

## АВАРИЙНОСТЬ ТРУБОПРОВОДОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ, СОПРЯЖЕННЫЕ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОЛЕНЬЕГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Рассмотрены некоторые аспекты нештатных аварийных ситуаций на промысловых трубопроводах на территории Оленьего нефтяного промысла. На фоне физико-географического описания выделенного района исследования проведен анализ причин возникновения аварий, выполнены статистические расчеты по их численности, а также по влиянию срока эксплуатации трубы на ее аварийность, сделаны выводы.

**Ключевые слова:** нефтяные месторождения; аварийность трубопроводов; нагрузка на экосистему.

Проблема изменения естественных территорий под воздействием нефтедобывающей промышленности на сегодняшний день является наиболее актуальной для нефтедобывающих регионов. Негативные экологические последствия образуются уже на стадии освоения нефтепромысла и связаны с вырубкой растительности, транспортировкой и перемещением грунтов, планировкой территории, строительством кустовых оснований и подъездных путей и т.д. Создание дорожных насыпей и кустовых отсыпок из привозного грунта влечет за собой изменения движения поверхностных и подземных водотоков, что способствует интенсификации процессов заболачивания и деградации растительности. Строительство насыпных промышленных площадок приводит к образованию карьеров, из которых происходит выемка и перемещение грунтов, инициируя вырубку растительности, трансформацию горизонтов в почвенном профиле, изменение границ свободной миграции диких животных и т.д. На этапе эксплуатации такой техногенной системы, как нефтедобывающий комплекс, антропогенная нагрузка на природные ландшафты усиливается, что обуславливается порывами трубопроводов, и, как следствие, происходит загрязнение значительных площадей нефтепродуктами и высокоминерализованными водами [1. С. 126–137; 2. С. 648–650].

**Физико-географическая характеристика** района исследования [3. С. 365; 4. С. 223]. Изучаемое месторождение располагается на территории севера Томской области, в 570 км к северо-западу от г. Томска. В административном отношении Оленье месторождение находится в Каргасокском районе, в 25 км севернее от вахтового поселка Пионерный.

Оленье нефтяное месторождение расположено в пределах древней озерно-аллювиальной равнины нижнечетвертичного возраста, расчлененной речными долинами притоков р. Васюган. По гидрологическому районированию территория выделенных промыслов относится к равнинному району лесной зоны. Месторождение расположено в междуречье рек – левобережных притоков р. Оби: р. Лонтынях, р. Махня. Абсолютные высотные отметки территории колеблются от 89 до 93 м, что указывает на пологоволнистый рельеф. Из современных процессов рельефообразования здесь наиболее характерны процессы болотообразования.

Васюганская природная провинция, на которой находится выделенное месторождение, располагается почти полностью на территории Томской области. Заболоченность провинции составляет до 52%. Преобладающими почвами являются болотные, подзолистые и

болотно-подзолистые. Основные типы растительности – болотная и лесная.

**Климатическая характеристика** территории приводится по данным многолетних наблюдений Росгидромета в поселках Катыйлга, Средний Васюган, метеорологического поста вахтового поселка Пионерный, а также по материалам Н.С. Евсеевой [4. С. 223]. Климат района континентальный, с достаточным и избыточным увлажнением.

Средняя многолетняя годовая *температура воздуха*  $-1,9^{\circ}\text{C}$ . Средняя максимальная температура наиболее жаркого месяца  $+22,7^{\circ}\text{C}$ , средняя минимальная температура наиболее холодного месяца января  $-26,0^{\circ}\text{C}$ . Абсолютный максимум  $+37^{\circ}\text{C}$ , абсолютный минимум  $-52^{\circ}\text{C}$  [3. С. 365].

Средняя годовая *сумма осадков*, по данным метеостанции Катыйлга, составляет 515 мм. Наибольшее количество осадков приходится в летний период. Длительный период с отрицательными температурами, большое количество осадков и слабая расчлененность водоразделов способствуют большой заболоченности территории.

