

Геоэкология

DOI: 10.34828/UdSU.2023.46.63.004

УДК 504.5: 567

О.А. Шарова, Л.Ф. Ушивцева

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА (НА ПРИМЕРЕ АСТРАХАНСКОГО ГАЗОХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА)

Аннотация. Разведка, разработка и добыча нефти и газа оказывают значительное влияние на все компоненты окружающей среды: атмосферу, гидросферу, почвы, растительный и животный мир. Для строительства скважин, являющихся объектами повышенной пожаро- и взрывоопасности, отводятся площади земель сельскохозяйственного назначения, используются значительные объемы воды и химических реагентов для приготовления промывочных жидкостей и в производственном цикле. Она отличается большой землеемкостью, значительной загрязняющей способностью, высокой взрыво- и пожароопасностью промышленных объектов. Применяемые химические реагенты, применяемые при бурении скважин, добыче и подготовке нефти и газа обладают той или иной степенью опасности и оказывают определенное влияние на окружающую среду и человека. Кроме того, освоение углеводородного (УВ) сырья сопровождается разливами нефти или нефтепродуктов, аварийными неуправляемыми нефтегазовыми фонтанами, выбросами загрязняющих веществ от работы механизмов и оборудования, установок подготовки и переработки нефти и газа. Увеличение добычи углеводородного сырья приводит к росту количества отходов, образующихся при их разведке, добыче и переработке. К отходам нефтегазовых производств относятся выбросы загрязняющих веществ в виде дымовых газов, продукты горения сжигаемого в факелах попутного газа, попутно добываемые воды, промышленные стоки, отходы бурения. Следовательно, для мониторинга окружающей среды и источников загрязнений, связанных с нефтегазовой промышленностью, требуется разработанная «Экологическая политика и строгое соблюдение природоохранного законодательства».

Ключевые слова: месторождение, газоконденсат, окружающая среда, отходы производства, дымовые газы, буровой шлам, полигон, мониторинг, экологическая безопасность.

Для цитирования: Шарова О.А., Ушивцева Л.Ф. Комплексный подход к обращению с отходами производства (на примере Астраханского газохимического комплекса) // Управление техносферой: электрон. журнал, 2023. Т.6. Вып. 2. URL: <https://technosphere-ing.ru> С. 170–181. DOI: 10.34828/UdSU.2023.46.63.004.

Введение

Разработка месторождений любых полезных ископаемых сопровождается формированием различных отходов в твердом, жидком и газообразном виде, формированием хвостохранилищ, шламоохранилищ. Образующиеся отходы производства необходимо утилизировать, захоранивать или перерабатывать в соответствии с Федеральными законами [1, 2].

К отходам производства нефтегазовой отрасли относятся остатки сырья, материалов, попутные вещества, не нашедшие применение в данном производстве; вскрышные породы при освоении твердых полезных ископаемых, отходящие хвостовые газы при переработке нефти и природных газов; промышленные, буровые сточные и попутно добываемые с углеводородами пластовые воды, выбуренный шлам при строительстве скважин и др. Как известно, на долю нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности приходится более двух третей объемов отходов.

Рассмотрим движение и виды отходов, образующихся при разработке уникального Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ), на базе которого функционирует Астраханский газовый комплекс. Известно, что в составе пластового сырья месторождения находится около 50% метана и 50% кислых газов (сероводорода и углекислого газа). Учитывая специфику месторождения, загрязнение окружающей среды (ОС) происходит на всех этапах его освоения: начиная от строительства скважин, при добыче, переработке и реализации готовой продукции [3, 4].

