особенно важно, количество образующихся и сорбированных поверхностью сажи летучих кислот соответствует общей концентрации ионов H^+, придающих кислую реакцию водной вытяжки (pH 5,0÷6,0) – при отсутствии орошения щелочной водой.

Список литературы

1. Зуев В. П., Михайлов В. В. Производство сажи. - М., Химия, 1965. - 328 с.
2. Кирин Б. Ф., Журавлев В. И., Рыжих Л. И. Борьба с пылевыделением в шахтах. - М.: Стройиздат, 1972.- 328 с.
3. Пирумов А. И.. Обеспыливание воздуха. - М.: Стройиздат, 1981. - 296 с.
4. Штокман Е. И.. Очистка воздуха. - М.: АСВ, 1998. - 320 с.
5. Несмеянов А. Н., Несмеянов Н. А. Начала органической химии. Т. 1. - М.: Химия, 1969. - 664 с.

Сведения об авторе

Крупенская Ольга Владимировна, *аспирант кафедры промышленной безопасности и охраны окружающей среды, Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта, тел.: (82147) 77-45-13, e-mail: okrupenskaya@ugtu.net*

Krupenskaya O. V*., post graduate student of the chair «Industrial Safety and Environment Protection», Ukhta State Engineering University, phone: (82147) 77-45-13, e-mail: okrupenskaya@ugtu.net*

УДК 622.24: 551.345: 502.719

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КРИОЛИТОЗОНУ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. Л. Мамаева, С. И. Квашнина, С. А. Петров

(Тюменский государственный нефтегазовый университет)

Ключевые слова: ***Крайний Север, экология, криолитозона, климат, окружающая природная среда***

Key words: ***the far North, ecology, cryolitozone, climate, surrounding natural environment***

Активизация промышленного освоения северных территорий обусловила влияние загрязняющих факторов окружающей природной среды (ОПС) на многолетнемерзлые породы (ММП). Кроме этого, изменение климатических факторов в сторону потепления ведет к растеплению криолитозоны [1].

По опасности воздействия на ОПС нефтяная промышленность занимает третье место среди 130 отраслей современного производства [2]. С практической точки зрения, выделяют техногенные загрязнения, обусловленные собственно нефтью, основными нефтепродуктами и различными «нефтяными» углеводородами с их производными. В зарубежной химико-аналитической практике различают загрязнения вод жидкими и летучими нефтепродуктами, а также минеральными маслами (ИСО 9377-2:2000).

Очень часто при промышленной добыче нефти основное загрязнение связано с ее аварийными разливами. В результате аварийных выбросов при прорыве трубопровода растекающаяся по водной поверхности или почвенно-растительному покрову нефть влияет на интенсивность обменных процессов природных экосистем. Размер и характер зоны загрязнения зависит от количества и свойств пролитой нефти, а также от конкретных условий, в которых происходит распространение нефти: места утечки, почвенно-ландшафтного рельефа, скорости и направления течения рек, наличия в их руслах притоков и рукавов, ветра и особенностями криолитозоны. При этом около 75% углеводородного загрязнения приходится на атмосферу, около 20% попадает в водную среду, а примерно 5% концентрируется в почве [1].

Ежегодно в Западной Сибири в факелах сгорает до 19 млрд $м^3$ попутного газа, что приводит к загрязнению окружающей среды продуктами сгорания, в том числе полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), оксидами углерода и азота, некоторыми тяжелыми метеллами [2]. Кроме того, сгорание попутного газа в факелах приводит к тепловому загрязнению атмосферы и растеплению криолитозоны. По некоторым оценкам [1, 3, 4], количества тепла, выделяющегося в факелах в Западной Сибири, сопоставимо с годовым радиационным балансом территории.

В связи с этим, изучение влияния экологических и климатических факторов на криолитозону Западной Сибири актуально.

