

**Чемезов Е.Н., Степанова А.Н.**

## **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОАО «САХАТРАНСНЕФТЕГАЗ»**

*Приведен анализ причин аварийных ситуаций при эксплуатации магистрального трубопровода в условиях Крайнего Севера. Рекомендуются меры предупреждения возникновения чрезвычайных и аварийных ситуаций и снижения их последствий.*

*Ключевые слова: трубопровод, транспортировка, аварии, чрезвычайные ситуации предупреждение, нефть, газ, причины.*

**О**беспечение надежной и безопасной эксплуатации трубопроводов, транспортирующих ценное углеводородное сырье потребителю, является важнейшим стратегическим направлением стабильного развития регионов, удаленных от центральной части Российской Федерации. Это во многом зависит от результатов анализа отказов и разрушений в системе магистрального транспорта. И только комплексный подход к данному вопросу, учитывающий специфику района прохождения трубопроводной трассы, сможет дать реальную картину причин, приводящих к нарушению устойчивого режима эксплуатации.

Линейно-производственное управление магистральных газопроводов (МГ) ОАО «Сахатранснефтегаз» осуществляет эксплуатацию газопровода «Средневилюйское газоконденсатное месторождение (СВГКМ)-Мастах-Берге-Якутск» двухниточного исполнения, общей суммарной протяженностью 2174 км с 1970 г. Производительность газопровода на период 2010 г. составила более 1,5 млрд м<sup>3</sup>/год.

Особенностью данной газотранспортной системы является экстремальные условия эксплуатации. Резко континентальный климат отличается продолжительным зимним (от 6,5 до 9 ме-

сяцев) периодом, средняя температура холодного периода времени года лежит в пределах от -35 до -50 °С.

Все эти условия, безусловно, накладывают свою специфику в период строительства трубопроводной системы и обуславливают достаточно жесткий подход при выборе технологических режимов работы газопровода, основного и вспомогательного оборудования.

Обеспечение безопасности данной системы газопровода имеет огромное значение для энергетической безопасности всей Республики Саха (Якутия).

Анализ данных за последние 10 лет эксплуатации газопровода «СВГКМ-Мастах-Берге-Якутск» указывает на возникновение различных аварийных ситуаций. Поэтому задача данного исследования – классификация факторов аварий и повреждений газопроводов с определением основной доли наиболее значимых.

Для достижения данной цели необходимо провести:

- классификацию причин аварийных ситуаций;
- определение основной доли наиболее значимых факторов за каждый отдельный год эксплуатации;
- сравнение полученных результатов с целью определения фактора с

максимальной долей причин, приводящих к возникновению аварийных ситуаций.

Проведенный специалистами ОАО «Сахатранснефтегаз» литературный обзор по анализу причинности аварийных ситуаций в системе магистральных трубопроводов позволил выявить 5 основных групп факторов, по которым исследователи классифицировали причины аварий и инцидентов.

Первая группа основных причин, приводящих к возникновению аварий и инцидентов, связана с нарушением технологических регламентов при проведении работ в период строительства и ремонта объектов газопроводов [1, 2, 5, 9, 13].

Ко второй группе причин аварийных ситуаций, нарушающих условия безопасности транспорта и углеводородов, относятся коррозионные и стресс-коррозионные дефекты [1, 2, 5, 9–12].

К третьей группе факторов относятся дефекты оборудования и материала, связанные с заводским браком и нарушением режимов эксплуатации.

Четвертая группа связана с нарушением требований эксплуатации и ошибочных действий обслуживающего персонала, обусловленных недостаточной его подготовкой или недобросовестным отношением к ряду выполняемых работ.

