ISSN 2074-2339

научно-технический ВЕСТНИК

ОАО «НК «РОСНЕФТЬ»

3-2012 [июль-сентябрь]
Выпуск 28

ЭНЕРГИЯ СОЗИДАНИЯ

3
Фискальный режим для шельфовых проектов

8
Направления поисковых работ на нефть и газ на Северном Сахалине

20
Возможности сейсмоскоростного моделирования в исследовании разреза нефтегазоносного бассейна

34
Новые данные о строении погребенных ловушек в зонах крупных разломов Северного Сахалина

РОСНЕФТЬ

УДК 551.465
© Коллектив авторов, 2012

Оценка уровня вторичного радиоактивного загрязнения акватории при поисково-оценочных работах в Карском море

Б.В. Архипов, к.ф.-м.н. (ВЦ им. А.А. Дородницына РАН),
О.Я. Сочнев, д.т.н. (ОАО «НК «Роснефть»),
И.О. Сочнева, к.т.н. («Штокман Девелопмент АГ»)

Ключевые слова: Карское море, захоронения радиоактивных отходов, поисково-оценочные работы.
Key words: Kara Sea, nuclear waste disposal, nuclear pollution, exploration.

Адрес для связи: o_sochnev@rosneft.ru

Введение

Российская Федерация относится к числу крупных морских держав, имеющих долговременные интересы в Арктике. Роль Арктики в целом, и Карского моря в частности, постоянно возрастает в связи с открытием Северного морского пути для международного судоходства, началом освоения месторождений нефти и газа с участием иностранных компаний, конверсией военно-промышленного комплекса, вопросами жизнедеятельности арктической экосистемы с учетом воздействия на нее различных видов антропогенных загрязнений.

В настоящее время к основным действующим источникам радиоактивного загрязнения Арктического бассейна следует отнести:

– глобальные стратосферные выпадения радионуклидов как последствия массовых испытаний ядерного оружия;

– сбросы жидких радиоактивных отходов западноевропейскими заводами по переработке отработавшего ядерного топлива;

– захоронения твердых радиоактивных отходов атомного флота СССР/России;

– затонувшие в западной части Арктики атомные подводные лодки (АПЛ).

В настоящее время ОАО «НК «Роснефть» приступила к поисково-оценочным работам на нефть и газ на лицензионном участке Восточно-Приновоземельский-1. В связи с этим необходим анализ возможных источников радиоактивного загрязнения акватории.

Захоронения радиоактивных объектов

Наибольшая активность удаленных радиоактивных отходов (РАО) в Карском море была отмечена в 1967 г. – около 26 ПБк (~ 700 кКи). К настоящему времени в результате радиоактивного распада она уменьшилась в несколько раз и не превышает 4 ПБк (~ 110 кКи) [1-3]. Для захоронения объектов с отработанным ядерным топливом (ОЯТ), образующихся при ремонте и эксплуатации атомных кораблей, судов военного и гражданского флотов, были использованы бухты восточного побережья архипелага Новая Земля и Новоземельская впадина. Всего в 1961-1981 гг. были затоплены пять объектов с ОЯТ: одна АПЛ, оснащенная двумя реакторами с жидкометаллическим теплоносителем; два реакторных отсека; один корабельный реактор; специальный контейнер с экранной сборкой, содержащей часть ОЯТ реактора № 2 первой ядерной энергетической установки (ЯЭУ) атомного ледокола «Ленин». В этих же районах проводилось захоронение и других видов РАО (контейнеры с твердыми РАО (ТРО), загруженные ТРО суда, ТРО без упаковки).

Моделирование распространения радионуклидов в морской среде при бурении поисковых скважин

При бурении морских поисковых скважин под направление на морской воде (первый этап строительства скважины) происходит выброс шлама непосредственно на дно моря. Это приводит к замутнению воды за счет повышения содержания в ней мелкозернистых взвесей и переотложению выбуренного грунта под воздействием придонных течений. Таким образом, нарушается целостность морского дна с выносом на поверхность загрязненного радионуклидами грунта из нижележащих слоев и появляется возможность вторичного загрязнения окружающей среды Карского моря радионуклидами. Для оценки воздействия на окружающую среду было проведено математическое моделирование данного процесса.