Официальные экологические данные получены из статистических сборников территориального органа федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, под редакцией А.Н. Агрызина за 1990-2006 гг. [3, 4, 5]. Статистическая обработка проводи-

лась по компьютерной программе «SPSS 11.5». Выполнен корреляционный анализ между климатогеографическими факторами ОПС и состоянием ММП естественных (без вмешательства антропогенного воздействия) и нарушенных почв исследуемых регионов.

Регионами исследования являются п. Самбург и п. Тарко-Сале, которые находятся в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО).

Согласно геокриологическому районированию [6] по параметрам, характеризующим закономерности площадного распространения ММП, их среднегодовым температурам и мощности, рассматриваемые регионы относятся к различным геокриологическим зонам, подзонам и областям. Поселок Самбург находится в северной зоне Харасавэй-Новоуренгойской подзоне Устьпуровско – Тазовской области.

Поселок Тарко-Сале – в центральной зоне Игарко-Нумтинской подзоне Пуровской области.

Краткая характеристика исследуемых геокриологических областей

Устьпуровско-Тазовская область, к которой относится п. Самбург, расположена в низовьях долин рек Пура и Таза и их крупных притоков. На севере области среднегодовая температура воздуха составляет $-9{,}3^0$С (Тазовский), а на юге $-7{,}8^0$С (Уренгой), амплитуда колебаний среднемесячных температур достигает 20^0С. Среднегодовое количество осадков составляет около 400 мм. Область расположена в основном в пределах лесотундры и южной тундры. ММП имеют почти сплошное распространение. Температура горных пород изменяется в достаточно широких пределах: от положительных значений, близких к $0\ ^0$С до $-4\text{-}5^0$С. Геокриологические условия Устьпуровско-Тазовской области довольно сложны и разнообразны [6].

Пуровская область, к которой относится поселок Тарко-Сале, охватывает долину р. Пур от низовьях рек Пякупур и Айваседапур на юге до широты устья р. Евояха на севере. Климат рассматриваемой области континентальный, в отличие от Устьпуровско-Тазовской со среднегодовой температурой воздуха на юге $-6{,}8^0$С (Тарко-Сале), на севере $-7{,}8^0$С (Уренгой). Амплитуда среднемесячных температур воздуха составляет 40^0С. Годовое количество осадков 400 мм. Скорости ветра невелики: 3-4 м/с. Описываемая область характеризуется прерывистым по площади и разрезу распространением ММП. Температура горных пород изменяется в широких пределах от 1 до -4^0С. Таким образом, Пуровская область характеризуется сложными геокриологическими условиями: островным развитием с поверхности высокотемпературных на юге и низкотемпературных на севере ММП, развитием криогенных процессов и явлений [6].

Одной из главных характеристик климата является распределение температуры воздуха в пространстве и ее изменение во времени, что в определенной степени, зависит от характеристик мерзлотных пород. Сравнительный анализ среднемесячной и среднегодовой температуры воздуха в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях представлен в табл.1(*Достоверность различий *p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).

Таблица 1

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха, ^{0}С [7]

Месяц	Геокриологическая область	
	Устьпуровско-Тазовская	Пуровская
Январь	-24,97 ± 1,27	-24,96 ± 1,57
Февраль	-24,59 ± 1,44	-22,20 ± 1,22
Март	-22,21 ± 0,86	-17,77 ± 0,82**
Апрель	-11,59 ± 0,90	-5,92 ± 0,79***
Май	-3,96 ± 0,67	0,39 ± 0,58***
Июнь	5,87 ± 0,88	10,25 ± 0,71**
Июль	13,18 ± 0,48	14,92 ± 0,49*
Август	11,09 ± 0,44	12,95 ± 0,39**
Сентябрь	4,70 ± 0,51	6,48 ± 0,49*
Октябрь	-4,93 ± 0,79	-3,42 ± 0,83
Ноябрь	-18,08 ± 1,10	-15,59 ± 1,14
Декабрь	-23,69 ± 1,30	-22,52 ± 1,32
Год	-7,05 ± 1,40	-5,51 ± 0,40

Выявлено, что в холодный период года (январь, февраль, март, ноябрь, декабрь) среднемесячные температуры воздуха почти одинаковы в рассматриваемых геокриологических областях, за исключением марта, температура которого в Устьпуровско-Тазовской геокриологической области ниже, чем в Пуровской (–22,21 ± 0,86^{0}С по сравнению с –17,77 ± 0,82^{0}С при p<0,01). Что касается среднемесячной температуры воздуха теплого периода (апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь, октябрь), то она в Пуровской геокриологической области выше по всем месяцам.

