

Обеспечение безопасности

УДК 331.821.004.413.4(018)

© Коллектив авторов, 2010

ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА ОПАСНОСТЕЙ HAZOP ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ КОМПАНИИ ТНК-ВР



М.В. Лисанов,
д-р техн. наук, директор
центра анализа риска



В.В. Симакин,
канд. техн. наук, зав. от-
делом
(ЗАО НТЦ ПБ)



Е.В. Ханин,
ст. науч. сотрудник



А.П. Елаев,
гл. специалист
(ОАО «ТНК-ВР
Менеджмент»)

The results of practical use of Hazard and Operability Analysis (HAZOP) methodology during designing TNK-BP oil and gas facilities are given in the Article.

Ключевые слова: анализ опасностей, HAZOP, отклонение, рекомендации.

Применение методов качественного (инженерного) анализа опасностей — обязательная процедура анализа и обоснования безопасности в зарубежной практике проектирования объектов нефтегазовой и химической промышленности и регламентируется многочисленными документами государственных органов и компаний (например, сайт <http://en.wikipedia.org/wiki/Hazop>).

В нашей стране, несмотря на описание таких методов в РД 03-418—01, ГОСТ Р 51901.1—02, ГОСТ Р 51901.11—2005 (МЭК 61882:2001), практически их применяют почти исключительно в рамках политики зарубежных компаний (Shell, Exxon, ТНК-ВР и др.), участвующих в инвестиционных работах при проектировании опасных производственных объектов на территории России [1, 2].

Наиболее распространенный для таких целей метод HAZOP (Hazard and operability studies — анализ опасностей и работоспособности) систематически используется в компании ТНК-ВР с 2007 г. на основе стандарта «Техническое руководство по HAZOP. Анализ функциональности оборудования и потенциальных рисков производственного процесса».

Анализ HAZOP в компании ТНК-ВР является обязательным при выполнении всех проектов с высоким уровнем капитальных затрат, а также проектов, сложных или стратегических, независимо от общего уровня капитальных затрат, а именно:

для новых проектов опасных производственных объектов обустройства месторождений со сложными технологическими системами;

для действующих объектов, если на них планируется выполнить объемную реконструкцию или техническое перевооружение, риски которых необходимо оценить (например, изменение технологического процесса, изменения в системе управления и (или) автоматизации, замена оборудования конструктивно отличного от существующего);

для действующих объектов после аварий (инцидентов), требующих переоценки технологических рисков, в целях проведения детального исследования используемой технологии, оборудования и систем автоматизации технологического процесса, выявления нарушений технологической безопасности и достаточности предусмотренных мер защиты.

Всего в компании ТНК-ВР приняты три этапа анализа безопасности качественными методами, которые охватывают весь жизненный цикл проекта:

HAZID (Hazard identification study — идентификация опасностей) проводится при выборе предпочтительных вариантов проектирования и размещения объекта (этап «Выбор»);

HAZOP (этап «Определение») осуществляется на момент проектирования до сдачи проектной документации на экспертизу в государственные органы;

HAZOP (этап «Реализация») — анализируется безопасность на стадии строительства объекта.

Цели HAZID:

выявление рабочей группой специалистов источников опасностей и определение последствий их реализации посредством анализа инфраструктуры, площадки, установки, участка, включая особенности окружающей местности и расположение иных объектов;

регистрация классифицированных рисков и рекомендаций для использования их в предстоящих обзорах по безопасности;

передача рекомендаций проектной организации в целях дальнейшего их использования при выполнении проектных работ, на последующих стадиях, позволяющих устранить или смягчить воздействие потенциально опасных факторов на персонал, население, окружающую среду и технологическое оборудование.

Цели HAZOP на этапе «Реализация»:

анализ рабочих чертежей проекта, прошедших корректировку по предыдущим обзорам безопасности, и извлеченных уроков;

исследования качества технологического регламента, рабочих технологических схем, схем трубной обвязки и КИПиА, схем систем инженерного обеспечения с применением стандартных процедур HAZOP для выявления потенциальных отклонений;

выезд и обследование рабочей группой HAZOP строящегося производственного объекта.

Основная идея (выгода) проведения анализов безопасности — выявление отклонений или источников опасностей в проектной документации и устранение или смягчение проявления их последствий. Проще и дешевле выполнить это на бумаге, чем исправлять обнаруженные ошибки после пуска объекта в эксплуатацию.