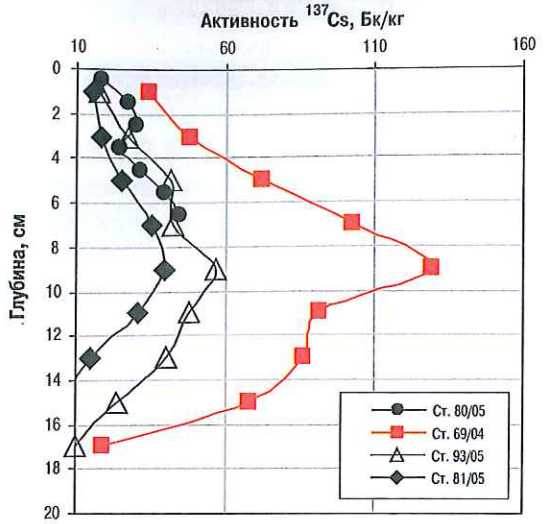


Рис. 1. Вертикальное распределение активности ^{137}Cs в заливе Абросимова в донном осадке [4]

Расчеты выполнялись для «наихудшего сценария». Предполагалось, что грунт в точке бурения достаточно сильно загрязнен, а распределение активности ^{137}Cs по глубине имеет вид, представленный на рис. 1 (по аналогии с заливом Абросимова). Фоновые концентрации взвешенных веществ (ВВ), растворенных радионуклидов (РРН) в воде и сорбированных радионуклидов (СРН) на поверхности дна в расчетах принимались равными нулю.

Ниже приведена характеристика верхнего интервала типовой поисковой скважины.

Активность СРН на донных осадках, Бк/кг:
- верхний слой толщиной 20 см . . .150
- нижние слои 10

Диаметр скважины, м 0,508
Длина верхнего участка ствола скважины, м 20
Минеральная плотность породы, кг/м^3 2650
Продолжительность выброса, ч 1
Тип радионуклида . . . . . ^{137}Cs

На рис. 2, *а* приведена зависимость максимального (по области моделирования) значения концентрации СРН на ВВ от времени, полученная по данным расчета. Концентрация СРН на ВВ достигает максимального значения, равного 1,1 Бк/м^3, в начале процесса бурения. После окончания бурения верхнего участка ствола с повышенным содержанием радионуклидов (РН) ее величина снижается до нуля (приблизительно за 1 ч). На рис. 2, *б* показана зависимость максимального значения концентрации РРН от времени. Ее значения не превышают величины 10^{-5} Бк/м^3, таким образом, активность РРН можно считать пренебрежимо малой. Фактически существенного возмущения в поле РРН не происходит из-за больших значений характерных времен обмена по сравнению с временем моделирования. На рис. 2, *в* приведена зависимость максимального значения концентрации СРН на донных отложениях от времени.

Как видно, зависимости на рис. 2, *а*, *б*, *в* согласуются между собой во время бурения верхнего интервала, концентрация СРН на дне возрастает вследствие осаждения ВВ с повышенным содержанием РН, а после окончания бурения верхнего слоя почти не изменяется, стабилизируясь к величине 0,28 Бк/м^2. На рис. 2, *г* – 2, *е* показано изменение перечисленных характеристик в горизонтальном направлении в придонной плоскости (4 м от дна) в момент времени 1720 с.