При строительстве эксплуатационных скважин образуются значительные объемы выбуренной породы – шлама, загрязненного различными химреагентами 2-4 класса опасности, которые используются для приготовления глинистого раствора: барит, крахмал, каустическая сода, битум, нефть, лигносульфонаты, карбоксилметилцеллюлоза и др. Выбуренная порода складировается в пришламовых амбарах рядом с буровой или вывозится на специальный полигон «Экоплюс». На территории, разрабатываемого месторождения, имеется более

сотни таких шламохранилищ, где захоронено более 300 000 т отходов и занимающих площадь 100000 м² [3, 5]. Состав реагентов применяемых для приготовления глинистых растворов и их класс опасности на одну скважину приведен в табл. 1.

Таблица 1

Состав реагентов, применяемых для приготовления глинистых растворов

Вещества	Касс опасности	Тонны (среднее)
Барит	4	800
Крахмал	-	100
Каустическая сода	2	50
Битум	3	116
Поглотитель сероводорода	4	30
Карбоксилметилцеллюлоза	3	75
Лигносульфонаты	3	105
Нефть	3	250

Для обезвреживания отходов бурения используется методы детоксикации: биологические, микробиологические (цианобактериальные сообщества), химические (препарат Деворойл) [4, 6, 7].

Попутно добываемые с углеводородным сырьем пластовые высокоминерализованные воды, слабозагрязненные промышленные сточные воды, возвратные воды технологического процесса переработки газоконденсата после предварительной очистки на специализированной установке подвергаются биологической очистке на очистных сооружениях, имеющих на предприятии, а далее направляются в емкость сезонного регулирования (искусственно созданные котлованы) для осаждения мехпримесей. После осаждения мехпримесей вода используется для полива на сельскохозяйственных полях. Производительность блока биоочистки составляет 24600 м³/сут. Не подлежащие очистке жидкие отходы захораниваются на существующем Полигоне закачки промстоков. Полигон функционирует с момента работы газохимического

комплекса и приурочен к глубокой межсолевой мульде. Рабочими водоносными горизонтами, принимающими протстоки, служат терригенные отложения нижнего мела и юры, залегающие на глубинах 1200-1500 м, вмещающие пластовые воды высокой минерализации не пригодные для питьевого водоснабжения. За функционированием полигона закачки протстоков проводится ежеквартальный гидрогеологический, гидродинамический, газохимический контроль [8, 9].

Переработка углеводородного сырья Астраханского ГКМ на функционирующем газовом комплексе (промысел, газоперерабатывающий завод (ГПЗ), скважины и другие объекты инфраструктуры) включает получение серы из сероводорода на установках Клауса и других продуктов с образованием различных видов отходов (табл. 2.).

Таблица 2

Основные виды продукции и отходов горного производства

Вид производства	Ассортимент выпускаемой продукции Астраханским ГЗ	Выбросы загрязняющих веществ, уходящих в атмосферу
Газообразные отходы производства		
Добыча и переработка газоконденсата	Газовая сера (жидкая, комовая и гранулированная) Автомобильные бензины различных марок Дизельное, котельное и моторное топливо Мазут ШФЛУ (Бутан-пропановая фракция) Стабильный конденсат	Углерода оксид Диоксид серы Меркаптаны Сероводород Углеводороды Окислы азота Углеводородные газы Сажа Пыль серы

Наибольшее влияние на атмосферу оказывает переработка газоконденсата. Основными объектами загрязнения атмосферы на Астраханском газовом комплексе являются: дымовые трубы установок получения серы, факельные установки, трубы котельной, работающие и аварийные скважины, установки первичной подготовки газа (УППГ). В составе газовых выбросов в атмосферу наибольшую долю составляют: диоксид серы, оксид углерода,

окислы азота, сероводород, серная пыль, меркаптаны, сажа, а также другие полициклические УВ, которые относятся к I-IV классам опасности. [3, 5, 10].

С целью снижения валовых выбросов в атмосферу на газоперерабатывающем комплексе внедрены автоматический режим работы установок Клауса, установки доочистки газов Сульфрен и выпуск гранулированной серы. За годы работы газового комплекса отмечается постоянное снижение выбросов в атмосферу, также соблюдаются регламентируемые нормативы выбросов веществ. При превышении нормативов выбросов или на предприятие накладывают штрафные санкции [11].

