

DOI 10.21672/2077-6322-2021-81-2-157-162

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РЕГИОНАХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шакирзянов Артур Марселевич, начальник отдела экологического мониторинга, Министерство экологии и природных ресурсов Республики Татарстан, Российская Федерация, 420049, Казань, ул. Павлухина 75, shakirzyanov.artur.marselevich.ya@ru.

В настоящее время огромное влияние на подземные воды оказывают нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность. Негативное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду, в том числе на загрязнение подземных вод, достаточно актуально не только во всем мире, но и конкретно в регионах. Цель работы – раскрыть влияние нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности на подземные воды, раскрыть источники загрязнения, загрязняющие вещества в районах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, а также меры по охране подземных вод. Методом проведения работы служат аналитические и литературные источники, научные исследования. Загрязнения подземных вод носят локальный или региональный характер, они происходят под воздействием техногенного и природного процессов. Установлено, что поступление нефтепродуктов и нефти в подземные воды возможно вследствие утечки сырья на стадии подготовки к транспортировке и транспортировки нефтепродуктов, на стадии эксплуатации и бурения скважин и прочее. Наиболее опасными загрязнениями являются загрязнения грунтовых вод. Опасность загрязнения подземных вод нефтью и нефтепродуктами опасны тем, что в связи с этим в подземных водах развиваются различные бактерии, способные вызывать различные мутации, заболевания; подземные воды являются стратегическим запасом питьевой воды; практически невозможно очистить подземные воды при прорыве нефтескважин; самоочищение подземных вод происходит в течение длительного времени. Чтобы снизить негативное воздействие необходимо тщательно следить за безопасной и экологической работоспособностью техники, придерживаться строгих нормативов на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях.

Ключевые слова: загрязнения, подземные воды, нефть, нефтепродукты, грунтовые воды, загрязнение окружающей среды, нефтеперерабатывающие предприятия, нефтедобывающие предприятия, влияние

GEOECOLOGICAL MONITORING OF UNDERGROUND WATER POLLUTION IN THE AREA OF OIL PRODUCTION AND OIL REFINING INDUSTRY

Shakirzyanov Artur M., Head of the Environmental Monitoring Department of the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Tatarstan, 75 Pavlyukhina St., Kazan, 420049, Russian Federation, shakirzyanov.artur.marselevich.ya@ru

Relevance of the work: Currently, the oil production and refining industry has a huge impact on underground water. The negative impact of petroleum products on the environment, including the pollution of underground water, is quite relevant not only around the world, but also specifically in our region. *The purpose of the work:* to reveal the influence of the oil-producing and oil-refining industries on underground water, to reveal the sources of pollution, pollutants in the areas of the oil-producing and oil-refining industries, as well as the conditions for the protection of underground water. *Method of work:* analysis of literary sources, scientific research. The results of the work and the scope of their application: Groundwater pollution is local or regional in nature, it occurs under the influence of man-made and natural processes. It is established that the flow of petroleum products and oil into underground waters is possible due to the leakage of raw materials at the stage of preparation for transportation and transportation of petroleum products, at the stage of operation and drilling of wells, etc., and the most dangerous pollutants are ground water pollution. The danger of contamination of underground waters with oil and petroleum products is dangerous because in this regard, various bacteria develop in underground waters that can cause various mutations, diseases; underground water is a strategic reserve of drinking water; it is almost impossible to clean underground water when oil wells break through; self-purification of underground water occurs for a long time. To reduce the

negative impact, it is necessary to carefully monitor the performance of equipment, adhere to certain standards at oil production and oil refining enterprises.

Keywords: pollution, underground water, oil, petroleum products, ground water, environmental pollution, oil refineries, oil producing enterprises, influence

В последнее время проблема загрязнения подземных вод в районах нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей промышленности стала глобальной. Негативное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду, в том числе на загрязнение подземных вод, достаточно актуально не только во всем мире, но и конкретно в нашем регионе.