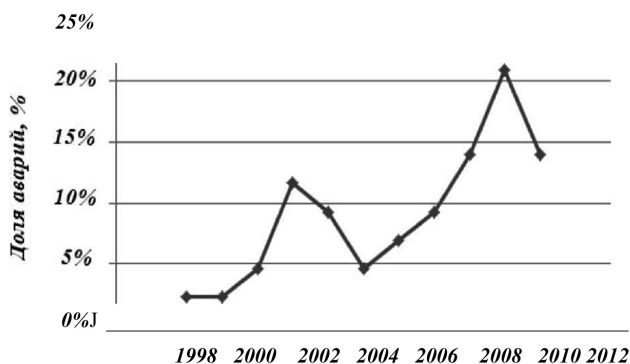
К пятой группе аварийных ситуаций относятся аварии и инциденты, возникшие в результате природных стихийных бедствий.

Учитывая данные о проведенных исследованиях аварийных ситуаций и привязку к реальным условиям эксплуатации магистрального газопровода, проходящего по территории Республики Саха (Якутия) в сложных условиях Крайнего Севера, специалисты предлагают рассмотреть следующую классификацию: (рис. 1) [1–5, 7–13].

ОАО «Сахатранснефтегаз» рассмотрел причины аварийных ситуаций на объекте МГ «СВГКМ-Мастах-Берге-Якутск» за период с 2000 по 2010 гг. Сбор и обработка статистических данных по отказам газопровода на предприятии ОАО «Сахатранснефтегаз» ведется с 1970 г. (с момента ввода в



Рис. 1. Классификация причин аварийных ситуаций



**Рис. 2.** Динамика доли аварийности газопровода с 2000 по 2010 гг.

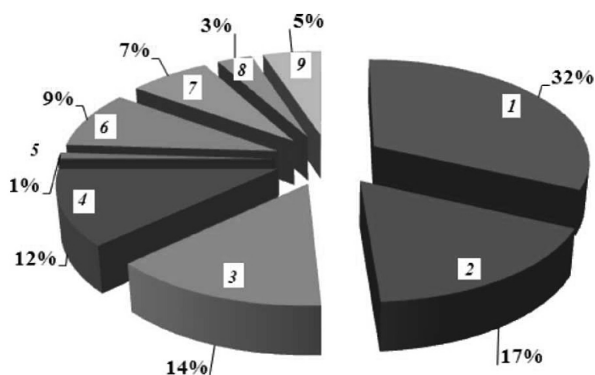
эксплуатацию). Для составления предложенной классификации специалисты «Сахатранснефтегаз» использовали данные за последние десять лет эксплуатации МГ. Как следует из полученных данных (рис. 2) наибольшая доля аварийных ситуаций приходится на период 2003 и 2009 гг. Более детальный анализ позволит выявить влияние наиболее значимых факторов на динамику изменения аварийных ситуаций с привязкой данных к предложенной выше классификации.

Анализ аварий газопровода по причинам их возникновения позволил рас-

пределить процентное соотношение причин аварийных ситуаций за период эксплуатации МГ «СВГКМ-Мастах-Берге-Якутск» с 2000 по 2010 гг. (рис. 3).

Как следует из полученных данных наибольшая доля аварийных ситуаций вызвана браком строительно-монтажных работ (что составляет 32% от общего объема за 10 лет эксплуатации МГ).

Значительное воздействие данного фактора, согласно анализу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [15],



**Рис. 3.** Структура причин аварийных ситуаций на МГ «СВГКМ-Мастах-Берге-Якутск» за период 2000–2010 гг.: 1 – брак строительно-монтажных работ; 2 – механические повреждения труб машинами и механизмами при земляных работах; 3 – нарушение материалов и конструкций, вызванные их длительной эксплуатацией; 4 – коррозия; 5 – локальная коррозия, вызванная блуждающими токами; 6 – металлургические дефекты труб; 7 – стихийные природные явления; 8 – потери устойчивости при геоэкологических изменениях местности; 9 – нарушение требований эксплуатации и ошибки персонала

в основном связано с отступлением от проектных решений при строительстве и ремонте, несоблюдением технологии сварки, низким уровнем операционного контроля качества со стороны должностных лиц и недостаточным техническим надзором за строительством.

