

УДК 311.124

З.Х. Ахметжанова, К.Д. Дуйсебаева*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

*E-mail: d.gulzada01@mail.ru

Геохимические и почвенные особенности ландшафтов казахстанского Прикаспия

Представлены результаты исследований почвенных закономерностей и геохимических барьеров ландшафтов Казахстанского Прикаспия. Выявлены основные виды геохимических барьеров и обоснована их перспектива в локализации загрязнений.

Ключевые слова: Ландшафты, геохимические барьеры, влияние техногенеза, первичное и вторичное засоление пустынных и полупустынных почв.

З.Х. Ахметжанова, К.Д. Дуйсебаева

Қазақстан Каспий маңы ландшафтарының геохимиялық және топырақ ерекшеліктері

Қазақстандық Каспий маңы ландшафтарының геохимиялық табиғи кедергілері мен топырақ заңдылықтарын зерттеу нәтижелері көрсетілген. Геохимиялық табиғи кедергілерінің негізгі түрлері мен олардың жергілікті ластануындағы келешек талдануы анықталған.

Түйін сөздер: ландшафт, геохимиялық табиғи кедергілер, техногенездің әсері, шөлді және шөлейт топырақтардың бірінші және екінші тұздануы.

Z.H. Ahmetzhanova, K.D. Duysebaeva

Geochemical characteristics and soil landscapes of Kazakhstan Caspian

Results of researches of soil regularities and geochemical barriers of landscapes of Kazakhstan Prikaspy are presented. Main types of geochemical barriers are revealed and their prospect in localization of pollution is proved

Keywords: Landscapes, geochemical barriers, influence техногенеза, primary and secondary salinization of desert and semidesertic soils.

Несмотря на исключительное внимание ученых и специалистов к проблеме загрязнения природных систем, в связи с добычей и переработкой углеводородного сырья Казахстанского Прикаспия, существует целый блок слабо изученных актуальных аспектов, касающихся техногенного воздействия в различных ландшафтно-экологических ситуациях. К наименее недостаточно исследованным факторам относятся последствия воздействий техногенного влияния на природные комплексы, тесно связанные с геохимическими особенностями почв ландшафтов Казахстанского Прикаспия. В много-

численных публикациях, в частности, в работах [1], отмечалось развитие процессов засоления в верхнем горизонте бурых и серо-бурых почв как результата техногенного воздействия, где на поверхности формируется солонцеватый горизонт и почвенный покров трансформируется из более однородного в мозаичный и начинают преобладать галофитные виды растительности.

В процессе наших исследований техногенные трансформации сформировали вторичные антропогенные формы рельефа, с усилением эрозии почв, появлением очагов дефляции с нарушением воздушно-водного режимов почв

с последующей пастбищной деградацией [2]. Нефтехимическое загрязнение привело к возращению степени сульфат-хлоридного засоления, ухудшению почвенных характеристик, в профиле затопленных почв к усилению процессов анабиоза, засоления и заболачиванию почв, к трансформации высокопродуктивных лугов дельты рек в малопродуктивные тростниково-нюнковые болота. Любое изменение в химическом, фазовом составе почвы «диктуется» геохимическими особенностями рассматриваемых ландшафтов, поскольку они являются основным фактором ландшафтообразования. На необходимость изучения зоны контакта техногенных потоков с различными водами (область разбавления и нейтрализации стоков) указывал еще А.И. Перельман [3], рассматривающий их, как динамически неравновесные системы, для которых характерно формирование геохимических барьеров различного типа.

Ранее до нефтеразработок, ландшафты промыслов Макат, Доссор и Кульсары (административно юго-восточная часть Атырауской области) характеризовались бедностью вод органическими веществами и малой агрессивностью, и для основной части пустынь Казахстанского Прикаспия геохимическая формула имела в соответствии с классификацией А.И. Перельмана вид: $\text{Na, Ca } \frac{H_2O, N, P}{Na, Cl}$. Но с интенсификацией нефтяной отрасли, когда на поверхность выносятся значительное количество сточных промышленных вод, содержащих сероводород, углеводороды, со значительным содержанием серы до 2,5%, они изменяют окислительно-восстановительную обстановку, изменяется подвижность ряда элементов. На старых нефтепромыслах происходило насыщение почв промышленными сточными водами, химический состав которых по [4] имел хлор-кальциевый и сульфат-натриевый состав, с общей максимальной минерализацией до 300 г/л. Поскольку для пустынь в настоящее время наблюдается интенсивное сульфатно-хлоридное засоление, геохимическая формула для основной части пустынь Казахстанского Прикаспия имеет вид: $\text{Na, Cl, S } \frac{H_2O, N, P}{Na, Cl}$, что доказывается химическим составом в растительностях, произрастающих вокруг солончаков как Прикаспийской, так и Мангистауской физико-географических провинциях.

