

УДК 614.876

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ЕСТЕСТВЕННЫМИ И ИСКУССТВЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

© 2010 Д.О. Горбачев

Самарский государственный медицинский университет

Поступила в редакцию 29.09.2010

В статье представлен сравнительный анализ радиационной ситуации на предприятиях нефтегазового комплекса Самарской области при воздействии на персонал источников ионизирующего излучения естественного и искусственного происхождения. Использование санитарно-гигиенических и статистических методов исследования позволило выявить наиболее неблагоприятный фактор радиационной природы, связанный с применением дефектоскопии. На основе полученных данных разработан комплекс профилактических мероприятий, снижающих радиационный риск.

Ключевые слова: *нефтегазовый комплекс, природные радионуклиды, нефтешламы, дефектоскопия, радиационный риск*

Неизбежным следствием развития технологической цивилизации является все возрастающая опасность воздействия техногенных факторов на жизнь и здоровье человека. Одним из таких факторов является ионизирующее излучение. В настоящее время меняется концептуальный подход к проблемам контроля радиационной безопасности. Если раньше проблема радиационной безопасности сводилась в основном к обеспечению контроля радиационной безопасности ограниченного числа потенциально опасных объектов (предприятия ядерного топливного цикла, исследовательские и оборонные объекты соответствующего профиля и т.д.), то в настоящее время эта проблема приобретает глобальный характер. Интерес общества к проблемам радиационной безопасности населения и персонала, работающего с источниками ионизирующего излучения, постоянно возрастает (особенно после аварии на Чернобыльской атомной станции). Целью государственной политики в области обеспечения безопасности в ядерной отрасли являются последовательное снижение до приемлемого уровня техногенного воздействия на население и окружающую среду радиационного фактора и снижение до допустимых норм воздействия природных источников ионизирующего излучения [1].

Горбачев Дмитрий Олегович, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей гигиены. E-mail: Dmitriy-426@rambler.ru

Увеличение добычи нефти и газа в нашей стране, развитие предприятий по переработке и транспортировке нефтепродуктов все более актуальным делают решение проблемы радиационной безопасности на данных объектах. В процессе добычи и транспортировки энергоносителей происходит облучение персонала предприятий природными радионуклидами, содержащимися в добываемом сырье, оседающими на промышленном оборудовании, присутствующими в промышленных отходах [2]. Накапливаясь на территории предприятий, они создают угрозу радиоактивного загрязнения окружающей среды, облучения не только персонала, но и населения, проживающего на данной территории. При добыче углеводородов с пластовыми водами на поверхность извлекаются нефтешламы с повышенным содержанием природных радионуклидов (ПРН) уранового и ториевого рядов. Общее количество отходов нефтегазового комплекса (НГК) Российской Федерации оценивается в 50 млн. тонн с ежегодным увеличением почти на 1 млн. тонн [3]. Начальные и заключительные этапы дезактивационных работ заключаются в проведении детальной радиометрической съемки и радиометрического опробования, позволивших проследить изменение радиационной обстановки с течением времени на объектах головных сооружений нефтедобывающих предприятий: нефтеловушках, на поверхности резервуаров вертикальных стальных (РВС) для отстаивания пластовой метанольной воды и на

поверхности насосов для перекачки жидкого товарного пропана. Применение рентгеновской и радионуклидной дефектоскопии на предприятиях нефтегазового комплекса приводит к облучению персонала дозами, превышающими предельно допустимые уровни. Широкие масштабы использования данного метода неразрушающего контроля качества сварных швов и целостности производственного оборудования в отрасли требуют дальнейшего совершенствования системы радиационной защиты [4].

