

ли гистерезиса по сравнению с начальной. Это свидетельствует о необратимой фиксации части ионов почвой.

Кроме того, при различном увлажнении органогенной почвы существенно изменяются ее свойства, в том числе и электрофизические.

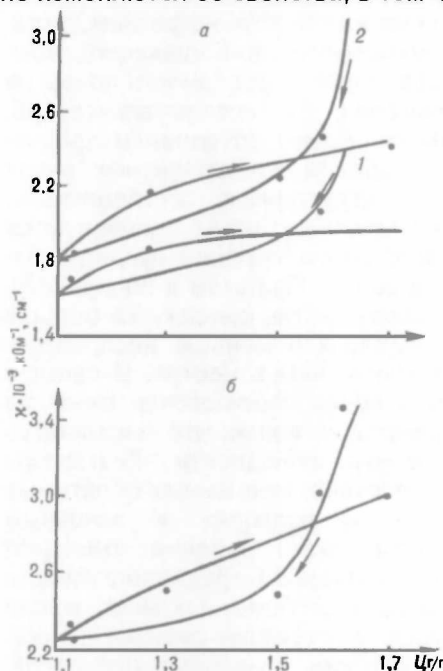


Рис.3. Изменение удельной электропроводности порового раствора торфяной почвы при разных дозах РГСШ:

а) – 50 г/га (1), 250 г/га (2); б) – 500 г/га солей

Таким образом, выполненные исследования позволили выяснить, какое воздействие оказывают рассолы глинисто-солевых шламов на сорбционные свойства и электропроводность минеральной и органогенной почв.

1. Установлено, что емкость сорбции рассолов глинисто-солевых шламов торфяно-болотной почвой значительно выше, чем дерново-подзолистой. Это обусловлено большим содержанием гуминовых веществ, а в их составе – значительным количеством и разнообразием функциональных групп в органогенной почве.

2. Выявлено, что изменение кислотности под воздействием рассолов меньше в торфяной почве вследствие ее буферности и значительной емкости поглощения.

3. Показано наличие гистерезиса электропроводности порового раствора модифицированной РГСШ почвы, возникающего в цикле увлажнение – высушивание. Гистерезис электро-

проводности обусловлен процессами сорбции поливалентных ионов рассолов почвой.

4. Установлено, что величина гистерезиса электропроводности возрастает по мере роста содержания ионов поливалентных металлов в составе РГСШ и с увеличением влажности почвы.

5. Гистерезис электропроводности обработанной РГСШ торфяной почвы меньше, чем дерново-подзолистой. Это обусловлено значительным поглощением ионов рассолов органогенной почвой и изменением ее свойств в условиях увлажнения - высушивания.

1. Орлов Д. С. Химия почв. М., 1985.

2. Савич В. И. // Изв. ТСХА. 1970. № 5. С. 110.

3. Савич В. И., Котелева В. В., Калина Н. М. и др. // Изв. ТСХА. 1977. № 1. С. 87.

Поступила в редакцию 18.06.99.

УДК 622. 323: 550. 8

Е.Б. АНТИПИН

ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ

Influence drilling of boreholes on lithosphere, water, soils, vegetation on territory the Polessie is shown.

На пороге уходящего столетия можно уверенно сказать, что на территории Белорусского Полесья сложилась крайне сложная геоэкологическая си-

туация, вызванная негативными последствиями проведения геологоразведочных работ и эксплуатации нефтяных месторождений в Припятском прогибе.

Объектом техногенного воздействия на верхнюю часть литосферы является геологическая среда, которая включает такие природные компоненты, как горные породы, поверхностные и подземные воды, почвы и рельеф [1]. В результате освоения нефтяных месторождений происходят необратимые трансформации как глубоко погруженных горизонтов платформенного чехла, так и земной поверхности. Такие изменения оказывают существенное влияние на экологическую обстановку.

Для Белорусского Полесья типичны низменные природные комплексы, в меньшей мере распространены средневысотные. Ландшафтную структуру Белорусского Полесья определяют аллювиальные террасированные (около половины территории), пойменные, вторичные водно-ледниковые, моренно-зандровые ландшафты и нерасчлененные комплексы с преобладанием болот [2].