В выбрасываемых загрязняющих веществах в составе дымовых газов присутствует до 13,6 % двуокиси углерода, что по запасам составляет около 1 млрд.т, который можно было бы извлекать (технологии выделения углекислоты известны и апробированы) и использовать в народном хозяйстве. Спектр его применения достаточно широк. В начальные годы работы комплекса в атмосферу выбрасывалось более 48 тыс. т двуокиси углерода. В составе пластового газоконденсата содержится ценный газ гелий, который также в составе дымовых газов выбрасывается в атмосферу. Технология добычи газа гелия применена на Оренбургском газовом комплексе.

Номинальный расход дымовых газов составляет 31254 кг/час, а температура 350⁰С. Этого теплового потенциала достаточно для годовой выработки электроэнергии в 1 млрд.квт/часов. В мире существуют установки для утилизации тепла отходящих газов, а снижение тепла облегчило бы извлечение из них углекислого газа, сернистого газа и других компонентов [3].

Состояние атмосферного воздуха и других объектов окружающей среды лежит в основе «Экологической политики предприятий ООО «Газпром добыча Астрахань» и «Газпром переработка Астрахань», ведущих добычу и переработку УВ сырья.

Среди наиболее опасных отходов считаются радиоактивные. При проектировании газового комплекса в соляных куполах были созданы

подземные емкости методом ядерных взрывов для хранения продуктов переработки, которые в настоящее время не используются по назначению (так называемый объект «Вега»), контроль за функционированием которого ведет ПФ «Газпром геотехнологии Астрахань». Образовавшиеся при взрывах жидкие средне- низкоактивные радиоактивные отходы (РАО) находятся в хранилище РАО в подземных емкостях 1Т-15Т (в полостях, искусственно созданных ядерными зарядами в мирных целях), не имеют выхода к дневной поверхности. По данным радиационного мониторинга 2021 года суммарная активность среднеактивных РАО составила $2,479e+15$ Бк, низкоактивных – $3,8559e+10$ Бк [12].

Твёрдые низко- и очень низко активные РАО в виде полимеров, загрязнённого грунта (включая керн), затвердевших остатков цементно-бentonитового раствора, стройматериалов, строительного и прочего мусора находятся в пункте временного хранения отходов (ПВХО) и в приповерхностном секционном пункте долговременного хранения радиоактивных отходов (ПСПДХРО).

В процессе многолетнего мониторинга за характеризуемым объектом в контрольно-наблюдательных скважинах не было зафиксировано загрязнение подземных вод радионуклидными веществами. Согласно имеющемуся ПД «Строительство приповерхностного секционного пункта долговременного хранения радиоактивных отходов объекта «Вега» на Астраханском ГКМ» на площадках подземных емкостей проведена рекультивация радиационно-загрязнённых участков, загрязнённый грунт с площадок удалён, и при повторном взятии контрольных проб грунта в них не обнаружено техногенных радионуклидов [12].

Согласно данным РИАЦ Астраханской области за 2021 год нарушений и недостатков по учету, контролю и хранению, утерь, хищений и несанкционированного использования РВ и РАО не выявлено. Значения величин радиационных параметров в санитарно-защитных зонах объекта «Вега» не

превышают значений, установленных контрольных уровней, а за территорией, вне границ площадок – соответствуют фоновым значениям.

Для обеспечения радиационной безопасности в районе расположения объекта «Вега» регулярно проводятся ремонтно-профилактические работы, мероприятия по обеспечению противофонтанной и газовой безопасности, мониторинг целостности конструкций этих объектов в соответствии с требованиями ФЗ.

Регулярные наблюдения, сбор, накопление, обработка и анализ информации позволяют оценить состояние геолого-гидрогеологической среды, земной поверхности, прогнозировать зоны техногенного влияния объекта. На основании мониторинга состояния недр и земной поверхности в 2021 году состояние радиационной безопасности на данном объекте «Вега» характеризуется как «удовлетворительное» и соответствует требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии [13].