Средние показатели аварийности 10...17% характерны для следующих факторов: механические повреждения труб машинами и механизмами при земляных работах (17%), нарушение материалов и конструкций, вызванные их длительной эксплуатацией (14%), коррозия (12%).

Аварийные ситуации по причине механических повреждений труб машинами и механизмами при земляных работах вызываются внешними силами, которые повреждают или перегружают трубопровод в зоне их действия.

Аварийные ситуации по причине нарушения материалов и конструкций, обусловлены накоплением усталостных напряжений после длительной эксплуатации газопровода 30 лет и более, что приводит, в конечном итоге, к их разрушению. Причем, тенденция к ухудшению общего технического состояния линейной части будет увеличиваться. Если не предпринимать соответствующих мер по оценке технического состояния и не проводить работы по плановым предупредительным ремонтам, эксплуатационный ресурс МГ может снизиться до 20% буквально за ближайшие 20 лет.

Типичные для средней полосы России отказы газопроводов, вызванные развитием коррозии, могут достигать 50% от причин возникновения аварийных ситуаций [8, 15]. Для газопроводов, эксплуатирующихся в условиях вечномёрзлых грунтов на территории Республики Саха (Якутия), эти значения находятся в меньших пределах. По данным проведенного анализа составляют только 12% от общего чис-

ла аварийных ситуаций за последние 10 лет эксплуатации МГ. Такой фактор вполне логично объясняется продолжительным периодом действия отрицательных температур [5–7].

Разрушения МГ, связанные с локальной коррозией, вызванные блуждающими токами принимают 1% от общего числа аварийных ситуаций и являются единичными случаями, поскольку МГ и газопроводы-отводы проходят в 80% случаях в песчаных грунтах, где разность потенциалов равна 0,01 В. В местах пересечения МГ с линиями электропередач (ЛЭП) разность потенциалов составляет 0,059 В. Когда как, согласно ГОСТ 9.602–2005, разность потенциалов должна быть менее 0,04 В. Следовательно, в виду отсутствия установок электрохимической защиты (ЭХЗ) в местах пересечения МГ и ЛЭП отмечается интенсивное коррозионное разрушение газопроводов, со средней скоростью коррозии равной 0,17 мм/год.

Металлургические дефекты труб и оборудования связаны с несовершенством технологии изготовления труб или их нарушением при изготовлении. Доля аварийных ситуаций, вызванные по этой причине от общего числа аварийных ситуаций составило 9%.

Аварийные ситуации, возникшие в результате воздействия стихийных природных явлений (лесные пожары, наводнения и т.д.), составили 7% от общего числа аварийных ситуаций за 10 лет эксплуатации МГ. Их возникновение не закономерно и не прогнозируемо, но все же встречается за данный период эксплуатации.

Потеря устойчивости МГ и газопроводов-отводов в результате геокриологических изменений принимает 3% от общей доли аварий. Проявление данного фактора наиболее часто встречается в заболоченных местах с разложившимся торфом или в местах возможного скопления талых

вод. С увеличением объема талых вод происходит увеличение величины сезонного оттаивания многолетнемерзлых грунтов и недостаточное сезонное промерзание грунта, вследствие чего происходит потеря устойчивости МГ, вызывая тем самым напряженно-деформированное состояние при изменении проектной отметки газопровода.