Преобладающее *направление ветра* зимой – южное, юго-западное, юго-восточное. Летом преобладают ветры северного направления: северное, северо-западное, а также западное. В течение года наибольшую повторяемость имеют слабые ветры: 0–1, 2–3 м/с. Однако максимальные скорости ветра могут достигать 20–27 м/с, а порывы ветра до 30 м/с. Средняя годовая скорость ветра – 2,6 м/с [3. С. 365].

Территория месторождений представляет собой верховое болото, в пределах которого выделяются микроландшафты.

В центральных частях верхового болота выделяются озерки и мочажины, в сочетании с грядами являющиеся структурными элементами грядово-озеркового и грядово-мочажинно-озеркового комплексов микроландшафта болота. Озерки располагаются в местах, где фильтрационный приток болотной воды не компенсируется интенсивным стеканием на участках с затрудненным стоком. Озерки располагаются группами, приуроченными к линиям разлома уклонов поверхности болота, где происходит резкое изменение гидрологических характеристик и проточности.

Осоково-гипновые и гипновые микроландшафты верхового болота покрыты травянистой растительностью и приурочены к долинам рек.

**Эколого-экономическая характеристика Оленьего месторождения.** На выделенном месторождении проводились полевые исследования с 2001 по 2005 г.

Институтом мониторинга климатических и экологических систем СО РАН совместно с компанией «ЭКОЙЛ». В ходе этих работ были рассчитаны площадные характеристики кустовых оснований (а также произведено их полное и детальное описание), измерена площадь коммуникационных коридоров, вычислены длина и ширина дорожного полотна (расчеты велись с помощью GPS-навигатора – Garmin-60C, обработка данных проводилась в программах Ozi Explorer и Map Source, результаты представлены в табличной форме Excel), а также рассмотрены аварийные нештатные ситуации трубопроводов с 1999 по 2005 г.

Изучение Оленьего месторождения с геоэкологической точки зрения представляет интерес в связи с относительно небольшой протяженностью промысла, присутствием здесь всей необходимой инфраструктуры нефтедобычи и влиянием различных объектов на природные ландшафты.

В 1978 г. данный нефтяной промысел был введен в эксплуатацию и начал активно разрабатываться. Экологические последствия при строительстве и эксплуатации линейных коммуникаций связаны как с механическими нарушениями (уплотнение почвенных гори-

зонтов, изменение микрорельефа, вырубка растительности и т.д.), что существенно нарушает естественную функциональность экосистемы и способствует активности процессов эрозии, оврагообразованию, деградации растительности, свободной миграции животных, так и с химическими влияниями (утечки углеводородного сырья, порывы, свищи и т.д.), что вызывает деградацию экосистемы.

Порывы и аварийные ситуации трубопроводов предотвращаются, прежде всего, суровыми климатическими условиями Западной Сибири и Крайнего Севера, резкими температурными изменениями. Способствуют порывам также протекающие по трубопроводам агрессивные жидкости, вызывая усталость металла и активизацию процессов коррозии (как внешней, так и внутренней). На территории Оленьего нефтепромысла за период с 1999 по 2005 г. возникло около 120 аварийных ситуаций. Классификация аварийных ситуаций Оленьего нефтепромысла по причинам их возникновения показала, что 112 порывов произошли по причине коррозии, 3 – вследствие механических повреждений и дефектов сварных швов, 1 – за счет заводского брака трубы и 4 аварии случились по причине износа труб (табл. 1).

Таблица 1

Классификация порывов трубопроводов на Оленьем нефтяном месторождении с 1999 по 2005 г.

Причина порывов	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Итого
Общее количество порывов	11	17	16	10	23	28	15	120
Коррозия	10	16	15	9	21	27	14	112
Дефект сварных швов и механических повреждений	0	1	0	1	0	0	1	3
Заводской брак	1	0	0	0	0	0	0	1
Износ труб	0	0	1	0	2	1	0	4

Таким образом, на Оленьем месторождении 93,3% аварий приходится на коррозию труб, 2,5 – на дефект сварки трубы и механические повреждения, 4,1% – на заводской брак и износ труб.

