разбиение технологической системы на элементы (узлы), коллективное обсуждение специалистами проектных решений с применением ключевых слов, ведение рабочих таблиц на «живой» сессии (совещании) обеспечивает условия для детального выявления опасностей, выработки оптимальных решений по улучшению проекта, оценки достаточности разработанных мер защиты и при необходимости выработки рекомендаций (в частности, по установке и (или) переносу запорной, обратной и предохранительной арматуры, средств КИПиА, противоаварийной защиты (ПАЗ).

Выполнение нормативных требований [1–4, 11] к проведению HAZID/HAZOP, в том числе к участию независимой экспертной организации, оформлению рабочих таблиц и отчета с результатами анализа позволяет осуществить проверку (аудит) качества работ и при необходимости существенных изменений в проекте, облегчить проведение повторного HAZID/HAZOP. Эта методическая особенность отличает данные методы от процедуры экспертизы проектной документации (документации), качество которой во многих случаях трудно проверить.

Проведение анализа опасностей технологических процессов методами HAZID/HAZOP наиболее важно при разработке проектной документации для ОПО, на котором внедряются новые технологии, не охваченные нормативными документами и сопро-вождаемые разработкой СТУ и ОБ ОПО.

Список литературы

1. *Общие* правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 09. — Вып. 37. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2016. — 127 с.

2. *Правила* безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 08. — Вып. 20. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 34 с.

3. *Общие* требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта: федер. нормы и правила в обл. пром. безопасности. — Сер. 03. — Вып. 73. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2013. — 11 с.

4. *Методические* основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах: рук. по безопасности: приказ Ростехнадзора от 13 мая 2015 г. № 188. — Сер. 27. — Вып. 8. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 53 с.

5. Жулина С.А., Лисанов М.В., Козельский В.В. Изменения в Общих правилах взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств// Безопасность труда в промышленности. — 2016. — № 10. — С. 48–53.

6. ГОСТ Р 51901.11–2005 (МЭК 61882:2001). Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство. — М.: Стандартиформ, 2006.

7. Risk Management Techniques HAZOP & HAZID Study/ N.A. Siddiqui, A. Nandan, M. Sharma, A. Srivastava// Int. J OHSFE-Allied Sci. — 2014. — July–September. — Vol. 1. — Iss. 1. — P. 5–8.

8. *Применение* методов анализа опасностей HAZID и HAZOP при проектировании газотранспортного терминала/ М.В. Лисанов, В.В. Симакин, А.И. Макушенко и др.// Безопасность труда в промышленности. — 2008. — № 8. — С. 63–69.

9. *Внедрение* методологии анализа опасностей HAZOP при проектировании нефтегазовых объектов компании ТНК-ВР/ М.В. Лисанов, В.В. Симакин, Е.В. Ханин, А.П. Елаев// Безопасность труда в промышленности. — 2010. — № 12. — С. 23–27.

10. *Технический* регламент о безопасности зданий и сооружений: федер. закон от 30 дек. 2009 г. № 384-ФЗ (с изм. от 02.07.2013). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902192610> (дата обращения: 01.04.2017).

11. *Методические* рекомендации по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса: рук. по безопасности: приказ Ростехнадзора от 30 сент. 2015 г. № 387. — Сер. 27. — Вып. 14. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. — 52 с.

risk@safety.ru

Материал поступил в редакцию 7 апреля 2017 г.