Методология HAZOP основана на систематизированном применении ключевых (управляющих) слов — комбинации технологических параметров («давление», «температура» и пр.) и их отклонений («нет», «больше», «меньше» и др.) при анализе опасностей этих отклонений при эксплуатации.

В результате в настоящее время методом HAZOP в ТНК-ВР проанализировано около 130 проектов технологических объектов добычи, подготовки нефти и газа, поддержания пластового давления нефтепроводных систем. В большинстве случаев анализ повторялся в целях повышения качества проекта.

Практическая процедура HAZOP основана на разработанной Системе управления проектами и организации HAZOP ТНК-ВР (PMD-00-P350-000-PR-PRO-0001-D — РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ ТНК-ВР) с применением ряда руководящих документов, в том числе:

Технического обзора до проведения HAZOP (PMD-00-P350-000-PR-GDN-0002-D);

Анализа HAZOP (PMD-00-P350-000-PR-GDN-0001-D);

Обзора проекта и ситуационного плана (PMD-00-P350-000-PR-GDN-0003-D).

В ТНК-ВР также разработана система подготовки и обучения специалистов HAZOP в регионах компа-

нии, в том числе председателей и независимых инженеров силами специалистов соответствующих подразделений, которые предварительно прошли обучение и были сертифицированы международными организациями.

Для выработки ключевых слов и оформления результатов анализа ТНК-ВР применяется программа, управляющая оболочка которой показана на рис. 1.

Процедура HAZOP на этапе «Определение» имеет следующие особенности. Начальный этап анализа — определение узлов и границ каждого узла на технологических схемах и схемах КИПиА (P&IDs), перечень и границы которых подготавливаются заранее председателем HAZOP и представляются для ознакомления и уточнения рабочей группе. Каждый узел обозначается на схемах своим цветом с помощью маркерной ручки (рис. 2).

На совещании, проводимом обычно в течение четырех-пяти дней, учитываются результаты ведомственной («внутренней») экспертизы, в том числе замечания заказчика. В состав рабочей группы (5–10 чел.) входят председатель, секретарь, независимые инженеры, проектировщики, специалисты по направлениям (технологи, энергетики и т.д.), представители заказчика и эксплуатационной организации. Совещания проходят в отдельном помещении, оборудованном флипчартом, досками, компьютерным проектором, настенным экраном для показа рабочих таблиц (рис. 3).

Анализ HAZOP в границах исследуемого узла состоит из обсуждения рабочей группой и записей в таблицы следующих основных этапов:

обнаружение вероятных отклонений и причин возникновения источника опасности;

исследование каждого отклонения источника опасности с применением ключевых слов и параметров технологического процесса;

определение последствий каждого отклонения (источника опасности);

установление достаточности мер защиты исследуемого узла (т.е. мер защиты, предусмотренных проек-

А	В	С	Д
1	Список ключевых слов	Расширение слов	Критичность
2	ПОТОК	УВЕЛИЧЕНИЕ	Высокая
3	ДАВЛЕНИЕ	СНИЖЕНИЕ	Средняя
4	УРОВЕНЬ	ПОВЫШЕНИЕ	Низкая
5	ТЕМПЕРАТУРА	ОТКЛОНЕНИЕ	
6	КИПИА	ОБРАТНЫЙ	
7	ПРИМЕСИ	ВОЗНИКНОВЕНИЕ	
8	СОСТАВ	НЕТ	
9	СВОЙСТВА ХИМРЕАГЕНТОВ	ОТКАЗ	
10	ПОРЫВ ИЛИ УТЕЧКА		
11	ВОСПЛАМЕНЕНИЕ		
12	ОТКАЗ		
13	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СВОЙ		
14	ОТБОР ПРОБ		
15	ТЕХОБСЛУЖИВАНИЕ		
16	КОРРОЗИЯ И ЭРОЗИЯ		
17	ГЕНПЛАН		
18	ИСТОРИЯ ПРОИСШЕСТВИЙ		
19	ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР		
20	БЕЗОПАСНОСТЬ		
21			

