

*Хафизов И.Ф.,  
доктор технических наук, профессор  
кафедры Пожарная и промышленная безопасность»  
«Уфимский государственный нефтяной технический университет»  
Россия, г. Уфа  
Ахметшин А.А.,  
студент,  
2 курс, факультет «ФЗО»  
Уфимский государственный нефтяной технический университет»  
Россия, г. Уфа*

## **СНИЖЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ**

***Аннотация:** В этой работе приведены параметры снижения риска пожаров и аварий магистральных нефтепроводов, достоинства и недостатки трубопроводов, примеры аварий и поломок, виды пожаров, причины пожаров и опасностей при эксплуатации магистральных нефтепроводов.*

***Ключевые слова:** трубопроводы, технологии, человек, нефтепродукты.*

***Annotation:** This paper provides parameters for reducing the risk of fires and accidents in main oil pipelines, the advantages and disadvantages of pipelines, and examples of accidents and breakdowns.*

***Key words:** pipelines, technology, man, petroleum products.*

Трубопроводные системы, транспортирующие нефть, представляют собой объекты повышенной опасности. Это обусловлено наличием

потенциально уязвимых мест, таких как сварные швы, фланцевые соединения и арматура, а также экстремальными условиями эксплуатации, включающими колебания давления и температуры, воздействие сероводорода и большие объемы транспортируемых опасных веществ.

Обстоятельства, способствующие возникновения, развития пожаров и взрывов, следует считать: отказы и повреждения трубопроводов, коррозионное разрушение трубопроводов, отказы систем контроля и защиты, ошибочные действия персонала, действия внешних факторов.

В результате чрезвычайных ситуаций (ЧС) на этих объектах возможно разрушение самих объектов, что сопровождается выбросом веществ из хранилищ и производственных корпусов в окружающую среду, их возможным возгоранием, образованием и распространением зон заражения за пределы санитарных территорий с последующим поражением проживающего населения. Однако, в настоящее время опасные зоны, прилегающие к этим объектам, оборудованы системами защиты в соответствии с существующими требованиями и не несут прямой угрозы населению.

Поверхностный пожар - это возгорание, возникающее в результате аварийной ситуации, связанной с разливом нефти или нефтепродуктов. Такие пожары могут развиваться в виде пожара пролива — диффузионного горения паров в воздухе над поверхностью жидкости

Взрыв газонефтяного облака - это неконтролируемое высвобождение энергии химических реакций в ограниченных объёмах производственных объектов, добывающих, транспортирующих и перерабатывающих нефть и газ. Взрыв может происходить при утечках жидкостей и газов вследствие нарушения целостности и герметичности трубопроводов, насосов, ресиверов, реакторов. Облако взрывоопасной смеси (газовоздушной смеси) может воспламениться при наличии источника зажигания.

Причины:

- отказы оборудования. Например, коррозия трубопроводов, физический износ, механическое повреждение или температурная деформация оборудования.

- ошибочные действия персонала. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке оборудования, ведении ремонтных, профилактических работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами.

- внешние воздействия. Например, грозовые разряды, смерч, ураган, лесные пожары.

Чаще всего подобные события происходят в местах массового скопления жидкостей и газов, а также при резких нарушениях герметичности трубопровода. При перекачке нефтепродуктов создаются условия для накопления статического электричества с потенциалом, равным 80 кВ. Чем выше разность потенциалов, тем больше опасность возникновения искрового разряда с энергией, достаточной для воспламенения нефти, равного 4-8 кВт. Заряды статического электричества накапливаются при соударении частиц с поверхностью трубопровода и являются причиной нарушения технологических процессов, снижения производительности агрегатов, точности показаний электрических приборов, приборов автоматики, неблагоприятно отражаются на здоровье рабочих, отрицательно сказываются на его психофизическом состоянии.

Токсичность (отравляющая способность) нефтепродуктов проявляется в основном тогда, когда они переходят в парообразное состояние.

При длительном контакте с парами нефтепродуктов, попадающими в организм человека через органы дыхания, слизистые оболочки могут наблюдаться острые и хронические профессиональные отравления.

Пары нефтепродуктов действуют главным образом на центральную нервную систему. Признаки отравления чаще всего проявляются в

головокружении, сухости во рту, головной боли, тошноте, сердцебиении, общей слабости и потери сознания.

При длительном соприкосновении рабочих с нефтепродуктами могут развиваться кожные заболевания.