Твердые и бытовые отходы, образующиеся на Астраханском газовом комплексе, утилизируются, перерабатываются и захораниваются на собственном полигоне твердых бытовых и коммунальных отходов (ПТБиКО), на котором проводится постоянный контроль и мониторинг компонентов ОС (подземных вод верхних водоносных горизонтов, близлежащих поверхностных водотоков с помощью гидрорежимно-наблюдательной сети скважин), отбор проб почвогрунтов и атмосферного воздуха [7, 14].

Выводы

В целом, можно отметить комплексный подход к проблеме отходов, образующихся при работе Астраханского газового комплекса. Они утилизируются, захораниваются или перерабатываются; ведется непрерывный мониторинг и контроль за состоянием окружающей среды на имеющихся полигонах и объектах, что сказывается на состоянии окружающей среды в районе их функционирования. Существующим и функционирующим объектам

сбора и переработки отходов производства газоперерабатывающее предприятие уделяет первостепенное значение, что, в конечном итоге, позволяет снизить негативную нагрузку на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон [принят Гос. Думой 24.06.1998] // Собрание законодательства РФ. 2002. № 89-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности // Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Серия 08. Выпуск 19. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. 288 с.
3. Чертов В.Н., Климонтова В.А., Голованова Н.В. Загрязнение приземного слоя атмосферы в зоне влияния АГКМ // Экология и воздействие природного газа на организм человека: материалы всесоюзной научно-практической конференции. Астрахань, 1989. 70 с.
4. Шарова О.А. Состав, динамика образования и основные пути утилизации промышленных отходов газодобычи // Геология, география и глобальная энергия. Астрахань, 2011. № 4. С.147–153.
5. Андрианов В.А. Геоэкологические аспекты деятельности Астраханского газового комплекса. Астрахань: Изд-во Астраханской государственной медицинской академии, 2002. 242 с.
6. Гришин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка. М.: Фаир-Пресс, 2002. 336 с.
7. Р Д 51-1-96. Инструкция по охране окружающей среды при строительстве скважин на месторождениях углеводородов поликомпонентного состава, в том числе сероводородсодержащих. М., 1996. 93 с.
8. Шарова О.А. Утилизация и комплексная переработка твердых бытовых и промышленных отходов городских агломераций: материалы научно-практической конференции. Уфимский государственный авиационный университет, Уфа, 2011. С. 62–70.
9. Шарова О.А. Мониторинг объектов окружающей среды в районе полигона по захоронению промышленных сточных вод // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. №12. С.7–13.

10. Шарова О.А. Экологический мониторинг на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. 2013. №3 (146) вып.22. С.164–167.
11. Шарова О.А., Бармин В.Н. Состояние и проблемы утилизации выбросов парниковых газов газоперерабатывающих комплексов // Экологическая безопасность региона: материалы международной научно-практической конференции. Брянск: Брянский государственный университет им. И.Г. Петровского, 2011.
12. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды: приказ МПР России от 15.06.2001 г. № 511.
13. Доклад об экологической ситуации в Астраханской области в 2021 г. / Р.И. Юнусов, А.Ф. Сокольский, Е.Г. Сангина, М.А. Галкина. Под ред. Р.И. Юнусова. Астрахань, 2022. 302 с.
14. Шарова О.А. Существующее положение обращения с отходами на предприятии ООО «Газпром добыча Астрахань» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2013. №11. С. 29–33.

Поступила в редакцию 20.03.2023

Сведения об авторах

Шарова Оксана Анатольевна

Начальник отдела по охране окружающей среды службы по охране окружающей среды ИТЦ ООО «Газпром добыча Астрахань» ул. Савушкина 6 строение 7, г. Астрахань, Россия.

E-mail: oksana.sharova.1986@gmail.com.