«Bezopasnost Truda v Promyshlennosti»/ «Occupational Safety in Industry», 2017, № 6, pp. 64–72.
DOI: 10.24000/0409-2961-2017-6-64-72

Normative and Methodical Support and the Experience of Conducting Hazards Analysis of Technological Processes by HAZID/HAZOP Methods

Information about the Author

V.V. Simakin, Cand. Sci. (Eng.), Department Head
M.V. Lisanov, Dr. Sci. (Eng.), Director of Risk Analysis Center, risk@safety.ru

E.V. Khanin, Department Head

L.V. Blank, Senior Research Assistant

STC «Industrial Safety» CJSC, Moscow, Russia

Abstract

The updates in the normative legal-normative and methodical-normative documentation caused by introduction of risk – oriented approach in the field of ensuring industrial safety are considered. It is shown that the specifics of this real stage of normative regulation — establishment of new mandatory requirements and recommendations on technological processes hazards analysis, first of all with regards to the need in application of qualitative methods of hazards analysis — HAZID and HAZOP, which are widely used in the foreign practice of ensuring industrial safety. Necessity of application of HAZOP method at the development of Project Specific Technical Specification and Substantiation of Safety of hazardous production facilities relate to the deviations from industrial safety requirements is noted in the Article.

The description of practical use of HAZID and HAZOP for technological hazards analysis at national hazardous production facilities of oil and gas complex is presented. As an example the actual material is given including: fragments of the work tables, process diagrams of the studied blocks and units, final results on hazards assessment of technological systems. General approaches and specific features of conducting HAZID and HAZOP studies of the specific typical hazardous production facilities of different function are analysed: gas producing, transportation of gas, oil and oil products, treatment and storage of hydrocarbon feed; objects of hydrocarbon feed processing (gas, oil, oil products). Based on the results of the conducted studies the data on the volume and the content of the recommendations on decrease in potential threats for safe and reliable functioning of technological objects are given. In general, on the bases of the outcome of HAZOP performance for the considered objects, from 39 to 192 recommendations are issued, out of which, from 5 to 56 recommendations are related to high criticality level.

Based on the received results the conclusion is made on efficiency of application of HAZID/HAZOP methods for obtaining an objective assessment of the taken safety measures, an optimality of the developed engineering and design solutions on construction, reconstruction, technical re-equipment of hazardous production facilities. It is noted that the use of the specified methods is particularly important at the development of the design documentation for hazardous production facilities, on which the new technologies are implemented that are not covered by the normative documents and accompanied by the development of Project Specific Technical Specification.

Key words: hazards analysis, HAZID, HAZOP, design documentation, normative requirements, technological processes, hazardous production facilities, Substantiation of Safety.

References

1. *Obshhie pravila vzryvobezопасnosti dlja vzryvopozharnopasnykh himicheskikh, neftehimicheskikh i neftepererabatyvajushchih proizvodstv: feder. normy i pravila v obl. prom. Bezопасnosti* (General Rules of Explosion Safety for Fire and Explosion and Fire Hazardous Chemical, Petrochemical and Oil Refineries: Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety). Ser. 09. Iss. 37. Moscow: ZAO NTC PB, 2016. 127 p.

2. *Pravila bezопасnosti dlja opasnykh proizvodstvennykh obektov magistralnyh truboprovodov: feder. normy i pravila v obl. prom. bezопасnosti* (Safety Rules for Hazardous Production Facilities of the Main Pipelines: Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety). Ser. 08. Iss. 20. Moscow: ZAO NTC PB, 2015. 34 p.

3. *Obshhie trebovaniya k obosnovaniju bezопасnosti opasnogo proizvodstvennogo obekta: feder. normy i pravila v obl. prom. bezопасnosti* (General Requirements to Substantiation of Safety of Hazardous Production Facility: Federal Norms and Rules in the Field of Industrial Safety). Ser. 03. Iss. 73. Moscow: ZAO NTC PB, 2013. 11 p.

4. *Metodicheskie osnovy po provedeniju analiza opasnostej i ocenki riska avarij na opasnykh proizvodstvennykh obektah: ruk. po bezопасnosti: prikaz Rostehnadzora ot 13 maja 2015 g. № 188* (Methodical Bases on Conducting Hazards Analysis and Accidents Risk Assessment at Hazardous Production Facilities: Safety Guide: Order of Rostehnadzor of May 13, 2015 № 188). Ser. 27. Iss. 8. Moscow: ZAO NTC PB, 2015. 53 p.