Профилактика интоксикации и профессиональных заболеваний включает технические, санитарные и лечебно-профилактические мероприятия:

- герметизация;
- система разгрузки торцевых уплотнений;
- система сбора утечек;
- контроль загазованности приборами и газосигнализаторами.

Горение проливов нефти - это процесс, при котором в результате аварии на трубопроводе происходит возгорание разлитой нефти. Когда нефть вытекает из поврежденного участка нефтепровода и скапливается на земле, образуются крупные лужи или озера нефти. Если такая жидкость воспламеняется, то образуется сильный локальный пожар. Горящие потоки распространяются вокруг места разрыва, создавая дополнительные очаги возгорания.

#### Причины

- разгерметизация трубопровода из-за порыва или прокола участка.
- утечка нефти из дефектных отверстий трубопроводов, находящихся под давлением.
- наличие источника зажигания — например, открытого пламени, горячих поверхностей, искр при ударах и трении.

Особенность аварийного разлива нефти в помещении (прежде всего насосных) — повышенная возможность образования взрывоопасной концентрации паров нефти в воздухе.

На кусте нефтегазового месторождения осуществляется постоянный контроль воздушной среды. Эти данные фиксируются на рабочем месте и передаются на диспетчерский пункт.

Вокруг объекта устанавливается санитарно-защитная зона, размеры которой определяются по действующим санитарным нормам. Санитарно-защитная зона определяется исходя из объемов возможных аварийных выбросов и условий рассеивания.

В целях охраны, рационального использования и предупреждения загрязнения почвы, водоемов и воздушного бассейна предусматривается:

- полная герметизация системы сбора и транспорта нефтепродуктов;
- 100% контроль швов сварных соединений трубопроводов;
- компактность, благодаря которой осуществляется экономия площади почвы;
- оснащение предохранительными клапанами всей аппаратуры, в которой может возникнуть давление, превышающее расчетное, с учетом требований " Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением";
- отсутствие открытого слива и налива нефтепродуктов;
- автоматическая (по уровню жидкости) откачка из дренажной емкости;
- испытание оборудования и трубопроводов на прочность после монтажа;
- оснащение резервуаров непримерзающими клапанами типа КДС;
- трубопроводы и оборудования защищаются от коррозии;
- осуществляется аварийная сигнализация предельных значений регулируемых параметров (уровня, давления, температуры);
- защитное отключение насосных агрегатов.

В целях охраны, рационального использования и предупреждения загрязнения почвы и воздушного бассейна предусматривается устройство производственно-дождевых стоков.

В случае нарушения технологического режима, связанного с авариями, в целях охраны природы предусматриваются следующие мероприятия:

- опорожнение аппаратов путем дренажа в аварийные емкости;
- локализация аварийных разливов нефтепродуктов путем обвалования площадки резервуаров высотой, превышающей не менее, чем на 0.2 м уровень разлива жидкости;
- устройство бетонных площадок с бордюрным ограждением и дождеприемником под установками, работающими под давлением.

При неблагоприятных метеорологических условиях вводится такой режим работы предприятия, который обеспечивает снижение выбросов на 10%.

Для этого достаточно:

- усилить контроль за точным соблюдением технологического регламента;
- сместить во времени технологические процессы, связанные с большим выделением вредных веществ в атмосферу;
- прекратить испытание оборудования.

Для повышения надежности трубопроводных систем и снижения пожарных рисков необходимо внедрение комплексных мер, включающих в себя строгий контроль качества материалов, используемых при строительстве и ремонте трубопроводов. Особое внимание следует уделять выбору сталей, устойчивых к сероводородному растрескиванию и язвенной коррозии, а также проведению качественной термообработки сварных швов. Необходимо обеспечить соблюдение технологических регламентов при проведении сварочных работ и осуществлять контроль за наличием дефектов в сварных соединениях.

Важным аспектом является проведение регулярной диагностики состояния трубопроводов и запорной арматуры с использованием современных методов неразрушающего контроля. Это позволит

своевременно выявлять дефекты и повреждения, предотвращая аварийные ситуации. Необходимо также проводить анализ причин возникновения отказов и повреждений, разрабатывать и внедрять мероприятия по их устранению и предотвращению в будущем.

Для безопасной эксплуатации трубопроводов, транспортирующих нефтегазовые среды с содержанием сероводорода, критически важно использовать коррозионностойкие материалы, что является одним из ключевых факторов обеспечения пожарной безопасности. Добавление редкоземельных металлов в сталь повышает ее устойчивость к сульфидному коррозионному растрескиванию под напряжением (СКРН).