Доля аварий по причине нарушений требований эксплуатации и ошибки персонала составляет 5%, что указывает на недостаточную подготовку обслуживающего персонала и требует от предприятий серьезного и тщательного подхода к подбору персонала, периодичности его обучения, переподготовки и повышения квалификации, а также более тщательного контроля при проверке знаний в области промышленной безопасности:

- знание правил организации и безопасного проведения огневых, газоопасных и других работ повышенной опасности на взрывопожароопасных и пожароопасных объектах трубопроводного транспорта нефти и газа;
- соблюдение правил охраны труда и промышленной безопасности при эксплуатации и ликвидации аварийных ситуаций на объектах трубопроводного транспорта нефти и газа;
- соблюдение правил пожарной безопасности при эксплуатации объектов трубопроводного транспорта нефти и газа;
- знание вопросов экологической безопасности объектов газопроводного транспорта

Аварийные ситуации по причине брака строительно-монтажных работ характеризуются 32% от общего суммарного количества аварийности за время эксплуатации МГ с 2000 по 2010 гг. При этом, наибольшая доля аварий на газопроводе отмечается в 2009 г. и составляет 11,4% от общего суммарного значения (32%). Доли

аварийных ситуаций в 2002, 2003, 2005 годах составили 4,6%, за периоды 2007, 2008 и 2010 гг. – 2,3% соответственно.

Аварии в 2009 г. произошедшие по причине механического повреждения труб машинами и механизмами при земляных работах характеризуются 6%, относительно 2001, 2005, 2006 – 1,3% и 2007, 2008, 2010 – 2,3...2,4%.

Из вышеизложенного следует, что доли аварийных ситуаций по причинам брака строительно-монтажных работ и механического повреждения труб машинами и механизмами при земляных работах имеют максимальные значения в 2009 г. Это указывает на то, что в данный период времени было зарегистрировано много нарушений технологических регламентов в период строительно-ремонтных работ.

Наибольший процент от общего суммарного количества аварийных ситуаций по причине повреждения материалов и конструкций, вызванные длительной эксплуатацией отмечается в 2003 г. – 7%. В период с 2004 по 2006 гг. аварии по этой причине не отмечаются. С 2007 по 2010 гг. включительно, начинается их проявление, но в относительно в малых долях (2,3–2,4%) по сравнению с 2003 г.

Что касается аварийных ситуаций по причине коррозионных повреждений, то тут просматривается некоторая стабильность. Нет резких повышений и упадков, процент от общего суммарного количества аварийных ситуаций составляет 2,4%.

Процент нарушения требований эксплуатации и ошибки персонала от общего суммарного количества аварийных ситуаций составляет 5%. И отмечается в 2004 и 2006 гг.

Если в период 2000...2010 гг. аварийность по причине коррозионного воздействия не отмечались, то уже в период с 2005...2010 гг. она состави-

ла 14,3% от общего суммарного количества аварийных ситуаций за 2005–2010 гг.

Аварийность по причине нарушения эксплуатации и ошибке персонала снизилась на 3,5%, а по причине нарушения материалов и конструкций, вызванные длительной эксплуатацией в два раза.

Проведенные АОО «Сахатранснефтегаз» исследования анализа аварийных ситуаций на МГ проложенном и эксплуатирующемся в условиях вечной мерзлоты позволили выявить следующее:

1. Аварийные ситуации происходят в основном из-за несоблюдения требований проектных решений при строительстве и ремонте трубопроводов (например несоблюдения технологии сварки).

2. Недостаточным уровнем пооперационного контроля качества со стороны лиц ответственным за данный вид работ (например технический надзор за строительством).

3. Минимальный процент аварийных ситуаций связан с нарушением эксплуатационных требований и ошибками обслуживающего персонала, что указывает на хорошую подготовку обслуживающего персонала и четкую организацию производства эксплуатации и ремонта данных систем.

Данный анализ позволит предприятиям эксплуатирующих трубопроводный транспорт в условиях Крайнего Севера обратить внимание на первоочередные вопросы, связанные с причинностью возникновения аварийных ситуаций.

