

Опасные скважины: чему нас учит опыт катастроф



За свою историю человечество построило великое множество скважин различного назначения. Считается, что первые скважины были пробурены приблизительно в 2000-х годах до н.э. для добычи воды и рассолов в Китае. Первой скважиной на нефть принято считать ту, что была пробурена на Апшеронском полуострове в 1847 году. Наиболее массово нефтяные и газовые скважины начали строить в конце XIX — начале XX века. На протяжении всего XX века их количество увеличивалось в геометрической прогрессии. С ростом числа скважин и увеличением их глубины множилось и количество аварий при их строительстве и эксплуатации. Некоторые из этих аварий привели к катастрофам, в том числе мирового масштаба. Одни из них широко освещались в средствах массовой информации и стали известны мировой общественности, о других известно лишь небольшому кругу специалистов.

Куницкий Константин Витальевич

Главный специалист отдела комплексной экспертизы Ханты-Мансийского филиала Главгосэкспертизы России

Трагедии на море

Одна из последних и наиболее известных катастроф произошла на буровой платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе 20 апреля 2010 года. В результате катастрофы погибло 11 и пострадали 17 человек, в воды Мексиканского залива вылилось порядка 5 млн баррелей нефти, нефтяное пятно достигло 75 000 км². Активная фаза ликвидации этой катастрофы длилась порядка 152 дней. Расследованием занималось сразу несколько организаций. Ее главными причинами, по мнению дознавателей, стали некомпетентные действия персонала буровой платформы (в том числе менеджмента

компании недропользователя), ошибки при определении конструкции скважины, неудачное цементирование обсадных колонн, изменения, внесенные в проект бурения, и неправильная работа противовыбросового оборудования.



Менее известные катастрофы с буровыми платформами

В марте 1980 года в акватории Северного моря норвежская буровая платформа Alexander Keilland вследствие усталости металла разломилась и опрокинулась, погибло 123 человека. В июле 1988 года на буровой платформе Occidental Petroleum's Piper Alpha, расположенной недалеко от берегов Англии, в результате утечки газа и последовавшего за ней взрыва погибло 167 человек, буровая платформа полностью сгорела.

Катастрофа на Кумжинском месторождении

В историю освоения месторождений углеводородного сырья вошли эпизоды, произошедшие на суше с не меньшими по своим масштабам катастрофическими последствиями, а в некоторых случаях и превосходящие те, что случились на море. Одна из самых крупных аварий произошла в арктических широтах на разведочной скважине К-9 Кумжинского газоконденсатного месторождения. Разведочная скважина была заложена на берегу протоки Малый Гусинец (рукав реки Печоры) на удалении 3 км от Коровинской Губы. Параметры скважины К-9:

- траектория скважины — наклонно-направленная;

- глубина по вертикали — 2465,6 м, глубина по стволу — 2815 м;
- горизонтальное отклонение (смещение) скважины — 1228,6 м;
- максимальное значение зенитного угла — 39 градусов на глубине 1660 м.

Катастрофа произошла при испытании скважины на продуктивность: были нарушены требования нормативных документов, предписывающих начинать испытание со штуцером малого диаметра и только постепенно увеличивать его.

При испытании скважины 27 ноября 1980 года было выявлено высокое давление в межколонном пространстве обсадной колонны (кондуктора). Кроме этого, дальнейшие исследования скважины показали негерметичность эксплуатационной колонны в интервале 39 м. 28 ноября 1980 года было принято решение сбросить давление в межколонном пространстве, вследствие чего в приустьевой части скважины началось грифообразование, сопровождавшееся фонтаном из смеси газоконденсата, раствора хлористого кальция, грязи и цемента. Возникшие множественные грифоны объединились в один большой. Работы по ликвидации аварии, которые проводили в январе — апреле 1981 года, не увенчались успехом. Ликвидацию фонтана на разведочной скважине К-9 было решено осуществлять с помощью ядерного заряда «Пирит». С этой целью пробурили специальную скважину К-25 глубиной 1530 м на расстоянии 600 м к северо-западу от устья аварийной скважины К-9 над предполагаемым положением ствола скважины К-9. Подрыв ядерного заряда «Пирит» в скважине К-25 был произведен 25 мая 1981 года на глубине 1470 м по вертикали. Мощность взрыва составила 37,6 кт в тротиловом эквиваленте. При взрыве и в последующий период выхода радионуклидов на поверхность не наблюдалось. Вследствие подземного ядерного взрыва, согласно проведенным исследованиям, образовалась подземная полость радиусом 35 м, а также возникли зоны дробления и трещинообразования радиусом 261 м.