Рис. 1. Вид управляющей оболочки программы для проведения HAZOP

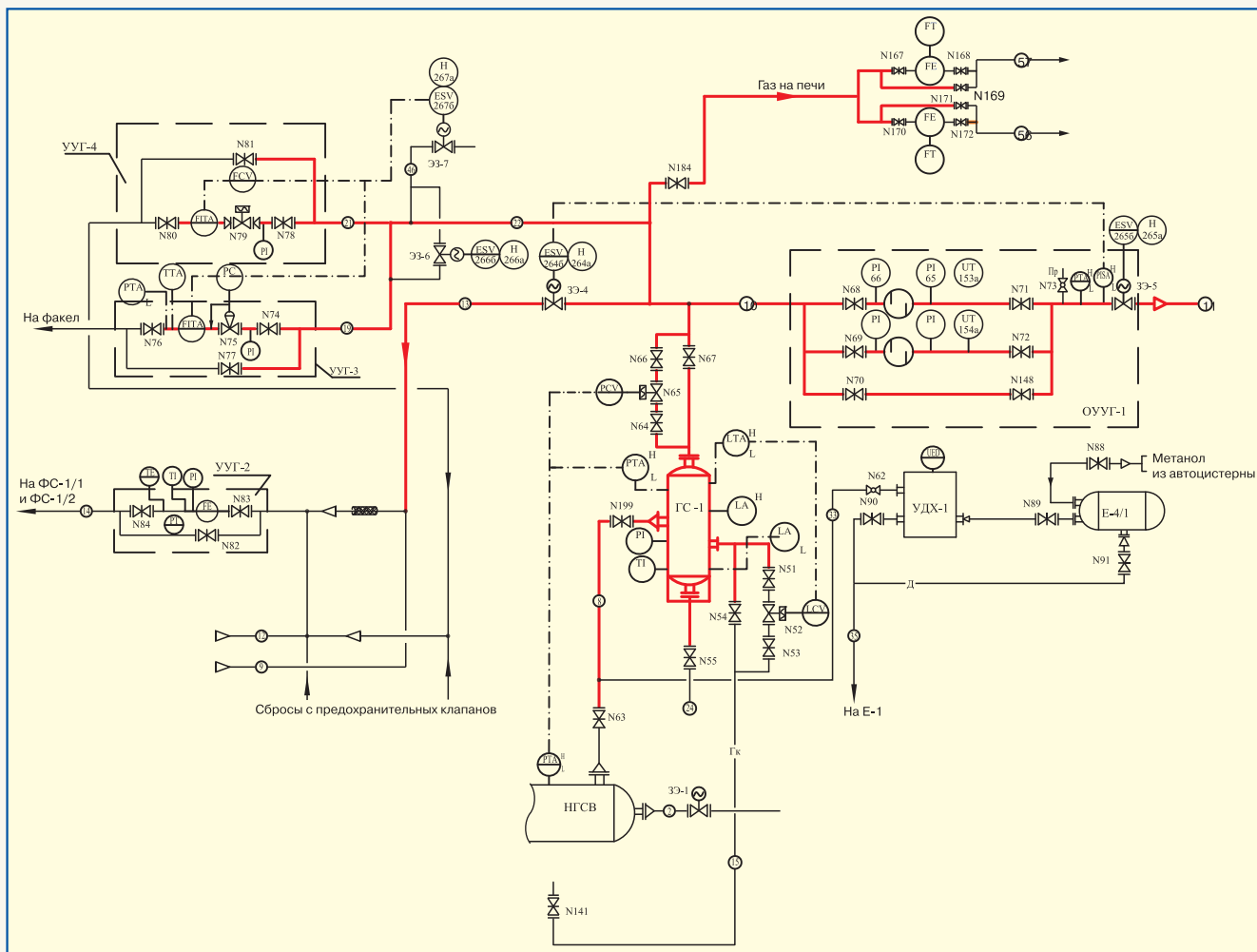


Рис. 2. Пример выделенного узла для анализа HAZOP (красный цвет)



Рис. 3. Рабочий момент совещания по HAZOP

том, в том числе предотвращающих или сигнализирующих об отклонении);

предлагаемые меры в виде рекомендаций, направленных на устранение выявленных отклонений (источника опасности) или снижение последствий их проявления;

назначение лица, ответственного за выполнение каждой рекомендации (эксплуатирующая организация/проектный институт — ПИ);

коллективное принятие решения по степени критичности рекомендации исходя из трех категорий риска — высокая, средняя и низкая;

коллективная проверка и корректировка записей в рабочей таблице;

коллективное принятие решения о переходе к исследованию следующего узла.