На сегодняшний день недостаточно работ, отражающих детальный анализ радиационной обстановки на предприятиях НГК в условиях воздействия естественных и искусственных источников ионизирующего излучения на персонал и окружающую среду, малочисленны исследования по оценке условий труда персонала предприятий при воздействии радиационного фактора и оценке уровней риска развития стохастических эффектов. Кроме того, недостаточно разработан комплекс профилактических мероприятий, направленных на снижение вредного воздействия источников ионизирующего излучения. Перечисленный круг нерешенных вопросов определил актуальность, составил **цель и задачи настоящей работы**, которая проводилась в соответствии с программой «Государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2010 г. и дальнейшую перспективу».

Материалы и методы. Исследование воздействия радиационного фактора на персонал предприятий НГК проводилось при проведении особо опасных работ (эксплуатация оборудования в стационарном режиме, выгрузка нефтешлама и зачистка буллита, ремонт и зачистка оборудования, демонтаж труб) на радиационно-загрязненном технологическом оборудовании нефтедобывающих предприятий Самарской области с использованием дозиметров (СРП-88, ДРГ-01Т1). Объемная активность радона 222 в воздухе рабочих помещений и емкостях промышленного оборудования измерялась при помощи радиометра «AlphaGuard Mod.PQ 2000». Всего было проведено 650 измерений. Гаммаспектрометрический анализ нефтешламов, проб грунта (всего проанализировано 135 проб) проводился на комплексе «Прогресс». Оценка показаний индивидуальных дозиметров операторов предприятий и дефектоскопистов осуществлялась с помощью прибора ДВГ-02Т (оценены индивидуальные дозы 160 человек).

Результаты и их обсуждение. Основным источником загрязнения нефте- и газопромыслов радиоактивными изотопами, по мнению большинства исследователей [5], являются подземные воды. Радиоактивные пластовые воды являются источником радиоактивных отложений в нефтяных и газовых скважинах, а также на внутренних стенках трубопроводов, в нефтяном и газовом оборудовании, нефте- и песколловушках. На нефтедобывающих предприятиях Самарской области суммарная активность природных радионуклидов на внутренней поверхности нефтяного оборудования, по данным дозиметрии и спектрометрии, в среднем составила по радию 226-89%, по торью 232-11%. Принято считать, что основными факторами, способствующими обогащению природных вод радием, является контакт пород, содержащих изотопы радия в рассеянном состоянии, с капиллярной и трещинной водой благоприятного физико-химического характера, а также устойчивость элемента в растворе. В водах нефтяных месторождений отмечается закономерное увеличение содержания радия с приближением к водонефтяному контакту.

Большинство промышленных месторождений угля, нефти и горючих сланцев отличаются невысоким содержанием урана. Исключение составляют горючие и черные углистые сланцы с содержанием урана до 0,1% [6]. На процесс выщелачивания радия из пород и минералов большое влияние оказывает катионный состав вод [7]. В исследовании радиационного состояния объектов НГК, проведенных на территории ряда нефтедобывающих предприятий Самарской области, были выявлены основные радиационно-загрязненные месторождения: Мухановское, Дмитровское, Соновское, Яблоневый овраг.

Из всех газообразных ПРН наибольшую экологическую опасность представляет Rn-222 (периодом полураспада 82 суток) – наиболее активный из газообразных ПРН, самый тяжелый и самый редкий элемент группы инертных газов. Не обладая ни цветом, ни вкусом, ни запахом, способен распространяться на значительные расстояния от места образования. Содержание радона в подземных водах часто достигает 1000 Бк/л [8]. Радон вообще не представляет опасности для здоровья обслуживающего персонала НГК, пока содержится в емкостях, оборудовании и трубопроводах. Опасность для здоровья, связанная с облучением, возникает от продуктов распада радона (ПРР). Эти долгоживущие радиоактивные элементы создают растущую проблему для нефтегазовой промышленности, особенно для персонала, контактирующего с загрязненным оборудованием,