Для предупреждения возникновения чрезвычайных и аварийных ситуа-

ций и снижения их последствий на магистральном газопроводе рекомендуется следующий комплекс мероприятий [16]:

1. качественная приемка построенных объектов;

2. своевременное проведение профилактических и плановых работ по выявлению дефектов различных видов оборудования, их ремонт или замену;

3. контроль, за выполнением правил технической эксплуатации, комплекса мероприятий по повышению технологической дисциплины и увеличения ресурса работы оборудования, качественным и своевременным выполнением аварийно-ремонтных и восстановительных работ;

4. соблюдение требований техники безопасности и охраны труда;

5. проведение регулярного обучения, тестирования и тренировок персонала по специальной программе обучения действиям по локализации и ликвидации аварий, а также способам защиты от поражающих факторов в чрезвычайных ситуациях;

6. обеспечение надлежащего хранения и ведения проектно-сметной и эксплуатационной документации;

7. подбор и использование новых технологий и материалов для обеспечения надежной эксплуатации и бесперебойной перекачки углеводородного сырья.

Соблюдение и выполнение всех этих вышеуказанных пунктов позволит сэкономить капитальные затраты на локализацию, ликвидацию и ремонт аварий, которые могут произойти на магистральном газопроводе.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленная безопасность и надежность магистральных трубопроводов / Под ред. А.И. Владимирова, В.Я. Кершенбаума. – М.: Национальный институт нефти и газа, 2009. – 696 с.

2. Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиulina Р.А. Аварийные выбросы природного газа: проблемы и пути их решения // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 8. – С. 4–11.



3. *Большаков А.М.* Анализ разрушений и дефектов в магистральных газопроводах и резервуарах Севера // Газовая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 52–53.

4. *Большаков А.М., Татаринов Л.Н.* Надежность МГ после 30 лет эксплуатации в условиях Крайнего Севера // Газовая промышленность. – 2009. – № 2. – С. 28–31.

5. *Большаков А.М., Голиков Н.И., Сыромятникова А.С. и др.* Разрушения и повреждения при длительной эксплуатации объектов нефтяной и газовой промышленности // Газовая промышленность. – 2007. – № 7. – С. 89–91.

6. *Гилязов А.А., Большаков А.М., Голиков Н.И. и др.* Исследование несущей способности стареющих магистральных газопроводов в условиях Крайнего Севера // Газовая промышленность. – 2006. – № 1. – С. 38–39.

7. *Ермоленко Ю.Г., Большаков А.М., Черемкин М.К. и др.* О техническом состоянии магистральных газопроводов Якутии // Безопасность труда в промышленности. – 2003. – № 10. – С. 5–7.

8. *Лисанов М.В., Савина А.В., Дегтярев Д.В. и др.* Анализ Российских и зарубежных данных по аварийности на объектах трубопроводного транспорта // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 7. – С. 16–22.

9. *Лисанов М.В., Сумской С.И., Савина А.В. и др.* Анализ риска магистральных нефтепроводов при обосновании проектных решений, компенсирующих отступления от действующих требований безопасности // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 3. – С. 58–66.

10. *Мелведев В.Н.* Анализ уровня эксплуатации и аварийности МГ Северного коридора // Газовая промышленность. – 2004. – № 6. – С. 13–15.

11. *Мокроусов С.Н.* Проблемы обеспечения безопасности магистральных и межпромысловых нефтегазопроводов. Организационные аспекты предупреждения несанкционированных врезок // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 9. – С. 16–19.

12. *Ревазов А.М.* Анализ чрезвычайных и аварийных ситуаций на объектах магистрального трубопроводного транспорта и меры по предупреждению их возникновения и снижению последствий // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 1. – С. 68–70.

13. *Сунагатов М.Ф., Гумеров К.М.* Человеческий фактор в нефтегазовой отрасли // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2009. – № 3(77). – С. 86–92.

14. *ГОСТ ИСО 9.602-2005* Единая система защиты от коррозии и старения. Средства подземные Общие требования к защите от коррозии. Введ. – 2005-07-22. М.: Стандартиформ, 2006.