Твердость стали оказывает значительное влияние на ее устойчивость к сероводородной коррозии, особенно в сочетании с концентрацией сероводорода и уровнем напряжений в металле. Поэтому для трубопроводов широко используются пластичные стали с твердостью не более 22 HRC (229HB) и пределом прочности до 550 МПа. Использование мягких сталей с ограниченной прочностью для таких условий подтверждено как опытом зарубежных компаний, так и опытом разработки и эксплуатации сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений.

Зоны повышенной пожарной опасности

1) Линейная зона вдоль трассы нефтепровода - это система линейно-протяжённых объектов, предназначенных для обеспечения процесса перекачки нефти. Она включает трубопровод, запорную арматуру, переходы через естественные и искусственные препятствия, линии электропередачи и технологической связи и другие сооружения.

Причины:

- сложные почвенно-климатические и инженерно-геологические условия.
- дефекты труб, сварных швов и монтажа. повреждения могут возникать из-за коррозии или развития дефектов в недоброкачественных

трубах, не выявленных в процессе испытания нефтепровода перед вводом его в эксплуатацию.

- механические повреждения. чаще всего возникают при нарушении технологии строительно-монтажных работ, что может привести к разрушению трубопровода.

- внешние воздействия, например, аварии на соседних объектах, ураганы, оползни, землетрясения, наводнения.

С целью повышения пожарной безопасности был проведен анализ национальных и международных стандартов, научных публикаций, опыта эксплуатации, результатов коррозионных испытаний, технических требований к материалам и другой нормативной документации, касающейся материалов труб и запорной арматуры, пригодных для использования в сероводородсодержащих нефтегазовых средах.

На объектах анализируют статистику отказов и повреждений трубопроводов, чтобы оценить риск возникновения пожароопасных ситуаций. Для уменьшения этого риска была проведена оценка эффективности ингибиторов коррозии, предназначенных для защиты трубопроводов на сероводородсодержащем месторождении. В настоящее время ингибиторная защита является обязательной для всего оборудования и трубопроводов на всех сероводородсодержащих месторождениях. Использование ингибиторов коррозии (ИК) позволяет снизить общую скорость коррозии металла до безопасного уровня для промышленных трубопроводов, а в случае сероводородной коррозии – значительно уменьшить наводороживание металла и риск сероводородного растрескивания. Анализ условий эксплуатации трубопроводов и проведенные исследования на сероводородсодержащем месторождении позволили выявить основные причины неблагоприятной коррозионной обстановки, ранжированные по степени их влияния на состояние трубопроводов.

Таким образом, нефтепроводы нефтегазовой отрасли представляют наибольшую угрозу с точки зрения пожарной безопасности, так как на таких объектах обращаются в большом количестве пожаровзрывоопасные вещества.

Основными причинами поломок и повреждений трубопроводов в процессе эксплуатации являются коррозионные процессы, такие как сероводородное растрескивание и язвенная коррозия, вызванные высоким содержанием сероводорода в транспортируемых веществах. Кроме того, значительную роль играют дефекты, возникшие из-за нарушений при сварке и монтаже, включая неправильную или отсутствующую термообработку сварных швов, а также наличие изначальных дефектов в металле.

#### **Использованные источники:**

1. Лазарев, Н.В. Вредные вещества в промышленности. Часть Органические вещества. Справочник для химиков, инженеров и врачей (издание 3-е, переработанное и дополненное) / Н.В. Лазарев. – Л.: Госхимиздат, 1954 г. – 357 с.
2. Резчиков, Е.А. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Е.А. Резчиков, В.Б. Носов. – М.: МГИУ. – 1997. – 134 с.
3. Антонов, В.Г. Оценка свойств материалов до и после длительной эксплуатации в сероводородсодержащих средах / В.Г. Антонов, В.П.
4. Афанасьев, А.В. Рощупкин // «Проблемы диагностирования и оценки остаточного ресурса оборудования и трубопроводов, работающих в сероводородсодержащих средах» материалы заседания НТС. – М.: ИРЦ Газпром, 1998. – С. 47–53.
5. Гафаров, Н.А. Коррозия и защита оборудования сероводородсодержащих нефтегазовых месторождений / Н.А. Гафаров, А.А.Гончаров, В.М. Кушнаренко. – М.: Недра, 1998. – 437 с.