нефтешламами и другим отходами. В данном исследовании был проведен анализ концентрации содержания радона-222 на рабочем месте операторов, проводящих очистку РВС и буллитов от нефтешламов. Эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) дочерних продуктов распада радона и торона составила в среднем 250-330 Бк/м³. Таким образом, основными гамма-излучателями в радиоактивном ряду являются Ra-226 (период полураспада 1602 года), имеющий мало интенсивную низкоэнергетическую линию 186,1 кэВ, и продукты распада Rn-222 (период полураспада 3,82 сут.). В результате деятельности предприятий образуется большое количество радиоактивных нефтешламов, удельная активность которых на определенных территориях превышает 20 кБк/кг, что относится к 3 классу радиоактивных отходов предприятий НГК. Проводя расчет оценки доз облучения работников, имеющих контакт с природными источниками ионизирующего облучения, было выявлено: суммарные эффективные дозы работников предприятий обусловлены их внешним и внутренним облучением [9]. Внешнее облучение определяется средними значениями мощности дозы гамма-излучения на рабочих местах (профмаршрутах) и временем, в течение которого работники подвергаются облучению. Расчет эффективной дозы внешнего облучения ($E_{\text{внешн.}}$) возможно проводить 2 способами: математическим способом по формуле:

$$E_{\text{внешн.}} = kPT,$$

где k – дозовый коэффициент (из НРБ-99); P – мощность дозы гамма-излучения на рабочем месте, мк³в/ч; T – время работы на конкретном участке в течение года, ч/год. Проанализировав данные индивидуальной дозиметрии, выявлено: показатели дозы внешнего облучения на предприятиях НГК составили в среднем 2,5-5 м³в/год. Данные показатели суммировались с расчетными единицами дозы внутреннего облучения, которая была получена математическими

расчетами. В качестве исходной была использована формула:

$$E_{\text{внутр.}} = kCFVT,$$

где k – дозовый коэффициент (из НРБ-99); C – удельная активность радионуклидов в пыли, кБк/м³; F – средняя запыленность воздуха в мг/м³; T – время нахождения в зоне запыленности час/год; V – средняя скорость дыхания рабочего в м³.

Суммируя показатели, получаем итоговую формулу расчета индивидуальной дозы облучения:

$$E_{\text{общ.}} = E_{\text{внешн.}} + E_{\text{внутр.}}$$

Показатели индивидуальной дозы облучения работников предприятий НГК от естественных источников ионизирующего излучения составили в среднем 2,6-5,1 м³в/год, что соответствует допустимым условиям труда. Коллективная доза составила 0,1 м³в/год.

В настоящее время одним из наиболее распространенных методов неразрушающего контроля качества проведенных сварных работ, оценки целостности промышленного оборудования является дефектоскопия. Основным способом получения информации о контролируемом объекте в дефектоскопии является просвечивание на рентгеновскую пленку вместе с усиливающими экранами. В качестве источников ионизирующего излучения служат такие радиоактивные изотопы, как Co60, Ir192, Cs137 (гамма-дефектоскопия) [10]. На предприятиях НГК имеется большое количество переносных гамма-дефектоскопов, с помощью которых осуществляется контроль сварки магистральных трубопроводов. В исследовании была проанализирована радиационная обстановка на предприятии «Самаратрансгаз» при проведении дефектоскопических работ. Степень опасности дефектоскопического исследования с использованием открытых источников ионизирующего облучения выше, чем применение переносной рентгеновской дефектоскопии (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика технологического процесса при проведении дефектоскопических работ

Рентгеновская дефектоскопия	Гамма-дефектоскопия
транспортировка прибора к месту просвечивания	транспортировка прибора к месту просвечивания
установка прибора на сварном стыке	установка прибора на сварном стыке
просвечивание	выведение источника в рабочее положение
	просвечивание
	закрытие затвора
демонтаж дефектоскопа	демонтаж дефектоскопа
транспортировка прибора к следующему стыку	транспортировка прибора к следующему стыку
индивид. доза – 5-7 м ³ в/год	индивид. доза – 10-15 м ³ в/год