Дополнительно исследуются:

генеральный и ситуационный планы с указанием на них зон воздействия поражающих факторов возможных аварий (взрыв, пожар) для оценки характерных факторов риска и возможности нанесения ущерба персоналу, населению, окружающей среде;

системы инженерного обеспечения: сброса давления, дренажа, факельная, инертного газа, пожаротушения, энергоснабжения, защитного заземления, противоаварийной защиты противопожарной автоматики, оповещения и сигнализации.

Перечень узлов (пример) для дожимной насосной станции (ДНС) представлен в табл. 1.

Фрагмент рабочей таблицы HAZOP представлен в табл. 2.

В процессе обсуждения рабочей группой информации по каждому отклонению определяется их кри-

Таблица 1

Номер узла	Название узла	Границы узла	Объект
Узел 01	Блок подачи деэмульгатора	На входе: задвижка № 94 — вход реагента на УДХ-2 На выходе: УВР, задвижка № 93 — выход из УДХ-2	Первая ступень сепарации
Узел 02	Блок хранения реагента Е-4/2	На входе: задвижка № 92 — подключение к внешнему источнику На выходе: задвижка № 94, 95 — выход из Е-4/2	
Узел 03	Узел подогревателя продукции скважин	На входе: задвижки № 185, 186 — вход продукции скважин На выходе: э/задвижка ЗЭ-10, 11 — выход из печи; задвижки № 168–172 — выход топливного газа с узла учета	
Узел 04	Узел сепарации продукции скважин	На входе: э/задвижка ЗЭ-10, 11 — выход из печи На выходе: по нефти — задвижки № 3, 4, 97, 166 по воде — задвижки № 34, 35 по газу — задвижки № 63, 87, 96 по дренажу — задвижки № 56, 57, 47, 98	
Узел 05	Узел сбора и подачи нефти	На входе: задвижки № 3, 4 На выходе: по нефти — задвижки № 11, 14, 191, 194 по газу — задвижка № 83 по дренажу — задвижка № 58	Система внешнего транспорта
Узел 06	Узел перекачки нефти	На входе: задвижки № 191, 194 На выходе: задвижки № ЗЭ-3, 15, 19	
Узел 07	Узел эжектирования газа	На входе: задвижки № 15, 19 На выходе: задвижки № 166, 131	
Узел 08	Узел сепарации газа	На входе: задвижка № 63 На выходе: по нефти — задвижка № 141 по газу — задвижки № ЗЭ-5, 167, 170, 81, 78, 74, 77, на вход УУГ-2 по дренажу — задвижка № 55	Подготовка и учет газа
Узел 09	Факельное хозяйство	На входе: все входы с УУГ, линий сброса с СППК, линии сброса с ФС и КС На выходе: оголовок Ф-1, 2	Факельное хозяйство
Узел 10	Узел дренажной системы	На входе: все выходы дренажных сбросов в емкости Е-1, 2, 3, 4 На выходе: задвижки № 40, 42, 45, 183	Дренажная система
Узел 11	Узел сброса подтоварной воды	На входе: задвижки № 34, 35 На выходе: задвижка № 44	Система водоподготовки
Узел 00	Генеральный план	Границы площадки	Площадка ДНС

Таблица 2

Ключевое слово:		ДАВЛЕНИЕ СНИЖЕНИЕ					
№	Причина	Последствия	Меры защиты	Рекомендация	Ответственный	Критичность	Примечания
1	Уменьшение подачи газа с НГСВ	Безопасность: нет Окружающая среда: нет Эксплуатация: ущерб предприятию за счет недопоставки газа потребителю	Установлены датчики давления РІТА 131а, сигнализация нижнего предела давления, регулирование клапаном № 65	3) установить обратный клапан на линии № 15	ПИ	Высокая	
2	Закрытие задвижек № 63 или № 199	Безопасность: нет Окружающая среда: нет Эксплуатация: ущерб предприятию за счет недопоставки газа потребителю	Установлены датчики давления РІТА 131а, сигнализация нижнего предела давления, регулирование клапаном № 65; установлена сигнализация уровня верхнего и нижнего предела	4) рассмотреть возможность сброса газоконденсата в дренажную емкость Е-1	ПИ	Высокая	

тичность и вырабатываются рекомендации в случае недостаточности или отсутствия мер защиты от возможных негативных последствий отклонения, влияющих на:

безопасность (т.е. отклонение может реально привести к аварии, поражению персонала);

окружающую среду (выброс опасных веществ, загрязнение);

эксплуатацию (нарушение технологического режима, остановка производства, убытки предприятия).