Как известно, почвы аридных зон, содержащие карбонаты наиболее устойчивы к действию кислот и до известного порога происходит нейтрализация техногенных веществ и не нарушается функционирование всей системы, так как на щелочном барьере разрушаются кислоты. Но, в связи с тем, что в Прикаспийской провинции вместе с нефтью на поверхность попадает более 1 млрд. м³ пластовых вод, а ежегодные объемы по области доходили до 98-100 млн м³, возле участков добычи нефти и газа на площадях полей испарения, образовались огромные количества сточных вод, содержащих в своем составе нефтепродукты, различные соли и тяжелые металлы. На территории Прикаспийской физико-географической провинции имеются также и отстойники от Атырауского нефтеперерабатывающего завода с большим содержанием нефтепродуктов до 200 ПДК, фенолов 20-80 ПДК, а также хлоридов, солей аммония, сульфатов, тяжелых металлов. К югу от канала «Гогольский» в Атырауской области отмечаются значительные площади, покрытые сплошным слоем битумов, толщиной до 0,3 м. На некоторых участках от отстойников имеются места прорывов, создающие потоки загрязненных вод по руслам балок и оврагов, с застойным, болотного типа, запахом.

Инфильтрационные воздействия прослеживаются на расстоянии до 3 км, включая площади сточных сооружений, образующих систему канала «Котлован», с дальнейшим стоком вод в Каспийское море через канал «Гогольский». Интенсивность и последствия инфильтрации различные. В большинстве случаев это участки максимального увлажнения, иногда лишённые растительности и переходящие в мокрые солончаки. Непосредственно вдоль обваловки отстойника каналов наблюдаются зоны интенсивной и умеренной фильтрации, маскирующиеся зарослями тростника, тамариска, солянок. Сточные воды нефтяных скважин характеризуются высокой степенью минерализации (свыше 150 г/л) преимущественно хлор-кальциевого и сульфат-натриевого состава. Поэтому, появляются водные потоки, сформированные системно непродуманным механизмом добычи и нефтепереработки нефти.

В результате сказанного, ведущими факторами формирования природно-техногенных комплексов являются водные потоки, роль которых является важной в аридных условиях и возникает

опасность вовлечения загрязненных компонентов, обладающих канцерогенными и мутагенными свойствами и вызывающих снижение ферментативной активности организма. Источниками появления тяжелых металлов в почвах нефтепромыслов являются нефтешламы, пластовые воды и сырая нефть. Их подвижность по профилю почвы зависит от R_h среды, содержания CO_2 , карбонатов и окислительно-восстановительного потенциала и наличия сорбирующих элементов нефти. Для изучаемых ландшафтов аридных зон возможны многие из известных типов миграции веществ, которые требуют изучения геохимических особенностей почв. Для ландшафтов казахстанского Прикаспия характерны следующие геохимические барьеры, присущие пустынному типу: сульфидный (сероводородный) В-; глеевый С-; испарительный геохимический барьер F-; сорбционный G- [5].

Сульфидные барьеры наблюдаются в луговых приморских солончаковых почвах. Возможность появления этих барьеров увеличивается в местах нефтедобычи, так как H_2S хорошо растворенный в нефтяных залежах диффундирует в нефти, а затем и в почве со скоростью $v = 2,2 \cdot 10^3 \text{ см}^2/\text{с}$. Вообще в непосредственной близости от поверхности растворы являются значительно более кислыми, чем в остальном объеме. Адсорбция тяжелых металлов почвами приводит к выделению в раствор ионов водорода, в результате чего растворы подкисляются. Это в свою очередь приводит к уменьшению содержания в растворе гидроксокомплексов и увеличивает вероятность образования геохимических барьеров. То есть, высокосернистая казахстанская нефть способствует появлению сульфатных геохимических барьеров. Нефти Бозачинского полуострова отличаются от нефти Прикаспийской впадины высоким содержанием ванадия и никеля и их порфинированными комплексами.