В подземные воды ежедневно попадают тысячи кубометров нефтяных и нефте-содержащих продуктов вследствие линейных или локальных утечек из автопарков, автозаправочных станций, нефтеперерабатывающих баз, заводов, наземных и подземных нефтехранилищ. Это приводит к образованию ореолов нефтяного загрязнения в зоне аэрации и загрязнению подземных вод. Нефть и нефтепродукты губят флору, фауну и наносят вред здоровью человека, отравляя подземную гидросферу. Загрязнение, особенно из подземных нефтяных емкостей происходит незаметно. Нефть не разливается по поверхности земли, а просачивается в зону аэрации, достигает грунтовых вод и распространяется по территории. Проходит время, прежде чем загрязнение от промышленных объектов становится неоспоримым фактом, и начинают предприниматься меры по его ликвидации.

Подземные воды – полезное ископаемое, которое возобновляется в естественных условиях. Критерием, по которому оцениваются запасы этих вод – это количество. Загрязнение подземных вод носит локальный или региональный характер, оно происходит под воздействием техногенного и природного процесса. Загрязнение этих вод не допускает или ограничивает их использование (для культурно-бытовых, питьевых, хозяйственных и других нужд) вследствие ухудшения их свойств и состава [5].

Нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность – это один из основных источников загрязнения окружающей среды, в том числе и подземных вод. Основными загрязняющими веществами в районах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности являются: нефтепродукты и нефть, взвешенные вещества, СПАВ, буровые растворы и химические реагенты, применяемые в них, высокоминерализованные пластовые воды.

Нефть – это жидкость от темно бурого до светло-коричневого цвета, плотность которой составляет 0,65–1,05 (чаще всего 0,82–0,95) грамм на кубический сантиметр в зависимости от давления и температуры. Нефть содержит разные органические вещества, характеризующиеся температурой начала кипения углеводородов и фракционным составом – выходом отдельных фракций, которые перегоняются сначала при атмосферном давлении, а затем в определенных температурных пределах под вакуумом (до 450–500 °С). Установлено, что в нефти содержатся более 450 индивидуальных соединений. А основными компонентами нефти являются углеводороды, представленные соединениями трех классов: ароматические углеводороды, циклопарафины и парафины. Также в нефти содержатся неуглеводородные соединения, составляющие чаще всего 5–10 % от массы нефти, они представлены производными металлов (сульфиды), кислорода, азота и серы.

Нефть – легковоспламеняющаяся жидкость, она не может образовывать стойкие эмульсии, так как в обычных условиях не растворима в воде.

Поступление нефтепродуктов и нефти в подземные воды возможно вследствие утечки сырья на стадии подготовки к транспортировке и транспортировке нефтепродуктов, на стадии эксплуатации и бурения скважин и пр. При фильтрации воды, которая загрязнена нефтью и нефтепродуктами, происходит их накопление во вмещающих породах. А также параллельно накоплению идут процессы разложения органических веществ. При аварийном прорыве трубопровода может пролиться от нескольких сотен до тысяч кубических метров нефти [1].

По мнению А. А. Фаухутдинова, трансформация нефтепродуктов в подземных водах приводит к образованию огромного количества канцерогенных веществ [4].

При загрязнениях подземных вод нефтепродуктами на их поверхности образуются линзы, состоящие из углеводородов – однофазной жидкости, мощность которой зависит от количества нефтепродуктов, проникших в водоносный горизонт; площадь такой линзы может составлять от нескольких сантиметров до нескольких метров. Ниже однофазной жидкости залегает средний слой, который содержит двухфазную смесь в виде эмульсии, а наиболее растворимые углеводороды образуют раствор с водой (преимущественно это ароматические углеводороды). Вследствие загрязнения нефтепродуктами в подземных водах формируется стратифицированный разрез водоносного горизонта, в нижних слоях которого залегает раствор нефтепродуктов в воде, в средних – двухфазная смесь, а в верхних – собственно нефть.