К настоящему времени на территории Белорусского Полесья открыто 62 месторождения нефти, из которых 46 разрабатывается, 8 являются разведываемыми, а 8 законсервировано. В рассматриваемом регионе пробурено около 2 тыс. скважин (глубиной от 2,0 до 5,4 км) на нефть различного назначения. Скопления нефти в Припятском прогибе находятся в подсолевых терригенных (пашийский, кыновский горизонты), подсолевых карбонатных (саргаевский, семилукский, воронежский), межсолевых (задонский, елецкий) и внутрисолевых (лебединский) отложениях девона. Глубина их залегания изменяется от 1612 м (Березинское месторождение) до 4580 м (Первомайское месторождение). Площадь нефтяных залежей варьируется от 1–2 км² до 50 км² (Речицкое месторождение). Мощность нефтенасыщенных пород составляет от 1–2 до 180 м.

Последствия бурения скважин и эксплуатации открытых месторождений нефти приводят к резкому возрастанию загрязнения геологической среды, которые по условиям их образования можно разделить на эксплуатационные (очистка сеток, выбросит; шлам; отработанная вода в системе охлаждения; геофизические исследования скважин; перфорация; закачка кислоты, солянки в скважины), технические (обмыв буровых труб; явление сифона; дополнительное загрязнение раствора после цементирования), аварийные (нефтеводогазопроявления; прорыв трубопроводов; аварийные ситуации – слом, обрыв, полет, прихват, заклинка бурового инструмента и обсадной колонны и т.д.), природные (дождевые и талые воды).

В результате проведения геологоразведочных работ и нефтедобычи в Припятском прогибе возникают прежде всего изменения в горных породах платформенного чехла. В большинстве пробуренных скважин под давлением образуются каверны и трещины в породах верхнесолевой толщи. Подобные явления происходят в результате использования при бурении агрессивных буровых растворов. При бурении скважин с земной поверхности открывается доступ в осадочные образования биосферного вещества (вод, газов, твердых тел и живых организмов), что способствует развитию процессов физического, химического, биологического выветривания, созданию принципиально новых физико-химических и биохимических условий в глубокозалегающих горизонтах. Вскрытие и разрушение буровым инструментом горных пород приводит к падению внутрислоевого давления, изменению напряженного состояния пород в массиве, вызывает дегазацию пород и вод, а также происходит изменение температурного режима пород, слагающих данные слои.

При проведении буровых работ и разработке залежей нефти используются буровые растворы сложного химического состава, обработанные химическими реагентами, нефти- и инертноэмульсионным составом на углеродной основе. В результате применения кислотной обработки пород, буровых растворов возникает угроза загрязнения подземных вод, этому также

способствуют попутные воды, извлекаемые совместно с нефтью из продуктивного пласта, шлам.

Технология бурения скважин в зависимости от их глубины предусматривает приготовление от 250 м³ до 1000 м³ и более бурового раствора. В состав буровых растворов наряду с различными химическими компонентами входят поверхностно-активные вещества (ПАВ). Использование их при поиске, разведке и добыче нефти приводит к ускорению процесса бурения, увеличению нефтеотдачи пластов, очистке ствола скважины, однако они легко проникают в водоемы, грунтовые и подземные воды, т.е. увеличивают степень загрязнения геологической среды. Следует отметить способность ПАВ легко увлекать за собой жидкие и твердые загрязнения в смеси с другими веществами, значительно увеличивая токсичность, губительно воздействуя на живые организмы и повышая степень поражения геологической среды.

В процессе геологоразведочных работ на нефть в виде попутного продукта извлекаются высокоминерализованные рассолы. Состав природных рассолов характеризуется наличием разных химических элементов (бром, железо, натрий, хлор, бор, стронций, калий, магний и др.). Обладая токсичностью и попадая на поверхность из недр земли, рассолы загрязняют территории разработки месторождений.

Среди различных компонентов геологической среды Полесья заметно трансформирован рельеф земной поверхности. Это вызвано прежде всего сооружением буровых площадок, строительством дорог, ЛЭП, бытовых помещений, земляных амбаров, отстойников и их обваловок, что приводит к формированию на этой территории техногенных форм рельефа. Измененные территории исключаются из хозяйственного пользования и, как правило, являются эрозионно-опасными.