Категория критичности определяет приоритет рекомендаций и сроки их выполнения исходя из следующих требований:

высокая — запрещается переходить на следующую стадию проекта, не выполнив рекомендации высокой категории критичности;

средняя — рекомендация среднего уровня должна быть выполнена до начала пусконаладочных работ;
низкая — рекомендация должна быть выполнена до начала эксплуатации.

То есть рекомендации, имеющие уровень «высокий» реализуются в проектной документации, направляемой на государственную, промышленную или

стей не только в стандартах компаний и предприятий, но и в руководящих документах Ростехнадзора в развитие требований к составу проектной документации [3], а также в технических регламентах по безопасности химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, объектов добычи и переработки углеводородного сырья.

Таблица 3

Заголовок исследования:		Проект № 0065-01 «Обустройство дополнительных скважин... месторождения» (ДНС со сбросом воды)					Дата: 04-08.10.2010	
Состав группы:		Лисанов М.В. (председатель), Пшеничников В.В., Симакин В.В., Елаев А.П., Давыдов К.Е., Ронжин Н.П., Огородников Ю.И., Махортов Д.А., Мишин Н.Н., Пестов В.М., Егоров С.А., Кондуров К.В., Загидуллин Е.Х., Шуринова Л.К., Петайкин И.С и др.						
№	Node/Узел	Guideword/ Ключевое слово	Cause/ Причина	Consequence/Последствия	Recommendation/ Рекомендации	Responsibility/ Ответственный	Criticality/ Критичность	
41	Сепарация газа Узел № 08 (цвет красный)	ДАВЛЕНИЕ УВЕЛИЧЕНИЕ	Перекрытие клапана регулятора № 65	Безопасность: возможность возникновения аварийной ситуации Окружающая среда: нет Эксплуатация: нарушение технологического режима	52) установить электроконтактный манометр, сигнализирующий об аварийном превышении давления	ПИ	Высокая	
42	Сепарация газа Узел № 08 (цвет красный)	ДАВЛЕНИЕ СНИЖЕНИЕ	Уменьшение подачи газа с НГСВ	Безопасность: нет Окружающая среда: нет Эксплуатация: экономический ущерб предприятию из-за недопоставки газа потребителю	53) установить обратный клапан на линии № 15	ПИ	Средняя	
43	Сепарация газа Узел № 08 (цвет красный)	ТЕМПЕРАТУРА СНИЖЕНИЕ	Снижение температуры окружающей среды	Безопасность: нет Окружающая среда: нет Эксплуатация: нарушение технологического режима	54) определить расчетом необходимый расход метанола в зависимости от объема газа 55) отразить результаты расчетов в технологическом регламенте	ПИ	Низкая	

иную обязательную экспертизу; «средний» — в рабочей проектной документации; «низкий» — в эксплуатационной документации (технологический регламент, ПЛАС, инструкции).

Все рекомендации по HAZOP детально рассматриваются, проходят коллективную проверку и корректировку и заносятся в сводную таблицу (пример, табл. 3).

Общее число рекомендаций обобщается в общей таблице (пример, табл. 4) для дальнейшего анализа и контроля и представляется вместе с описанием объекта, файлами рабочих таблиц, сводными рекомендациями и иными материалами в отчете по HAZOP по установленной форме.

Проектные ошибки и отклонения, выявленные в ходе анализа HAZOP и признанные типовыми, передаются в эксплуатирующую организацию и проектные институты для дальнейшего применения в идентичных проектах. После анализа отчетных материалов они передаются в ОАО «ТНК-ВР Менеджмент».

Представляется очевидным введение обязательности проведения таких процедур анализа опасно-

Таблица 4

Всего исследовано узлов	Общее количество выданных рекомендаций	Степень критичности рекомендаций		
		высокая	средняя	низкая
10	78	22	37	19

Список литературы

1. 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.
2. Анализ опасности и риска аварий при эксплуатации аммиачно-холодильной системы АО «МИКОМС»/ М.В. Лисанов, С.М. Лыков, А.С. Печеркин, В.И. Сидоров // Химическая промышленность. — 1996. — № 9. — С. 27–34.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изм. на 13 апреля 2010 г.); Рос. газ. — № 41. — 2008. — 27 февр.; № 83. — 2010. — 20 апр.

risk@safety.ru