Площади, которые заняты растворимыми в воде и эмульгированными углеводородами, в несколько раз больше площади, которая занимает нефтяная линза. Признаком нефтяного загрязнения подземных вод является наличие нефтяной пленки на поверхности воды и специфический запах нефтепродуктов и нефти.

Удаление нефтепродуктов из подземных вод вследствие сорбции глиноземистым материалом, а также в результате биохимической деградации и окисления [4].

Исследования В. М. Гольдберга показали, что ежегодными потерями нефти является 1,25 % ее добычи, в среднем 700–800 тонн в год попадает в водные объекты, в том числе и в подземные воды. И наиболее интенсивное загрязнение происходит в период весеннего половодья – в период дождевых паводков и при таянии загрязненного снега [1].

Нефтепродукты в водной среде могут находиться в 4-х состояниях: в виде водного раствора, эмульсии, однородной жидкости и газа.

Изначально нефтепродукт попадает на поверхность земли, затем начинается его просачивание через зоны аэрации.

На границе между водонасыщенной и ненасыщенной средами происходит распространение нефтепродукта в горизонтальном направлении (активная миграция). Кроме того, на поверхности грунтовых вод может происходить пассивная миграция, то есть снос нефтепродуктов потоками подземных вод. Определенную роль в загрязнение окружающей среды углеводородами играют колебания уровня грунтовых вод. При понижении уровня нефтепродукты следуют за водой до больших глубин. При повышении, которое часто происходит быстрее, чем понижение, часть нефтяных веществ остается ниже уровня грунтовых вод.

По вертикали в зоне аэрации и горизонте грунтовых вод можно выделить пять зон, в которых нефтепродукты, проникшие с поверхности земли, содержатся в различных формах. Зона 1 над максимальным уровнем жидких нефтяных веществ содержит только газообразные углеводороды. Зона 2 содержит нефтепродукты, покрывающие поверхность зерен породы. Зона 3 между уровнем нефтепродуктов в данный момент и их границей с водой насыщена нефтепродуктами. Зона 4 характеризуется смесью капель нефтяных веществ с водой. В зоне 5 вода содержит растворенные или эмульгированные нефтяные вещества. Движение нефтяных веществ в каждой зоне носит различный характер, поэтому в каждом конкретном случае нефтяного загрязнения необходимо изучать движения нефтяных веществ.

Жидкие углеводороды, которые попадают в горизонт грунтовых вод по трещинам и по порам, достигают уровня грунтовых вод или встречают менее непроницаемый слой. Затем происходит их накопление и горизонтальное растекание. Условиями движения в пористой водонасыщенной среде жидких углеводородов являются:

- сорбционные свойства горных пород могут замедлять движение нефтепродуктов;
- скорость движения нефтяных веществ определяется гидравлическим градиентом;

– на движение нефтепродуктов огромное влияние оказывает неоднородность проницаемого слоя;

– нефть и нефтепродукты продвигаются в тонком слое верхней части водоносного горизонта;

– нефть и вода образуют двухфазную систему.

Газообразные углеводороды имеют свойство быстро улетучиваться при ликвидации источника загрязнения. Они чаще всего находятся над уровнем грунтовых вод, в зоне аэрации, а их концентрация зависит от колебания уровня грунтовых вод [3].

Источники загрязнения подземных вод нефтепродуктами и нефти можно разделить на две группы в зависимости от того, можно предвидеть загрязнение или нет:

1) загрязнения, которые возникают вследствие аварии: это утечки нефтяных веществ при транспортировке нефти водным путём, при железнодорожных и шоссейных авариях.

2) загрязнения, возникающие при добыче нефти: при переработке, складирования нефтепродуктов и нефти (эти загрязнения можно предвидеть).

Источниками загрязнения подземных вод нефтепродуктами могут быть все сооружения, которые связаны с хранением, сбором, добычей, очистка стоков и нефти, а также с их утилизацией. Основную часть стоков составляют пластовые воды, которые добываются вместе с нефтью, количество этих вод зависит от степени обводнённости месторождений и от объёма добываемой нефти. Объём нефти в таких случаях значительно ниже объёма пластовых вод.