При анализе результатов расчетов необходим критерий сравнения полученных уровней активности с нормативными данными. В качестве последнего рассмотрим данные по уровням вмешательства, приведенные в НРБ-99/2009. Уровнем вмешательства называется уровень радиационного фактора, при превышении ко-

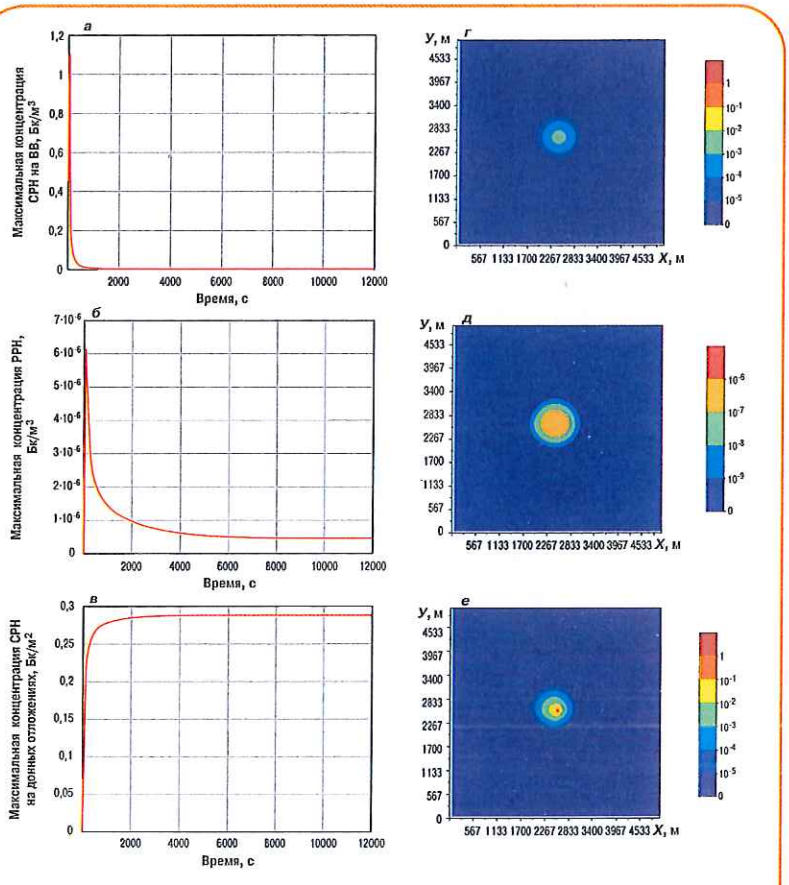


Рис. 2. Результаты математического моделирования изменения концентраций радионуклидов при бурении верхнего интервала поисковой скважины

торого следует проводить определенные защитные мероприятия, направленные на снижение вероятности, либо дозы, либо неблагоприятных последствий облучения населения при радиационных авариях, при обнаружении радиоактивных загрязнений объектов окружающей среды или повышенных уровней природного облучения на территориях, в зданиях и сооружениях. В частности, уровень вмешательства для ^{137}Cs равен 11 Бк/кг, или 11 кБк/м^3. Эту величину можно считать предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Анализ результатов математического моделирования показывает, что при выходе бурового шлама из устья скважины активность растворенных радионуклидов и радионуклидов, сорбированных на взвешенных веществах и донных отложениях, оказывается пренебрежимо малой (существенно ниже ПДК). Зона распространения радиоактивных взвешенных веществ ограничена размерами порядка нескольких километров, полученные значения активности несущественно отличаются от фоновых значений.

Выводы

1. Бурение поисковых скважин на лицензионных участках ОАО «НК «Роснефть» в Карском море в штатном режиме не вызовет изменения радиологической обстановки в акватории и не окажет значимого воздействия на окружающую среду.

2. При проведении инженерно-геологических изысканий и буровых работ следует организовать мониторинг радиоактивного загрязнения окружающей среды, так как:

– расчеты активности радионуклидов имеют оценочный характер;

– отсутствуют надежные сведения о состоянии активных зон и защитных барьеров затопленных реакторов в Карском море, а условия их разрушения приняты приближенными к идеальным, что приводит к заниженной оценке возможности интенсивного выхода радионуклидов в окружающую среду.

Список литературы

1. *Техногенные* радионуклиды в морях, омывающих Россию. Радиоэкологические последствия удаления радиоактивных отходов в арктические и дальневосточные моря («Белая книга-2000»)/ Ю.В. Сивинцев, С.М. Вакуловский, А.П. Васильев [и др.]. – М.: ИздАТ, 2005. – 624 с.