Анализ экологической ситуации в исследуемых регионах показал следующее. Количественная сравнительная характеристика объема сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, в Устьпуровско-Тазовской и Пуровской геокриологических областях, приведена в табл. 2.

Таблица 2

Объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты, млн куб м [6, 7, 8]

Объем сточных вод	Геокриологическая область	
	Устьпуровско-Тазовская	Пуровская
Суммарный, в том числе:	0,40 ± 0,06	1,38 ± 0,22**
• загрязненной воды	0,36 ± 0,06	0,95 ± 0,20*
• нормативно чистой воды	0,05 ± 0,02	0,01 ± 0,003
• нормативно очищенной воды	0,01 ± 0,003	0,08 ± 0,03*
Требующих очистки, в том числе:	0,51 ± 0,05	0,69 ± 0,05*
• без очистки	0,03 ± 0,01	0*
• недостаточно очищенной	0,48 ± 0,05	0,61 ± 0,04*

* Достоверность различий (*p<0,05; ** p<0,001).

Обнаружено, что в Пуровской геокриологической области суммарный объем сточных вод, включая объемы нормативно-чистых, нормативно-очищенных и загрязненных стоков, сброшенных в поверхностные водные объекты, в 3,5 раза выше, чем в Устьпуровско-Тазовской геокриологической области. Несмотря на то, что в Пуровской геокриологической области объем нормативно-очищенных сточных вод сбрасывается в водные объекты значительно больше (0,08 ± 0,03 млн куб м по сравнению с 0,01 ± 0,003 млн куб м при p<0,05), количество сброшенной загрязненной воды также высокое (0,95 ± 0,20 млн куб м по сравнению с 0,36 ± 0,06 млн куб м при p<0,05). Поэтому объем сточных вод, требующих очистки, также больше регистрируется в Пуровской геокриологической области (0,69 ± 0,05 млн куб м по сравнению с 0,51 ± 0,05 млн куб м при p<0,05). Обращает внимание тот факт, что в Устьпуровско-Тазовской геокриологической области имеет место сброс сточных вод без очистки (0,03 ± 0,01 млн куб м), в Пуровской геокриологической области подобного факта обнаружено не было.

Поиск корреляционных взаимосвязей между климатическими, криологическими и экологическими (естественные и нарушенные мерзлотные почвы) характеристиками

Нами установлены корреляционные взаимосвязи между среднемесячной температурой воздуха, весовой влажностью сезонно-талого слоя (СТС), среднемесячной суммой осадков и мощностью СТС на различных глубинах мерзлотных почв Западной Сибири. Рассмотрены две площадки – естественная (без антропогенного загрязнения, тип почвы которой является подзол иллювиально-железистый) и нарушенная (данный тип почвы торфянисто-подзолистая глеевая). Выявлен различный характер корреляционных взаимосвязей между среднемесячной температурой воздуха, среднемесячной суммой осадков и весовой влажностью СТС анализируемых типов почв на различной глубине.

Для естественных мерзлотных почв характерно значительное снижение корреляционных взаимосвязей между анализируемыми параметрами на глубине 0,6 и 0,85 м, что отли-

чает данный тип почвы от нарушенного, где корреляции на вышеуказанных глубинах полностью не исчезают и прослеживаются до глубины 1,1 м. Это свидетельствует о влиянии антропогенного фактора на естественный ход развития геологической среды, что приводит к значительным изменениям многих ее компонентов, а именно: о различном характере водно-физических свойств естественных и нарушенных мерзлотных почв. Этот факт подтверждает имеющиеся в литературе сведения о низкой устойчивости ландшафтов на многолетнемерзлых породах к техногенным вмешательствам [8].