15. *Годовые отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.* URL: [http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya\\_deyatelnost\\_otchetu](http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_otchetu)

16. *Чухарева Н.В., Тихонова Т.В., Мионов С.А.* Анализ причин аварийных ситуаций при эксплуатации магистральных трубопроводов в условиях Крайнего Севера в период с 2000 по 2010 год. // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. – № 3. **ПИАБ**

## **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

*Чемезов Е.Н.* – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой,  
*Степанова А.Н.* – студентка,  
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
e-mail: Prombez2011@mail.ru.

UDC 622. 339.9 (73).330

## **PREVENTION OF ACCIDENTS DURING OPERATION OF PIPELINES AS AN EXAMPLE OF «SAKHATRANSNEFTEGAS»**

*Chemezov E.N.*<sup>1</sup>, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair,  
*Stepanova A.N.*<sup>1</sup>, Graduate Student,  
<sup>1</sup> M.K. Ammosov North-East Federal University, 678015, Yakutsk, Russia,  
e-mail: Prombez2011@mail.ru.

There is analysis of reasons of accidents during operation of pipelines in conditions of the Far North. Measures for prevention of emergences and accidents are recommended.

Key words: pipeline, transportation, accidents, emergency, prevention, oil, gas, reasons.

## REFERENCES

1. Promyshlennaya bezopasnost' i nadezhnost' magistral'nykh truboprovodov. Pod red. A.I. Vladimirova, V.Ya. Kershenbauma (Industrial safety and reliability of mainland pipelines. Vladimirov A.I., Kershenbaum VYa. (Eds.)), Moscow, Natsional'nyy institut nefti i gaza, 2009, 696 p.
2. Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A. Zashchita okruzhayushchey sredy v neftegazovom komplekse. 2010, no 8, pp. 4–11.
3. Bol'shakov A.M. Gazovaya promyshlennost'. 2010, no 5, pp. 52–53.
4. Bol'shakov A.M., Tatarinov L.N. Gazovaya promyshlennost'. 2009, no 2, pp. 28–31.
5. Bol'shakov A.M., Golikov N.I., Syromyatnikova A.S. Gazovaya promyshlennost'. 2007, no 7, pp. 89–91.
6. Gilyazov A.A., Bol'shakov A.M., Golikov N.I. Gazovaya promyshlennost'. 2006, no 1, pp. 38–39.
7. Ermolenko Yu.G., Bol'shakov A.M., Cheremkin M.K. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2003, no 10, pp. 5–7.
8. Lisanov M.V., Savina A.V., Degtyarev D.V. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2010, no 7, pp. 16–22.
9. Lisanov M.V., Sumskey S.I., Savina A.V. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2010, no 3, pp. 58–66.
10. Medvedev V.N. Gazovaya promyshlennost'. 2004, no 6, pp. 13–15.
11. Mokrousov S.N. Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2006, no 9, pp. 16–19.
12. Revazov A.M. Upravlenie kachestvom v neftegazovom komplekse. 2010, no 1, pp. 68–70.
13. Sunagatov M.F., Gumerov K.M. Problemy sbora, podgotovki i transporta nefti i nefteproduktov. 2009, no 3(77), pp. 86–92.
14. Edinaya sistema zashchity ot korrozii i stareniya. Sooruzheniya podzemnye Obshchie trebovaniya k zashchite ot korrozii. GOST ISO 9.602-2005 (Joint corrosion and age protection system. Underground structures. General requirements of corrosion protection. State Standart ISO 9.602-2005), Moscow, Standartinform, 2006.
15. Godovye otchety o deyatelnosti Federal'noy sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru (Annual performance reports by the Federal Service of Ecological, Technological and Nuclear Supervision), available at: [http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya\\_deyatelnost\\_otchety](http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_otchety)
16. Chukhareva N.V., Tikhonova T.V., Mironov S.A. Elektronnnyy nauchnyy zhurnal «Neftegazovoe delo». 2011, no 3.



## ГОРНАЯ КНИГА НА МЕЖДУНАРОДНОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ ФОРУМЕ МАЙНЕКС РОССИЯ 2015