2. *Факты* и проблемы, связанные с захоронением радиоактивных отходов в морях, омывающих территорию Российской Федерации/Материалы доклада правительственной комиссии по вопросам, связанным с захоронением в море радиоактивных отходов, созданной распоряжением Президента Российской Федерации от 24.10.92. N 613-рп). – М.: Администрация Президента РФ, 1993. – 108 с.

3. *Разработка* научно-методологических основ диагностирования и прогнозирования состояния захороненных ядерных отходов на дне Баренцева, Карского и Японского морей. определение путей предотвращения опасных экологических последствий. Проект 101 МНТЦ/С.А. Лавковский, В.Н. Кобзев [и др.]. – Нижний Новгород: СКБ «Лазурит», 1998.

4. *Степанец О.В.* Радиогеоэкологические исследования мелководных заливов архипелага Новая Земля в местах захоронения затопленных объектов. Семинар КЭГ МАГАТЭ «Исследование АПЛ и объектов с ядерным топливом и радиоактивными отходами, затопленных в Арктических морях, и стратегии радиоэкологической реабилитации Арктического региона» 16-17 февраля 2011, Осло, Норвегия.

References

1. Sivintsev Yu.V., Vakulovskiy S.M., Vasil'ev A.P., Vysotskiy V.L., Gubin A.T., Danilyan V.A., Kobzev V.I., Kryshev I.I., Lavkovskiy S.A., Mazokin V.A., Nikitin A.I., Petrov O.I., Pologikh B.G., Skorik Yu.I., *Tekhnogennye radionuklidy v moryakh, omyvayushchikh Rossiyu: radioekologicheskie posledstviya udaleniya radioaktivnykh otkhodov v arkticheskie i dal'nevostochnye morya* («Belaya kniga-2000») (Technogenous radionuclides in the seas surrounding Russia: radioecological effects of radioactive waste disposal in the Arctic and Far Eastern seas), Moscow: IzdAT Publ., 2005, 624 p.

2. *Fakty i problemy, svyazannye s zakhoroneniem radioaktivnykh otkhodov v moryakh, omyvayushchikh territoriyu Rossiyskoy Federatsii* (Facts and problems related to radioactive waste in the seas adjacent to the territory of the Russian Federation), Materialy doklada pravitel'stvennoy komissii po voprosam, svyazannym s zakhoroneniem v more radioaktivnykh otkhodov, sozdannoy rasporyazheniem Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 24.10.1992 g. N 613-rp (Content of the report of the Government Commission on issues related the dumping of radioactive waste at sea created by the decree of the President of the Russian Federation of 24.10.1992, N 613-p), Moscow, 1993, 108 p.

3. Lavkovskiy S.A., Kobzev V.N., et al., *Razrabotka nauchno-metodologicheskikh osnov diagnostirovaniya i prognozirovaniya sostoyaniya zakhoronennykh yadernykh otkhodov na dne Barentseva, Karskogo i Yaponskogo morey. Opredelenie putey predotvrashcheniya opasnykh ekologicheskikh posledstviy. Proekt 101 MNTTs* (Development of scientific and methodological basis of diagnosis and prediction of dumped nuclear waste at the bottom of the Barents, Kara seas and Sea of Japan. Identifying ways to prevent dangerous environmental consequences, ISTC project 101), Nizhny Novgorod: Publ. of SKB "Lazurit", 1998.

4. Stepanets O.V., *Radiogeoekologicheskie issledovaniya melkovodnykh zalivov arkhipelaga Novaya Zemlya v mestakh zakhoroneniya zatoplennykh ob"ektov* (Radoi-geo-ecological research of shallow bays of Novaya Zemlya in the burial sites of submerged objects), Seminar KEG MAGATE "Issledovanie APL i ob"ektov s yadernym toplivom i radioaktivnymi otkhodami, zatoplennykh v Arkticheskikh moryakh, i strategii radioekologicheskoy reabilitatsii Arkticheskogo regiona" (IAEA CEG Workshop), 2011, February 16-17, Oslo, Norway.