Глеевые барьеры частично присутствуют в почвах ландшафтов морских прибрежных низменных равнинах с гидроморфной растительностью морских побережий Казахстанского Прикаспия, где нет доступа кислорода (тростник клубнекамышитовый и др.). Может показаться, что различия глеевого и сульфидного барьеров не столь велики, так как в обоих случаях в почвах преобладает восстановительная среда. Однако, по ряду показателей, они резко отличаются. В глеевой среде, многие металлы подвижны и об-

разуют легкорастворимые соединения, а в сульфидной – большинство металлов малоподвижны и образуют нерастворимые сульфиды. В прибрежных водах легко растворяются и часто находятся в повышенной концентрации Mo, V, Se, Si. Наряду с перечисленными, по нашим данным, наблюдается также концентрация урана. Мигрирующими ионами являются ионы – I, II, VI, VII групп периодической системы Д.И. Менделеева. Молибден и уран преимущественно представлены в виде анионов – MoO_4^{2-} , $[UO_2(CO)_3]^{4-}$, соответственно. Загрязняющие почву соединения бора часто являющиеся следствием буровых работ представлены в виде анионов – BO_3^{2-} .

Испарительные геохимические барьеры характерны изучаемому зональному пустынному типу ландшафта, с высокими значениями R_h среды и хлоридно-сульфатным (щелочным, содовым) типом засоления. На приморских месторождениях развиты приморские и соровые солончаки с близким залеганием до 1 м к поверхности рассольных грунтовых вод, которые сообщаются с минерализованными (сульфатно-хлоридными) морскими водами, тем самым поддерживая засоление почвы. В летний период за счет испарения активизируются испарительные геохимические барьеры, вызывая вторичное засоление почв. Натрий, накапливаясь в солончаковых почвах и растениях, определяет многие геохимические особенности ландшафтов. Если сравнивать по степени накопления на геохимическом барьере натрия и хлор, то для натрия это происходит более интенсивно, чем для хлора, так как натрий заряжен положительно, а глины, гумус и т.д. заряжены отрицательно. Но хлор тоже является анионом и ведущим элементом. Поэтому в районах депрессий рельефа в образованных солончаках характерны также и хлорные ландшафты. Слабая водная миграция калия обусловлена не слабой его миграцией, а его активным участием в биологическом круговороте и дефицитностью для организмов и сорбцией глинами.

Традиционно процессы засоления, имеющие место в ландшафтах Казахстанского Прикаспия, можно разделить на два вида: первичное засоление – это зональное свойство пустынных и полупустынных ландшафтов; вторичное засоление – это результат сбросов сильно минерализованных сточных и пластовых вод в местах добычи и

переработки нефти, минерализация которых достигает рассольных концентраций 300г/л.

Сорбционные барьеры формируются на местах контакта водных растворов с природными сорбентами. В качестве природных сорбентов в условиях Прикаспия могут быть: кремнеземы, гумусовые вещества, а также гидроксиды железа и марганца. Сорбционные барьеры, образуясь в иллювиальных горизонтах A2B, B1, предотвращают попадание нефти в горизонты грунтовых вод, причем, в горизонте B1 сорбируется основная часть асфальто-смолистых компонентов. В почвах аридных зон Прикаспия формирование сорбционных геохимических барьеров происходит за счет поглощения химических элементов гумусовым веществом и глинами: каолинитом и (или) монтмориллонитом. Монтмориллонитом тяжелые металлы извлекаются из растворов в такой последовательности: $Pb > Cu > Co > Ba > Mg > Hg$; каолинитом $-Hg > Cu > Pb$. Анализ явления сорбции позволил установить, что, в первую очередь, извлекаются ионы, имеющие общую с сорбентом атомную группировку. По степени сорбирования сорбенты можно расположить в следующем порядке: глины, гумусовые вещества, гидроксиды железа и марганца. Для пустынных мелкосопочных ландшафтов характерным геохимическим сорбционным барьером является монтмориллонит. На этих барьерах монтмориллонитом осаждаются отходы от топлив баллистических ракет (несимметричный диметил гидразин) и радионуклиды Ra^{226} . Нами ранее были выявлены загрязнения радиоактивным цезием пустынных относительно опущенных равнинных ландшафтов на территории другого военного полигона (окрестность Азгир Курмангазинского района Атырауской области) [6]. Радиоактивный Cs^{137} характеризуется как са-