Бурение скважин разных категорий сопровождается образованием значительных объемов (в среднем до 4–5 тыс. м³) буровых сточных вод, которые обычно загрязнены нефтепродуктами, органическими соединениями, щелочами, содержат значительное количество взвешенных частиц. Буровые стоки способствуют техногенному засолению и загрязнению поверхностных и грунтовых вод, так как амбарный способ их хранения не обеспечивает соблюдения природоохранных мер. Площадь участков засоления в районе амбаров достигает 4,5 га, а для всего региона Припятского прогиба – 9 тыс. га. Содержание солей в почвенном слое изменяется от 0,5 г/кг (на границе ореолов) до 20–30 г/кг у амбаров. В составе солей преобладают хлориды натрия, наблюдается повышенная минерализация грунтовых вод до 50–60 г/л. Исследованиями БелНИГРИ установлено, что даже после проведения рекультивации на местах амбаров в понижениях образуются скопления загрязненной воды (скв. 3 – Мармовичская). На площадках нефтяных скважин установлено загрязнение подземных, поверхностных вод и грунтов нефтепродуктами, химическими реагентами и высокоминерализованными рассолами. При этом загрязнения прослеживаются по площади и глубине в течение 10–15 лет.

На территории Белорусского Полесья отмечается загрязнение поверхностных вод в результате попадания нефти в водоемы, болотные массивы и реки, расположенные вблизи буровых площадок. На поверхности воды образуются нефтяные пленки, которые препятствуют нормальной жизнедеятельности живых организмов и водной растительности. Постепенно начинается процесс разложения нефти и образования нефтяного «мусса». Быстрее всего поверхность очищается от нефти во время дождя, когда разбиваются слики и большая часть нефти опускается на дно или в толщу воды. Однако со временем эта нефть вновь поднимается на поверхность. В пасмурные дни количество всплывающей нефти наиболее значительно, и в результате поверхность воды оказывается более загрязненной. Необходимо отметить способность нефти накапливаться в донных осадках, а затем по прошествии иногда весьма длительного промежутка времени вновь

всплывать на поверхность. Скорость разложения нефтепродуктов в донных осадках чрезвычайно мала ввиду отсутствия ультрафиолетового облучения и часто анаэробных условий. В донных осадках накопленная нефть во многих случаях практически не разлагается [3].

В ходе проведения геологоразведочных работ и бурении скважин на нефть в процессе их испытания на земную поверхность нередко попадает значительное количество сырой нефти и высокоминерализованных вод, что приводит к интенсивному загрязнению почвенного покрова. В пределах Белорусского Полесья под обустройство каждой скважины отчуждается от 2,3 до 3,05 га земли. Всего под нефтяные скважины было задействовано 5892,6 га земли. Эта территория подвергалась и продолжает подвергаться опасности загрязнения сырой нефтью, буровыми стоками и высокоминерализованными рассолами. Загрязнение почв нефтепродуктами влечет нарушение воздушного режима и водных свойств почв. При закупоривании капилляров почв нефтью и жидкими отходами бурения нарушается аэрация и создаются анаэробные условия в почвенных процессах. Отмечается изменение и в населяющих почву живых микроорганизмах, снижается численность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и бактерий, усваивающих соединения азота. Происходит угнетение окислительно-восстановительных ферментативных процессов, что в конечном счете снижает биологическую активность и плодородие почв. Кроме того, в результате длительного бурения скважин давление, возникающее за счет буровых станков, приводит к уплотнению почвенного покрова и поверхностных слоев литосферы. Нагрузки от станка на 1 см площади достигают 0,4–1,0 кг, что вызывает нарушение физико-механических свойств пород. На территории буровой в процессе работы различных технических средств и механизмов происходит потеря и утечка нефтепродуктов и их среднее содержание в почве изменяется в пределах от 3 до 16 г на 100 г почвы [4].

При загрязнении нефтью почвенного покрова может увеличиваться содержание органического углерода и битуминозных компонентов по всему почвенному профилю (нефть содержит около 85% углерода). Вредное влияние нефтепродуктов отмечается для многих видов почв, а процессы самоочищения протекают медленно.