5. Zhulina S.A., Lisanov M.V., Kozelskij V.V. Modifications in General Rules of Explosion and Fire Hazardous Chemical, Petrochemical and Oil Refineries. *Bezопасnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2016. № 10. pp. 48–53.

6. *GOST R 51901.11—2005 (MJeK 61882:2001). Issledovanie opasnosti i rabotosposobnosti. Prikladnoe rukovodstvo* (GOST R 51901.11—2005 (IEC 61882:2001). Hazard and Operability Study. Application Guide). Moscow: Standartinform, 2006.

7. Siddiqui N.A., Nandan A., Sharma M., Srivastava A. Risk Management Techniques HAZOP & HAZID Study. *Int. J OHSFE-Allied Ssi*. 2014. July–September. Vol. 1. Iss. 1. pp. 5–8.

8. Lisanov M.V., Simakin V.V., Makushenko A.I., Dvornichenko P.I., Eremeev-Rajhert A.V. Application of Hazard Analysis Methods — HAZID and HAZOP at Design and Engineering of Gas Transportation Terminal. *Bezопасnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2008. № 8. pp. 63–69.

9. Lisanov M.V., Simakin V.V., Hanin E.V., Elaev A.P. Introduction of Methodology of Hazards Analysis HAZOP at Design and Engineering of Oil and Gas Objects of TNK-BP Company. *Bezопасnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*. 2010. № 12. pp. 23–27.

10. *Tekhnicheskij reglament o bezопасnosti zdaniy i sooruzhenij: feder. zakon ot 30 dek. 2009 g. № 384-FZ (s izm. ot 02.07.2013)* (Technical Reglament on Safety of Buildings and Structures: Federal Law of December 30, 2009 № 384-FL (with Amendments of 02.07.2013)). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902192610> (accessed: April 1, 2017).

11. *Metodicheskie rekomendacii po razrabotke obosnovaniya bezопасnosti opasnykh proizvodstvennykh obektov neftegazovogo kompleksa: ruk. po bezопасnosti: prikaz Rostehnadzora ot 30 sent. 2015 g. № 387* (Methodical Recommendations on the Development of Substantiation of Safety of Hazardous Production Facilities of Oil and Gas Complex: Safety Guide: Order of Rostehnadzor of September 30, 2015 № 387). Ser. 27. Iss. 14. Moscow: ZAO NTC PB, 2015. 52 p.



**ЗАБЛОДСКИЙ
Иван Иванович**

6 мая 2017 г. ушел из жизни Иван Иванович Заблодский, заместитель начальника отдела по надзору за взрывоопасными и химически опасными объектами в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и металлургической промышленности Северо-Западного управления Ростехнадзора в отставке.

После окончания в 1976 г. Одесского института пищевой промышленности И.И. Заблодский до 1990 г. работал на комбинате хлебопродуктов им. С.М. Кирова в Ленинграде и Управлении хлебопродуктов Ленинградской обл. Он внес большой личный вклад в организацию и становление государственного надзора на предприятиях по хранению и переработке зерна Северо-Западного федерального округа. В 1991 г. Иван Иванович возглавил вновь созданный надзор за предприятиями хлебопродуктов (в настоящее время надзор за объектами растительного сырья). С 2005 по 2011 г. он работал заместителем начальника межрегионального отдела по надзору за взрывоопасными объектами в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

За добросовестное исполнение должностных обязанностей, безупречную и эффективную государственную гражданскую службу И.И. Заблодский награжден нагрудным знаком «Лучший государственный инспектор Госгортехнадзора России», неоднократно был занесен на доску почета Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Светлая память об Иване Ивановиче надолго сохранится в сердцах всех, кто знал его как отзывчивого человека, высококвалифицированного специалиста, инициативного организатора надзорной службы.