В результате подрыва ядерного заряда выброс газоконденсатной смеси на скважине К-9 приостановился, пожар погас, множественные фонтаны сократились. Однако атомный взрыв не смог решить поставленную задачу по ликвидации катастрофы. Буквально на следующий день газ вновь стал выходить на поверхность, формируя грифоны. При этом поверхность воды и побережье протоки Малый Гусинец и Коровинской Губы были загрязнены жидкими углеводородами, существенно пострадала ихтиофауна. С целью ограничения попадания углеводородов в водоемы вокруг зоны проседания в июне 1981 года было начато возведение дамбы. Протоку Малый Гусинец перекрыли двумя плотинами, по всему периметру аварийной площадки была отсыпана дамба. В 1982—1983 годах вдоль реки Печоры и в Коровинской Губе на удалении до 3 км от скважины К-9 наблюдались сипы газа, свидетельствующие о формировании техногенных залежей. В дальнейшем попытки ликвидации катастрофы продолжались, но к успеху не привели. Так, в частности, были пробурены скважины К-26 и К-27, строительство которых сопровождалось выбросами из техногенных залежей, образовавшихся в результате ядерного взрыва. Скважина К-26 в дальнейшем не использовалась. Скважина К-27 предназначалась для бурения веера поисковых стволов в плоскости, перпендикулярной азимуту предполагаемого положения ствола скважины К-9. С 1982 по 1985 год на аварийной площади испытывались различные технологии обнаружения положения аварийного ствола наклонной скважины К-9 и наведения стволов скважины К-27. С целью обнаружения ствола аварийной скважины (К-9) 3 сентября 1986 года была пробурена скважина К-27-бис. Работы по обнаружению аварийного ствола осуществляли с помощью электромагнитного метода с аппаратурой поиска ствола АПС-1. До 29 марта 1987 года в одной вертикальной плоскости, перпендикулярной азимуту

аварийной скважины, пробурили 7 стволов — 5 стволов и 2 ответвления. В результате аварийный ствол скважины К-9 был обнаружен на значительном азимутальном удалении от первоначально предполагаемого (проектного) положения ствола аварийной скважины. Таким образом, стали понятны причины предыдущих неудач при ликвидации аварии: то есть аварию ликвидировали не в том месте.

Далее с помощью АПС-1 последний ствол скважины К-27-бис вывели на прямой контакт с аварийным стволом скважин К-9, торцевым фрезом прорезали обсадные колонны аварийного ствола скважины и зацементировали. Вследствие этого выброс газа прекратился, и авария была ликвидирована.

В результате катастрофы и применения ядерного взрыва был нанесен значительный экологический ущерб прилегающей к аварийной площадке территории, продолжили функционировать два крупных грифона. Работы по устранению накопленного экологического ущерба завершились лишь в 2016 году.

История месторождения Тенгиз

Еще одна трагическая история разыгралась на скважине №37 месторождения Тенгиз в Казахстанской степи. Месторождение характеризуется наличием продуктивных пластов с аномально высокими пластовыми давлениями и высоким содержанием сероводорода, кроме этого, разрез осложнен наличием соленосной толщи. Трагедия на скважине произошла 23 июня 1985 года при забое 4467 м. На всех этапах строительства скважины работы проводились штатно, без аварий и осложнений. При достижении глубины 4467 м произошло катастрофическое поглощение бурового раствора, создающего противодавление на продуктивные пласты с аномально высоким пластовым давлением. В результате этого в скважину начал неконтролируемо поступать пластовый флюид, что сразу же привело к неконтролируемому фонтану в смеси нефти и газа. Вырвавшийся из скважины фонтан высотой около 200 м мгновенно воспламенился. Спустя 12 минут в результате высокой температуры металлические конструкции буровой вышки деформировались, что привело к ее обрушению. Температура воздуха в районе эпицентра горящего фонтана достигала значения 100 градусов Цельсия. Работы по ликвидации аварии осложнялись не только высокой температурой, но и присутствием серной кислоты, образующейся в результате взаимодействия сероводорода, содержащегося в нефти, и воды, — ее подавали к эпицентру фонтана для охлаждения находящихся на устье скважины металлических конструкций.