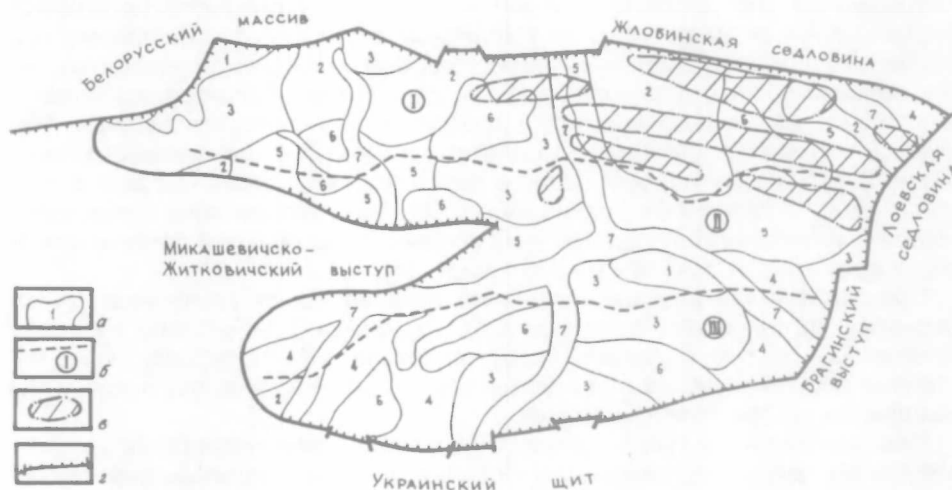
Под воздействием геологоразведочных работ изменяется структура растительного покрова Белорусского Полесья. Изучение последствий загрязнения территории отходами бурения показывает, что на всех пораженных участках наблюдается лишь незначительное восстановление растительности. Даже по истечении 15 лет растительность восстанавливается менее чем наполовину. Во всех случаях сразу после разлива отходов бурения, особенно содержащих нефть, растительный покров почти полностью уничтожается.

На начальной стадии разработки месторождений растительный покров начинает ощущать на себе негативное воздействие геологоразведочных работ. Прежде всего растительный покров подвергается механическому воздействию, при котором он либо полностью уничтожается, либо очень сильно нарушается. К этому приводит вырубка древостоя, последующая раскорчевка, уничтожение почвенного покрова при планировке буровой площадки. Установлено, что после проведения первичных мероприятий по подготовке скважин к бурению и в период последующей их эксплуатации на насыпях и валах формируются растительные сообщества в разреженной форме. Внешне они не несут каких-либо признаков угнетения, однако изменены некоторые их свойства. Так, у мать-и-мачехи листья и черешки стали более упругими и устойчивыми к механическим воздействиям. Наиболее вероятно, что это связано с обогащенностью субстрата кальцием, который поступает в почву с буровым раствором. На выровненных участках буровых площадок формируются сообщества иных видов, нежели на валах. Наиболее характерны разнотравно-злаковые группировки, где широко представлены луговик дернистый, мятлик луговой, подорожник, тысячелистник.

Влияние минерализованных вод на растительность четко выражено на расстоянии до 5 м от потока. У хвойных пород древостоя наблюдается пожелтение хвои и побегов, у лиственных – либо полное, либо частичное пожелтение листьев по краю листовой пластинки (хлороз).

Иной характер имеют нарушения растительного покрова при воздействии на него излившейся нефти и нефтепродуктов. Результатом разлива является полная гибель липняка снытьево-ясменникового и другой растительности. У видов, расположенных на некотором расстоянии от места разлива, встречаются морфологические нарушения: искривление стеблей, скрученность листьев, наличие опухолей.

Период самовосстановления растительного покрова после загрязнения его нефтесодержащими отходами бурения зависит от климатических условий. По результатам проведенных исследований на загрязненных нефтью и рассолами площадках отмечался угнетенный характер растительности или ее отсутствие (скв.2 – Мармовичская, скв.19 – Сосновская, скв.1 – Каменская и др.). Даже через 10 лет на рекультивированных площадках наблюдалось угнетение и гибель сельскохозяйственных культур (скв.1 – Холопеничская, скв.3 – Речицкая, скв.9 – Восточно-Первомайская).



Степень трансформации геологической среды Белорусского Полесья:

- а – природные комплексы: 1 – холмисто-моренно-эрозионные с дубово-еловыми, дубовыми и хвоевыми лесами на дерново-подзолистых почвах; 2 – моренно-зандровые с дубово-еловыми, дубово-хвоевыми лесами на дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных почвах; 3 – водно-ледниковые с хвоевыми, дубово-хвоевыми и березовыми лесами на дерново-подзолистых заболоченных почвах; 4 – аллювиальные террасированные с хвоевыми, дубово-хвоевыми, дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах и низинными болотами; 5 – озерно-аллювиальные с хвоевыми, дубово-хвоевыми, широколиственными лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами на торфяно-болотных почвах; 6 – озерно-болотные с хвоевыми и черноопуховыми лесами, болотами на торфяно-болотных почвах; 7 – пойменные с лугами, дубравами на дерновых заболоченных почвах, низинными болотами на торфяно-болотных почвах;
- б – области геозкологических ситуаций, связанные с геологоразведочными работами на нефть: I – сложные, II – средней сложности, III – простые ситуации;
- в – районы весьма сложных геозкологических ситуаций, связанных с добычей нефти;
- г – главные разломы Припятского прогиба.