Ушивцева Любовь Франковна

кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры промысловой геологии, гидрогеологии и геохимии горючих ископаемых, Астраханский государственный университет, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, Россия.

E-mail: ushivceval@mail.ru

O.A. Sharova, L.F. Ushivtseva

INTEGRATED APPROACH TO INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT (CASE STUDY OF ASTRAKHAN GAS-CHEMICAL COMPLEX)

Annotation. Exploration, development and production of oil and gas have a significant impact on all components of the environment: atmosphere, hydrosphere, soils, flora and fauna. Construction of wells, which are highly fire- and explosive-hazardous objects, takes up areas of agricultural land, considerable volumes of water and chemical reagents for preparing flushing liquids and in the production cycle. It is characterized by high land consumption, considerable polluting capacity, and high explosion- and fire hazard of industrial facilities. The chemical reagents used in well drilling, oil and gas production and treatment have varying degrees of hazard and have a certain impact on the environment and humans. In addition, hydrocarbon (HC) development is accompanied by oil or petroleum product spills, uncontrollable oil and gas fountains, and emissions of pollutants from machinery and equipment, oil and gas treatment and processing facilities. Increased production of hydrocarbon raw materials leads to an increase in the amount of waste generated during their exploration, production and processing. Waste from oil and gas production includes emissions of pollutants in the form of flue gases, combustion products of flared associated gas; produced water, industrial effluents, drilling waste. Consequently, monitoring of the environment and sources of pollution associated with the oil and gas industry requires a developed "Environmental Policy and strict compliance with environmental legislation".

Keywords: field, gas condensate, environment, industrial wastes, flue gases, drilling cuttings, landfill, monitoring, environmental safety.

For citation: Sharova O.A., Ushivtseva L.F. [Integrated approach to industrial waste management (case study of Astrakhan gas-chemical complex)]. *Upravlenie tekhnosferoi*, 2023, vol. 6, issue 2. (In Russ.) Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 170–181. DOI: 10.34828/UdSU.2023.46.63.004.

REFERENCES

1. Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya: Federal'nyi zakon, prinyat Gos. Dumoi 24.06.1998. [On production and consumption waste: Federal Law [adopted by the State. Duma 24.06.1998] *Sobranie zakonodatel'stv RF [Collection of laws of the Russian Federation]*, 2002, no. 89-FZ (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.03.2023). (In Russ.).
2. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti [Federal norms and rules in the field of industrial safety]. *Pravila bezopasnosti v neftyanoi i gazovoi promyshlennosti [Safety rules in the oil and gas industry]*. Series 08. Issue 19. Moscow: Zakrytoe aktsionerное obshchestvo «Nauchno-tekhnicheskii tsentr issledovaniy problem promyshlennoi bezopasnosti», 2013, 288 p. (In Russ.).
3. Chertov V.N., Klimontova V.A., Golovanova N.V. Zagryaznenie prizemnogo sloya atmosfery v zone vliyaniya AGKM [Pollution of the surface layer of the atmosphere in the zone of influence