Вернуть контроль над скважиной было решено путем натаскивания противовыбросового оборудования на ее устье. Выполнить эту операцию мешали металлоконструкции буровой установки. Расчистку приустьевой площадки осуществляли с помощью тракторов и обстрелом из танка Т-54. Только с третьей попытки удалось успешно осуществить операцию натаскивания противовыбросового оборудования на устье скважины. Таким образом, вернуть контроль над скважиной удалось только 31 декабря 1985 года. Полное глушение фонтана завершили только через 400 дней после аварии.

Убийство озера Пенёр

Катастрофа, произошедшая в штате Луизиана (США) на озере Пенёр, навсегда изменила его экосистему. Озеро Пенёр до катастрофы было пресноводным, площадью около 5 км², глубиной около 3 м и соединялось с водами Мексиканского залива каналом протяженностью около 20 км. Трагедия произошла 21 ноября 1980 года при бурении разведочной скважины №20, которое осуществлялось с буровой платформы. Днем ранее,

20 ноября, при забое 375 м долото, как это принято говорить у нефтяников, «встало». Бригада бурения прекратила работы по дальнейшему углублению забоя скважины, но уже к утру 21 ноября буровая установка начала наклоняться. Через некоторое время платформа накренилась и затонула.



На месте буровой платформы возникла водяная воронка, напоминающая ту, что образуется при сливе воды в ванной, только диаметр составил 55 м. В воронку увлекло две соседние буровые установки, около 12 барж и остров с ботаническим садом.

Причина трагедии заключалась в следующем: под озером располагалась действующая соляная шахта, в одну из штолен которой и попало долото. Изначальный диаметр скважины составлял около 350 мм. В результате размыва и растворения соли от пресной воды озера диаметр скважины увеличился в разы. Вода из озера через скважину начала быстро заполнять соляную шахту, образуя на поверхности гигантскую воронку. В результате уровень воды в озере сильно упал, и через канал оно начало заполняться морской водой из Мексиканского залива. После этой катастрофы озеро перестало быть пресным. Стоит отметить, что ни один человек не пострадал: буровая бригада заблаговременно покинула накренившуюся платформу, персонал солевой шахты, заметив надвигающуюся опасность, своевременно ее покинул.

Заключение

Может показаться, что за последние годы и десятки тысяч пробуренных километров человечество научилось строить скважины безопасно, но это далеко не так. Пример катастрофы на буровой платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе, произошедшей в апреле 2010 года, — прямое тому подтверждение. Очевидно, что основной причиной трагедии является человеческий фактор.

Зачастую трагедия закладывается еще на этапе планирования (проектирования) буровых работ.

Также очевидным является тот факт, что полностью исключить вероятность возникновения трагедии невозможно, причиной этому является сама природа, ее непредсказуемость. Нельзя учесть все факторы, которые могут негативно повлиять на процесс строительства скважины, иными словами, природу нельзя оцифровать.

Единственное, что возможно сделать, — это аккумулировать и популяризировать имеющиеся знания и опыт об аварийности, а также о средствах и методах ликвидации аварий. Их предотвращение необходимо предусматривать уже на этапе планирования (проектирования) буровых работ и культивировать на всех этапах жизненного цикла скважины.

Важно заметить, что значимым фактором в предотвращении аварий является всесторонняя и независимая оценка, в том числе и экспертным сообществом, принятых технико-технологических решений.

Данная статья из журнала «Вестник государственной экспертизы» (№1/2020) публикуется в рамках информационного сотрудничества журнала «ГеоИнфо» и Главгосэкспертизы России.

С 2019 года «Вестник» доступен только по подписке. Получить всю подробную информацию и подписаться на журнал «Вестник государственной экспертизы» можно [ЗДЕСЬ](#).

Список источников и литературы

1. Юшкин Н. П. Трагедия Кумжи и укрощение нефтегазовых катастроф // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2010. — № 6. С. 2—5.
2. Векслер В. И., Перекалин С. О., Ижорский А. В., Поддерегин Ю.Б. Внедрить метод электромагнитного наведения на площади Кумжа при ликвидации аварийного фонтанирования на скважине № 9: Отчет. М.: ЦНИГРИ, 1987. — 180 с. (С. 41, 53, 169).
3. Peter Lehner, Bob Deans. In Deep Water: The Anatomy of a Disaster, the Fate of the Gulf, and How to End Our Oil Addiction. — 2010.
4. Final Report on the Investigation of the Macondo Well Blowout // Deepwater Horizon Study Group, March 1, 2011.
5. НОВАК Светлана «Природа может отомстить» // Ресурс: www.caravan.kz (11 июня 2010).
6. Подкова Клим. Катастрофа на озере Пенёр // Ресурс: www.esoreiter.ru (31 июля 2015).