мый электроположительный элемент. Его соли легко растворяются и они хорошо поглощаются глинами. Несмотря на меньшую интенсивность он (Cs) легко переходит из природных вод в твердую фазу.

На водонефтяном контакте в районах нефтепромыслов за счет деятельности сульфатредуцирующих бактерий, в условиях поступающего в воду в достаточном количестве углекислого газа, а также сероводорода понижается Ph среды и возможно формирование кислого барьера. При этом химические элементы осаждаются из потока содовых вод. Такие воды чаще всего образуются за счет обменных реакций и выветривания натриевых силикатов.

Таким образом, геохимические и почвенные особенности ландшафтов Казахстанского Прикаспия с кальциево-натриевым и содовым классами, сменяются в областях распространения солончаков и солончаковых болот на соленосно-глеевые и соленосно-сульфидные с резко восстановительной сероводородной обстановкой. В результате повышения содержания гумуса, потенциально являющегося хорошим сорбентом, в почве есть возможность осаждения загрязнителей на новых геохимических барьерах в местах техногенного загрязнения.

Из изложенного следует, что определенную роль в борьбе с загрязнением среды должны определять геохимические и почвенные особенности ландшафтов Казахстанского Прикаспия и перспектива создания геохимических барьеров. Их необходимо создавать вокруг промышленных предприятий (особенно с вредными выбросами) и таким путем локализовать загрязнение, не давая ему распространяться на значительную площадь.

Литература

- 1 Фаизов К.Ш., Уразалиев Р.А. Иорданский А.И., Есимбеков М.Б. Антропогенное опустынивание почв Республики Казахстан. – Алматы, 2000. – 33 с.
- 2 Ахметжанова З.Х. Техногенные трансформации ландшафтов Прикаспийского региона // Проблемы региональной экологии. – М., 2010. – №4. – С. 6-10.
- 3 Перельман А.И. Геохимия. – М., Высшая школа, 1989. – 420 с.
- 4 Надиров Н.К., Котова А.В. и др. Новые нефти Казахстана и их использование. Металлы в нефтях. – Алма-Ата: Наука, 1984. – 448 с.
- 5 Гельдыева Г.В., Ахметжанова З.Х. К вопросу о геохимических барьерах пустынных ландшафтов нефтегазовых регионов Казахстанского Прикаспия /Материалы междунар. научно-практической кон-

ференции: «Экологические проблемы Мангистауского региона и пути их решения». – Актау, 2006. – С. 12-18.

6 Ахметжанова З.Х. Закономерности и техногенные трансформации природных комплексов Прикаспийского региона. – Алматы: TST-Company, 2010. – 210 с.

References

- 1 Faizov K.S., Urazaliev R.A., Jordanian A.I., Esimbekov M.B. Anthropogenic desertification of soils of Kazakhstan. – Almaty, 2000. – 33 p.
- 2 Ahmetzhanova Z.H. Anthropogenic transformation of landscapes Caspian region // Problems of Regional Ecology. – M., 2010. – № 4. – P. 6-10.
- 3 Perelman A.I. Geochemistry. – Graduate shkola, 1989. – 420 p.
- 4 Nadirov N.K., Kotov A. etc. New Kazakh oil and their uses. Metals in oils. – Alma-Ata: Nauka, 1984. – 448 p.
- 5 Geldyeva G.V., Ahmetzhanova Z.H. On the geochemical barriers desert landscape of the Kazakhstan Caspian oil and gas regions / Materials Int. Scientific Conference: “Environmental issues Mangistau region and ways to solve them”. – Aktau, 2006. – P. 12-18.
- 6 Ahmetzhanova Z.H. Patterns of transformation of natural and man-made systems Caspian Region. Monograph. – Almaty: TST-Company, 2010. – 210 p.