В табл. 2 приведены данные, которые показывают пропорциональную связь срока эксплуатации труб с количеством аварийных ситуаций. Амортизационный срок действующей трубы, согласно рабочим проектам и регламентам, составляет 8–15 лет, в зависимости от свойств и вида труб. В суровых условиях Сибири, с большими перепадами среднесуточных и среднегодовых температур, срок службы трубопровода уменьшается, составляя 8–10 лет. В качестве примера нами рассмотрена аварийность трубопровода, введенного в эксплуатацию в 1984 г.; через 21 год (в 2005 г.) на этом трубопроводе произошло 10 аварий, преимущественно по причине коррозии.

Исходя из анализа данных табл. 2, все зафиксированные аварийные ситуации на территории Оленьего месторождения нами были распределены в соответствии с коэффициентом (сроком) изношенности труб:

- 1) более 10 лет эксплуатации трубопровода – 60 аварийных исходов;
- 2) от 5 до 10 лет эксплуатации трубопровода – 56 аварийных исходов;
- 3) менее 5 лет эксплуатации трубопровода – 4 аварийных ситуации.

Безусловно, что все эти расчеты не являются исключительно точными, т.к. трубы частично меняют после аварий; некоторые нештатные ситуации возникают из-за неплотностей запорной арматуры и крепежей, что также фиксируется; многие трубы уже не работают, но не демонтированы и находятся под остаточным давлением и т.д.

Однако в целом прослеживается характерная тенденция роста аварийности трубопроводов, находящихся в длительной эксплуатации. Количество аварийных ситуаций имеет прямую пропорциональную зависимость от срока эксплуатации, о чем свидетельствует рис. 1.

Трубопроводы делятся на нефтепроводы, водоводы высокого и низкого давлений. Чтобы проанализировать, какие трубы более подвержены аварийным ситуациям, рассмотрим табл. 3. Приведенные данные свидетельствуют, что из 120 порывов за 7-летний период наблюдений на рассматриваемом месторождении 64 (53%) приходится на нефтепроводы, 54 (45%) – на водоводы высокого давления и 2 (2%) – на водоводы низкого давления. Исходя из этих данных, можно сделать вывод, что максимальное число порывов, происходящих на нефтепроводы, говорит о преобладании загрязнений нефтью и нефтепродуктами, а не высокоминерализованными пластовыми водами.

**Количество порывов с 1999 по 2005 г. по отношению к году ввода  
в эксплуатацию трубопроводов Оленьего месторождения**

Год ввода трубы в эксплуатацию	Количество порывов по годам наблюдений								Количество порывов по срокам службы труб		
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Итого	Менее 5 лет	5–10 лет	Более 10 лет
1980		1	1		9			11			11
1981			1					1			1
1982		2						2			2
1983		6	7	1				14			14
1984	1	2			2	3	10	18			18
1986		1		1			1	3			3
1987	1			1				2			2
1988						2		2			2
1989	2					3		5		2	3
1990		2	1					3		2	1
1992	6		1		3			10		7	3
1993		2	3	3	1			9		9	
1994			1	2				3		3	
1995						3	2	5		5	
1996				1				1		1	
1997	1			1	6	16		24	1	23	
1998			1		2			3	1	2	
1999		1						1	1		
2001							2	2		2	
2004						1		1	1		
<b>ИТОГО</b>	<b>11</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>120</b>	<b>4</b>	<b>56</b>	<b>60</b>