Выводы

1. Параметры, характеризующие закономерности площадного распространения ММП, их среднегодовые температуры и мощность усиливаются в зависимости от продвижения на Север (то есть в п. Самбург).

2. Установлено, что на загрязненных углеводородами территориях процессы оттаивания ММП выражены интенсивнее, чем на естественных мерзлотных почвах.

3. Немаловажное значение имеет газопромышленное освоение Западной Сибири, наносящее существенный ущерб ОПС, особенно атмосфере. При этом регистрируется отрицательное влияние на криолитозону факелов, сжигающих попутный газ.

Все это обуславливает повышенное внимание к требованиям соблюдения охраны окружающей природной среды при разведке, бурении и испытании скважин, а также при транспортировке углеводородного сырья. Требуется разработка инновационных технологий по предупреждению разгерметизации трубопроводов и загрязнений ОПС.

Список литературы

1. Павлов А. В., Малкова Г. В. Современные изменения климата на севере России: Альбом мелкомасштабных карт. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео». – 2005. – 54 с.
2. Дорожукова С. Л., Янин Е. П. Экологические проблемы нефтегазодобывающей территории (на примере Тюменской области)//Научно-технические аспекты охраны окружающей природной среды. – 2002, № 6. – С.57-91.
3. Статистический ежегодник: Стат. сб. в 7-ми частях. Ч. VII(II). Районы Ямало-Ненецкого автономного округа /Тюменский областной комитет госстатистики. – Т., 2004. – 552 с.
4. Охрана окружающей среды в Тюменской области (1998-2003): Стат. сборник./ Тюменский областной комитет госстатистики. – Т., 2004. – 612 с.
5. Охрана окружающей среды в Тюменской области (2002-2006): Стат. сборник./ Тюменский областной комитет госстатистики. – Т., 2007. – 276 с.
6. Геокриология СССР. Западная Сибирь /Под ред. Э. Д. Ершова. - М.: Недра, 1989. - 454 с.
7. Климатологический справочник СССР. Выпуск 17. Ч.1-3 / Под ред. А. А. Шумановой. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1956. – 154 с.
8. Антропогенные изменения экосистем Западно-Сибирской газоносной провинции / Под ред. Н. Г. Москаленко. – Российская АН СО Институт криосферы Земли. – 2006.- 357 с.

Сведения об авторах

Мамаева Наталья Леонидовна, *аспирант, научный сотрудник НИИ «Общей и прикладной криологии» Тюменского государственного нефтегазового университета, ассистент кафедры «Промышленной экологии», г. Тюмень, тел.: (3452) 48-61-16*

Квашнина Светлана Ивановна, *д. м. н., профессор, кафедра «Кибернетические системы», Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, тел.: (3452) 48-61-16*

Петров Сергей Анатольевич, *д. м. н., профессор, ведущий научный сотрудник НИИ «Общей и прикладной криологии» Тюменского государственного нефтегазового университета, г. Тюмень, тел.: (3452) 20-00-61, 20-00-63*

Mamaeva N. L., *scientific worker of the Scientific Research Institute of General and Applied Cryology», Tyumen State Oil and Gas University, post-graduate of the chair «Industry ecology», phone: (3452) 48-61-16*

Kvashnina S. I., *Doctor of Medicine, professor of the chair «Cybernetic systems», Tyumen State Oil and Gas University, phone: (3452) 48-61-16*

Petrov S. A., *Doctor of Medicine, professor, leading scientific worker of the Scientific Recearch Institute of General and Applied Cryology» of the Tyumen State Oil and Gas University, phone: (3452) 20-00-61, 20-00-63*