Таким образом, значительную роль в техногенной трансформации геологической среды Белорусского Полесья играет проведение геологоразведочных работ и эксплуатация нефтяных месторождений. При этом в верхнюю часть литосферы поступает большое количество весьма разных по химическим свойствам веществ, что способствует изменению сложившегося природного равновесия и перестройке геологической среды в целом. Техногенному воздействию подвергаются как глубоко погруженные горизонты платформенного чехла и подземная гидросфера, так и природные компоненты земной поверхности: поверхностные воды, почвы, растительный покров. Под влиянием геологоразведочных работ и разработки нефтяных месторождений в геологической среде нарушается естественный ход природных процессов, что ведет к возникновению крайне сложных геозкологических ситуаций в регионе.

В связи с изложенным, на территории Белорусского Полесья можно выделить геоэкологические области и районы с различной степенью трансформации природных комплексов и геологической среды в целом (рисунок).

1. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В.Т. и др.; Под ред. В.Т.Трофимова. 1997.
2. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Хараницева Г.Т. и др. Ландшафты Белоруссии / Под ред. Г.И.Марцинкевич, Н.К.Клицунова. Мн., 1989.
3. Ведомственные материалы: Загрязнение окружающей среды. Мн., 1995.
4. Косаревиц И.В., Шеметов В.Ю., Гончаренко А.П. Экология бурения. Мн., 1994

Поступила в редакцию 16.08.99.

УДК 631.417.2

Н.К. ЧЕРТКО, А.А. КАРПИЧЕНКО

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ И ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ

The transformation and mineralogical structure of the organic and mineral complex of the optimized peat and mineral soils is reviewed.

Органо-минеральный комплекс является одним из важнейших компонентов почвы. Он определяет характер миграции химических элементов, степень их доступности для растений, буферные свойства почвы и др. Состав минеральной и органической составляющей органо-минерального отражает направление элементарного почвенного процесса, показывает его влияние на формирование химических и физико-химических свойств почвы и их внутрипрофильную дифференциацию. В то же время сохраняется дискусионность в оценке интенсивности и направленности внутрипочвенного преобразования органо-минерального комплекса. Поэтому глубокое понимание процессов, ведущих к его образованию и трансформации, является одной из важнейших задач теоретического и прикладного почвоведения.

Согласно различным литературным источникам [1–3], органо-минеральный комплекс почв формируется за счет соединения различных компонентов гумуса (гуминовых кислот и гумина) с глинистыми минералами, которые преобладают в высокодисперсной фракции почвы и представлены главным образом слоистыми, кристаллическими, а также аморфными алюмосиликатами. По данным [1], фиксации гуматов и фульватов способствует химический состав поверхности коллоидов, в частности количество алюминия и железа, присутствие поглощенных и свободных кальция, магния, нейтральная реакция, влажность, близкая к максимальной гигроскопической. Формированию комплекса гуминовой кислоты с минеральной частью почвы препятствуют: присутствие низкодисперсных глинистых минералов, кварца, аморфного кремнезема, поглощенного и свободного натрия, калия; щелочная реакция; отрицательный заряд коллоидов, их гидрофильность, влажность, превышающая максимальную гигроскопичность. При этом по величине комплексования гуматов в убывающем порядке минералы располагаются в ряд: гипс > гидрооксид алюминия, монтмориллонит, вермикулит, хлорит > мусковит, кальцит > каолинит. Кварц и аморфный кремнезем с гуматами не комплексуются. Одна из важнейших составляющих органо-минерального комплекса – глинистые минералы, состав которых различен на различных стадиях почвообразования и выветривания и определяется соотношением количества унаследованных, новообразованных и трансформированных структур [4]. Устойчивые и измененные глинистые минералы практически полностью представлены механически унаследованными от исходной породы частицами. Трансформация глинистых минералов протекает двумя способами: путем удаления отдельных компонентов, входящих в структуру глинистых минералов, или деградационным; путем присоединения структурных компонентов, или аградационным [4]. В большинстве