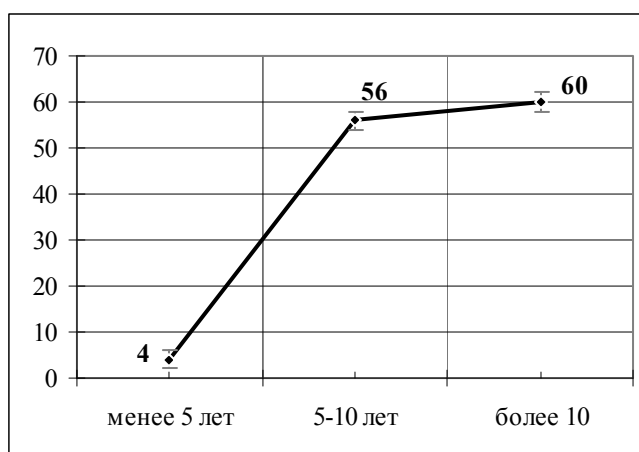


Рис. 1. Зависимость числа аварий от срока эксплуатации трубы

Аварийное количество порывов трубопроводов на Оленьем нефтяном месторождении

Объект порывов	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Итого
Общее количество порывов	11	17	16	10	23	28	15	120
Водоводы высокого давления	2	9	5	4	6	24	4	54
Водоводы низкого давления	0	1	0	0	1	0	0	2
Нефтепроводы	9	7	11	6	16	4	11	64

Начиная с 1995 г. на территориях нефтяных месторождений Томской области начала формироваться активная экологическая политика нефтедобывающих компаний, направленная на восстановление нарушенных при строительстве и эксплуатации объектов нефтедобычи природных ландшафтов. В это время на территории Оленьего нефтепромысла проводились исследования о влиянии шламовых амбаров, были созданы проекты технической документации по рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв и вод, а также нарушенных земель и т.д. Работы по ремедиации ландшафтов от нефтяных

загрязнений осуществляет компания «ЭКОЙЛ» по собственной авторской технологии «Рекультивации загрязненных нефтью и нефтепродуктами почв и вод с помощью выделенных из аборигенной микрофлоры микробов-деструкторов». С 1999 по 2005 г. на Оленьем нефтепромысле было отреставрировано и сдано уполномоченным комиссиям более 180 га земель (табл. 4).

Следует отметить, что данные, приведенные в табл. 4, по площадям участков, претерпевших рекультивационные мероприятия, имеют некоторые погрешности, связанные с ранее загрязненными (до 1999 г.)

почвами, повторными загрязнениями, незафиксированными утечками, разливами при замене труб и т.д. Но в общем эти данные вполне достоверны и способны показать нагрузку нефтяного комплекса на природные

ландшафты. Исходя из данных табл. 3 и 4, можно с большой долей достоверности рассчитать количество загрязненной территории от одного порыва трубопровода.

Т а б л и ц а 4

**Площадь рекультивируемых загрязненных нефтью и нефтепродуктами участков на Оленьем месторождении**

Год	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Итого
Площадь рекультивации, га	8,74	13,69	41,45	28,38	32,09	34,47	22,67	181,49

Отношение суммарной площади загрязненной территории – 181,49 га (она же – площадь рекультивации) к общему числу порывов (120) позволяет получить усредненный результат – 1,5 га на 1 аварию трубопровода. Из данных табл. 3, свидетельствующих, что преобладающее число аварий приходится на нефтепроводы и водоводы высокого давления (при порывах которых изливаются высокоминерализованные воды совместно с нефтью), делаем вывод, что преобладающее боль-

шинство нарушенных участков территории месторождения загрязнены нефтью и нефтепродуктами совместно с высокоминерализованными водами.

Таким образом, тщательный анализ аварийности трубопроводов позволяет с большой долей вероятности спрогнозировать ситуации возможных аварий и оценить выгодность планового и систематического инвестирования в замену изношенных трубопроводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Косов А.В.* Геоэкологические изменения от объектов нефтедобычи на территории Западно-Катальгинского месторождения и прогнозирование техногенного воздействия на природные ландшафты // *Материалы Съезда экологов нефтяных регионов / Под ред. Б.П. Ткачева. Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2007. С. 126–137.*
2. *Косов А.В.* Анализ аварийных ситуаций и связанные с ними экологические риски от эксплуатации трубопроводов на территории Западно-Катальгинского месторождения нефти // *Энергия молодых – в экономике России: Труды VIII Междунар. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. Томск: Изд-во ТПУ, 2007. Т. 1. С. 648–650.*
3. *Рутковская Н.В.* Климатический очерк Васюганья // *Природа и экономика Привасюганья. Томск: ТГУ, 1966. 348 с.*
4. *Евсеева Н.С.* География Томской области (Природные условия и ресурсы). Томск: Изд-во Том. ун-та, 2001. 223 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 5 марта 2009 г.