По словам Ю. И. Пиковского, в большинстве случаев загрязнение подземных вод в пределах нефтепромыслов связано с фильтрацией сточных пластовых вод, а не с фильтрацией нефти [2].

Источники загрязнения нефтепродуктами подразделяются на временные и постоянные. К источникам временного действия относятся:

– периодические загрязняемые речные воды,

– при нарушении герметичности затрубного пространства перетоки рассолов и солёных вод попадают в водоносные горизонты,

– изливы стоков и нефти на земную поверхность при авариях.

К источникам постоянного действия относятся:

– земляные амбары химических реагентов и нефти,

– нефтеловушки,

– пруды-отстойники.

Загрязнение грунтовых вод нефтепродуктами и нефтью на территории нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий носит мозаичный характер. Это связано с непостоянством аварийных проливов и утечек, как по времени, так и по месту проявления.

Именно загрязнения нефтепродуктами и нефтью грунтовых вод являются наиболее опасными. Они могут быстро распространяться на значительные территории, выходить на земную поверхность и попадать в поверхностные водоёмы. При этом следует иметь в виду следующие особенности такого загрязнения:

1) главными загрязнителями грунтовых вод являются меркаптаны, тяжёлые металлы, углеводороды. А также загрязнение верхнего водоносного горизонта обусловлено поступлением в него бытовых и промышленных стоков и эмульгаторов для обезвоживания аммиака, нефти, которые используются для нейтрализации серной кислоты, щелочей, сероводорода. Все эти загрязнители в той или иной мере попадают в водоносные системы, несмотря на огромные усилия, которые предпринимаются для очистки промышленных стоков, а их величины значительны, так как для переработки 1 тонны нефти требуется 2 тонны воды.

2) составные части нефтяного ореола загрязнения как бы обособлены друг от друга и обладают своеобразной динамикой, которая связана с временными и пространственными изменениями;

3) водоэмульгированные и водорастворимые формы (легко подвижные формы нефтепродуктов) движутся выше уровня подземных вод, так как они легче воды, сорбированные формы малоподвижны и регулируются диффузионными процессами; газообразные формы могут перемещаться как в растворенном состоянии, так и в свободном;

4) текучесть и подвижность жидких фаз углеводородов: так, один литр бензина может сделать некондиционными 2 млн л питьевых вод.

Взаимодействие углеводородов с подземными водами приводит к образованию новых соединений нефтяного ряда. Многие из них обладают более опасными свойствами, чем исходные материнские соединения. Поэтому в последнем СанПиНе появились сотни новых наименований органических соединений.

Рост масштаба нефтяного загрязнения природной среды и разнообразия различных форм его проявления заставляют искать оптимальные пути борьбы с его причинами и последствиями.

Охрана подземных вод как комплексная проблема имеет два основных направления:

- 1) охрану подземных вод как одного из основных компонентов природной среды;
- 2) охрану подземных вод как полезного ископаемого на разведываемых или эксплуатируемых месторождениях подземных вод [3].

Охрана от загрязнения подземных вод необходима для месторождений лечебных минеральных вод и для месторождений пресных подземных вод, которые используются для хозяйственно-питьевого или технического водоснабжения.

При подтверждении в течение расчетного срока эксплуатации опасности загрязнения предусматривается специальный комплекс по устранению возможных очагов загрязнения, который связан с очисткой или ликвидацией мест складирования отходов, ликвидацией мелких животноводческих ферм или предприятий, с уменьшением их загрязняющего влияния (утилизация отходов, устранение утечек из трубопроводов, создание безотходных технологий), а также мер, которые предотвращают распространение загрязняющих веществ.