При проведении рентгеновской дефектоскопии основная опасность облучения возникает в 3 фазу (просвечивание), при проведении гамма-дефектоскопии опасность сохраняется на протяжении всего технологического процесса, особенно в 3, 4, 5 фазу, когда радиоактивный источник находится в рабочем положении. Оценив показания индивидуальной дозиметрии дефектоскопистов предприятий НГК, можно сделать вывод: наибольший вклад в формировании дозы внешнего облучения вносит гамма-дефектоскопия, и поэтому она наиболее опасна для персонала (возможность острого и хронического облучения). Обобщая данные, полученные в ходе исследования, можно сделать вывод: наибольшую радиационную опасность для персонала НГК представляет применение гамма-дефектоскопии.

Выводы: основной вклад в профессиональное облучение персонала НГК вносит воздействие гамма-дефектоскопии, при этом необходимо комплексно изучать особенности формирования радиационной обстановки с учетом особенностей технологического процесса, эксплуатации оборудования, проведения ремонтно-строительных работ на предприятиях НГК. Оценивая дозы внешнего и внутреннего облучения персонала, контактирующего с источниками ионизирующего излучения, осуществлять гигиеническую оценку условий и характера труда рабочих вышеуказанных специальностей в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» с целью разработки рекомендаций по

рационализации производственной обстановки и создания более благоприятных условий трудовой деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Василенко, О.И.* Радиационная экология / *О.И.Василенко.* – М.: Медицина, 2004. 10 с.
2. *Фоменко, О.И.* Гигиена труда при работе с источниками ионизирующих излучений / *О.И.Фоменко.* – Астрахань: Астрахан. гос. мед. акад., 2002. С. 14-15.
3. *Крапивский, Е.И.* Радиоактивное загрязнение окружающей среды при добыче и обогащении твердых полезных ископаемых / *Е.И. Крапивский, В.Н. Рыжаков* // Обогащение руд. 2003. №2. С. 252-255.
4. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99). СанПиН 2.6.1.-99. – М.: Минздрав России, 1999. 99 с.
5. *Гуцало, А.К.* О химической связи радиевых аномалий в подземных водах с нефтяными и газовыми залежами // Докл. АН СССР. 1967. Т. 172, №5. С. 1174-1176.
6. *Готтих, Р.Н.* Радиоактивные элементы в нефтегазовой геологии / *Р.Н. Готтих.* – М.: Недра, 1980. 253 с.
7. *Алексеев, Ф.А.* К вопросу о содержании радия и урана в водах нефтяных месторождений / *Ф.А. Алексеев* и др. // Ядерная геофизика. 1959. Вып. 5. С. 20-24.
8. *Огородников, Б.И.* Свойства, поведение и мониторинг радона и торона и их дочерних продуктов в воздухе // Атомная техника за рубежом. 2001. №5. С. 14-25.
9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – Минздрав России, 1999. 115 с.
10. *Партолин, О.Ф.* Безопасность труда в радиационной дефектоскопии / *О.Ф. Партолин, Е.Д. Чистов, У.Я.Маргулис.* – М.: Энергоатомиздат, 1986. С. 34-55.

ECOLOGICAL-HYGIENIC CHARACTERISTIC OF WORKING CONDITIONS AT WORK WITH NATURAL AND ARTIFICIAL SOURCES OF IONIZING RADIATION

© 2010 D.O. Gorbachev

Samara State Medical University

In article the comparative analysis of radiative situation at the enterprises of oil-and-gas complex in Samara oblast at influence on the personnel the sources of ionizing radiation of natural and artificial parentage is made. Use of sanitary-and-hygienic and statistical methods of research has allowed to tap the most adverse factor of the radiative nature bound to application of defectoscopy. On the basis of the received data the complex of preventive actions reducing radiative risk is developed.

Key words: *oil-and-gas complex, natural radionuclides, oil slurry, defectoscopy, radiative risk*