- of the AGCF]. *Ekologiya i vozdeistvie prirodnogo gaza na organizm cheloveka: materialy vsesoyuznoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Ecology and the impact of natural gas on the human body: materials of the All-Union Scientific and Practical Conference]. Astrakhan, 1989, 70 p. (In Russ.).
4. Sharova O.A. Sostav, dinamika obrazovaniya i osnovnye puti utilizatsii promyshlennykh otkhodov gazodobychi [Composition, dynamics of formation and the main ways of utilization of industrial gas production wastes]. *Geologiya, geografiya i global'naya energiya* [Geology, geography and global energy]. Astrakhan, 2011, no. 4, pp. 147–153. (In Russ.).
 5. Andrianov V.A. *Geoekologicheskie aspekty deyatel'nosti Astrakhanskogo gazovogo kompleksa* [Geoecological aspects of the activity of the Astrakhan gas complex]. Astrakhan': Publ. Astrakhan State Medical Academy, 2002, 242 p. (In Russ.).
 6. Grishin A.S., Novikov V.N. *Promyshlennye i bytovye otkhody. Khranenie, utilizatsiya, pererabotka* [Industrial and household waste. Storage, disposal, processing]. Moscow: Fair-Press, 2002, 336 p. (In Russ.).
 7. RD 51-1-96. *Instruktsiya po okhrane okruzhayushchei sredy pri stroitel'stve skvazhin na mestorozhdeniyakh uglevodorodov polikomponentnogo sostava, v tom chisle serovodorodsoderzhashchikh* [Instructions for environmental protection during the construction of wells in the fields of hydrocarbons of a polyc component composition, including hydrogen sulfide]. Moscow, 1996, 93 p. (In Russ.).
 8. Sharova O.A. *Utilizatsiya i kompleksnaya pererabotka tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov gorodskikh aglomeratsii: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii*. [Utilization and complex processing of solid household and industrial wastes of urban agglomerations: materials of the scientific-practical conference]. Ufa: Ufa State Aviation University, 2011, pp. 62–70. (In Russ.).
 9. Sharova O.A. Monitoring ob"ektov okruzhayushchei sredy v raione poligona po zakhoroneniyu promyshlennykh stochnykh vod [Monitoring of environmental objects in the area of the landfill for the disposal of industrial wastewater]. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental Protection in the Oil and Gas Complex]. 2012, no. 12, pp.7–13. (In Russ.).
 10. Sharova O.A. Ekologicheskii monitoring na poligonakh tverdykh bytovykh i promyshlennykh otkhodov [Ecological monitoring at solid household and industrial waste landfills]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Estestvennye nauki* [Nauchnye Vedomosti BelSU. Series Natural Sciences]. 2013, no. 3(146), issue 22, pp.164–167. (In Russ.).

11. Sharova O.A., Barmin V.N. Sostoyanie i problemy utilizatsii vybrosov parnikovyykh gazov gazopererabatyvayushchikh kompleksov [State and problems of utilization of greenhouse gas emissions from gas processing complexes]. *Ekologicheskaya bezopasnost' regiona: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Ecological safety of the region: materials of the international scientific and practical conference]. Bryansk: Bryanskii gosudarstvennyi universitet im. I.G. Petrovskogo, 2011. (In Russ.).
12. Kriterii otneseniya opasnykh otkhodov k klassu opasnosti dlya okruzhayushchei prirodnoi sredy [Criteria for classifying hazardous waste as a hazard class for the environment]: *prikaz MPR Rossii ot 15.06.2001 g. № 511*. (In Russ.).
13. *Doklad ob ekologicheskoi situatsii v Astrakhanskoi oblasti v 2021 g.* [Report on the environmental situation in the Astrakhan region in 2021]. In R.I. Yunusov, A.F. Sokolsky, E.G. Sangina, M.A. Galkin. Ed. R.I. Yunusov (ed). Astrakhan, 2022, 302 p. (In Russ.).
14. Sharova O.A. Sushchestvuyushchee polozhenie obrashcheniya s otkhodami na predpriyatii OOO «Gazprom dobycha Astrakhan» [The current situation of waste management at the enterprise Gazprom dobycha Astrakhan]. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas complex]. 2013, no. 11, pp. 29–33. (In Russ.).

Received 20.03.2023

About the Authors

Sharova Oksana Anatolievna

Head of the Department for Environmental Protection of the Environmental Protection Service of the Engineering and Technology Center of Gazprom's Astrakhan dobycha, Savushkina st., 6 build. 7, Astrakhan, Russia.

E-mail: oksana.sharova.1986@gmail.com

Ushivtseva Lyubov Frankovna

Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Commercial Geology, Hydrogeology and Geochemistry of Combustible Fossils, Astrakhan State University, Astrakhan, pl. Shaumyana, 1, Russia.

E-mail: ushivceval@mail.ru