Более сложными являются случаи, когда в пределах самого продуктивного горизонта в зоне влияния водозабора или в смежных горизонтах, имеющих с ним гидравлическую связь, уже существуют участки с загрязненными подземными водами. Предотвращение распространения загрязнения и его поступления к водозабору может быть обеспечено только при проведении специальных мероприятий по локализации участка загрязнения (перехват загрязненных вод с помощью различного рода дренажных устройств, создание противодиффузионных завес и экранов) или промывкой пласта с помощью специальных растворов или воды с помощью откаченных и нагнетательных скважин; или ликвидация загрязнения через систему извлечения всего объема загрязненной воды.

Такие мероприятия по сравнению с профилактическими мерами по определению места или устранению загрязнения подземных вод являются дорогостоящими и сложными. А в случае загрязнения больших площадей и огромной мощности водонесных пород их применение, чаще всего, не дает удовлетворительных результатов.

Защита подземных вод от загрязнения в период эксплуатации месторождения осуществляется путем создания зон «санитарной охраны» водозаборов. При организации зоны санитарной охраны учитывается необходимость осуществления:

- санитарного надзора с проведением профилактических мероприятий;
- санитарного контроля с применением при необходимости ликвидации или локализации очагов загрязнения,
- строгого санитарного режима в пределах собственно водозаборного участка [5].

Таким образом, деятельность людей в области нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности возрастает с каждым годом, а это в свою очередь, связано с огромным риском загрязнения, особенно подземных вод. Опасность загрязнения подземных вод нефтью и нефтепродуктами связано с тем, что

- в связи с этим в подземных водах развиваются различные бактерии, способные вызывать различные мутации, заболевания;
- подземные воды являются стратегическим запасом питьевой воды;
- практически невозможно очистить подземные воды при прорыве нефтескажин;
- самоочищение подземных вод происходит в течение длительного времени.

С целью снижения негативного воздействия необходимо тщательно следить за работоспособностью техники, придерживаться определенных нормативов на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях.

Список литературы

1. Гольдберг, В. М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В. М. Гольдберг. – М. : Недра, 2006. – 268с.
2. Пиковский, Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / Ю. И. Пиковский. – М. : Московский гос. ун-т, 1996. – 207с.
3. Сафарова, В. И. Экоаналитический контроль в системе оценки качества окружающей среды / В. И. Сафарова, Ф. Х. Кудашева и др. – М. : Интер, 2014. – 118с.
4. Фаухутдинов, А. А. Влияние объектов нефтедобычи и нефтепереработки на качество природных вод / А. А. Фаухутдинов, В. И. Сафарова и др. // Башкирский химический журнал. – 2008. – Т. 15, № 1. – С. 87–93.
5. Шварцев, С. Л. Общая гидрогеология / С. Л. Шварцев. – М. : Недра, 1996. – 423 с.

References

1. Goldberg, V. M. *Gidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod ot zagryazneniya* [Hydrogeological bases of protection of underground waters from pollution]. Moscow, Nedra Publ. House, 2006, 268 p.
2. Pikovskiy, Yu. I. *Prirodnye i tekhnogennye potoki uglevodorodov v okruyayushey srede* [Natural and man-made flows of hydrocarbons in the environment]. Moscow, Moscow State University Publ. House, 1996, 207 p.
3. Safarova, V. I., Kudasheva, F. Kh. et al. *Ekoanaliticheskiy control v sisteme otsenki kachestva okruzhayushchey sredy* [Ecoanalytical control in the environmental quality assessment system]. Moscow, Inter Publ. House, 2014, 118 p.
4. Faukhutdinov, A. A., Safarova V. I. et al. *Vlianie obektov nefteodobichi i neftepererabotki na kachhestvo prirodnykh vod* [Influence of oil production and refining facilities on the quality of natural waters]. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal* [Bashkir Chemical Journal]. 2008, vol. 15, no 1, pp. 87–93.
5. Shvartsev, S. L. *Obshchaya gidrogeologiya* [General hydrogeology]. Moscow, Nedra Publ. House, 1996, 423 p.