

УДК 504.53.062.4 (574)

**К ВОПРОСУ О РАДИОАКТИВНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ
(НА ПРИМЕРЕ АЗГИРСКОГО ЯДЕРНОГО ПОЛИГОНА)**Доктор биол. наук К.Ш. Фаизов
Канд. с.-х. наук И.К. Асанбаев

Рассмотрены условия формирования и морфолого-генетические особенности почвенного покрова зоны Азгирского полигона, где в течение 1966-1979 гг. проведено 17 ядерных взрывов. Показаны очаги радиоактивного загрязнения и их влияние на экологические признаки почв.

На территории Западного Казахстана в течение 1966-1979 гг. проведено 24 ядерных взрыва, в том числе в Мангистауской области - три, Атырауской - семнадцать и Западно-Казахстанской - четыре. С ним связано радиоактивное загрязнение почвенно-растительного покрова на большой площади и ухудшение социально-экономических условий жизни населения.

Серьезную экологическую опасность представляет Азгирский ядерный полигон общей площадью 6,1 тыс. км² с испытательными площадками, расположенными на территории бывшего совхоза Балкудукский Курмагазинского района Атырауской области. На соляно-купольном массиве Большой Азгир (площадка "Галит") в 1966-1979 годах в 11 скважинах на глубинах от 161 до 1500 м проведено 17 подземных ядерных взрывов общей мощностью от 1,1 до 100 килотонн.

Технологические площадки ядерного полигона находятся в крайней западной части Казахстана на границе с Астраханской областью Российской Федерации. В ландшафтно-географическом отношении это северная часть Прикаспийской низменности в пределах Хакской депрессии междуречья Волга - Урал, расположена в зоне бурых почв северных пустынь на переходе к светло-каштановым пустынно-степным почвам. Территория бессточная, характеризуется слабо расчлененным равнинным рельефом с абсолютными высотами от минус 1-6 м на равнине до 10-15 м - на соляных куполах. На общем равнинном фоне выделяются увалисто-волнистые поверхности соляных куполов и грядово-бугристые, местами барханные пески западной окраины Нарын-песков. Распространены мезо-кайнозойские отложения из слоистых песков, глин, гипсов, кальцит-доломита и гипса мощностью в своде соляных куполов 100-780 м, перекрывающие толщи

соляных залежей глубиной более 3000 м пермского (кунгурского) возраста [3, 6]. Почвообразующими породами служат четвертичные древнеаллювиальные осадки, перекрытые в депрессиях рельефа глинисто-суглинистыми засоленными отложениями. Зональные бурые пустынные почвы формируются в условиях резко континентального засушливого климата. По данным ближайшей метеостанции Новый Уштоган, средняя многолетняя температура воздуха за год положительна $7,7^{\circ}\text{C}$, за июль $25,2^{\circ}\text{C}$, за январь минус $10,7^{\circ}\text{C}$. Сумма эффективных температур выше 10°C равна 3377°C при средней продолжительности периода 171 сут. Среднемноголетняя годовая сумма осадков равна 187 мм, за теплый период года (апрель-октябрь) 103 мм, средняя относительная влажность воздуха составляет 64 %.

Почвообразование протекает в условиях напряженного гидротермического режима, недостатка влаги и, как следствие, неглубокого промачивания почвенного профиля, что обеспечивает непромывной испарительный тип водного режима. В этих условиях поступающие радионуклиды и тяжелые металлы аккумулируются главным образом в верхнем горизонте и слабо мигрируют по почвенному профилю. Они концентрируются в составе гумуса, илистой фракции и высокомолекулярных соединений почвы.

Грунтовые воды на испытательных площадках залегают на глубине более 5-10 м и не принимают участие в почвообразовании, подземные воды вскрываются на глубинах 50-250 м и характеризуются пестрой минерализацией (более 300 г/л) с преобладанием хлор-натриевых рассолов. Проведенное опробование свидетельствует о заряженности подземных вод биологически вредными веществами, которые относятся к загрязненным отходам первой категории. Загрязнение водоносных горизонтов происходит по трещинам или разломам, образовавшимся в теле соляных куполов при ядерных взрывах. По этим трещинам и разломам происходит циркуляция подземных вод и радиоактивных веществ. С этими процессами связано просачивание и выход на поверхность альфа-бета-гамма активных элементов и загрязнение окружающей среды, включая грунтовые воды, почвенно-растительный покров и животный мир.

Зональные бурые пустынные почвы в районе полигона характеризуются мощностью гумусового горизонта 30-44 см. Они содержат в верхнем горизонте 1,0-1,5 % гумуса гуматно-фульватного состава при отношении углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот 0,5-0,6. Почвы щелочные (рН - 8,3-8,4), отличаются низкой емкостью поглощения, по механическому составу песчаные и супесчаные с преобладанием минералов группы гидрослюда [8, 10].

По микропонижениям и на склонах соляных куполов широко распространены солонцы пустынные и лугово-пустынные солончаковые, в депрессиях рельефа - солончаки соровые. Для

солонцов зоны действия полигона свойственно содержание гумуса 0,9-1,0 %, высокая общая щелочность (HCO_2 - 0,03-0,05 %) и сульфатно-хлоридное засоление (0,7-2,1 % по сумме солей), щелочная реакция почвенного раствора (рН - 8,0-8,4), невысокая карбонатность (CO_2 - 0,5-1,5 %). Емкость поглощения 10-20 мг/экв на 100 г почвы, с содержанием поглощенного натрия до 20 %, магния 30 % и кальция 50 %. По механическому составу почвы суглинистые, содержат в иллювиальном горизонте 35-40 % глины.

Морфологическое строение наиболее распространенных почв зоны действия полигона характеризуют описанные ниже почвенные разрезы.

Разрез 218 - бурая пустынная солонцеватая почва, описан 30.07.97 на территории Курмангазинского района Атырауской области в 7 км восточнее пос. Балкудук на слабо волнистой равнине под белопопынной растительностью.

- 0-2 см. Светло-серая, хрупкая, сухая, пористая, супесчаная корка.
- 2-15 см. Желтовато-бурая, слабо влажная, слабо уплотненная, пористая, глыбковатая, мелко корешковатая, супесчаная.
- 15-34 см. Бурая, сухая, уплотненная, глыбковатая, пористая, мелко корешковатая, суглинистая.
- 34-50 см. Темно-бурая, сухая, плотная, глыбистая, пористая, суглинистая.

Разрез 220 - солонец лугово-пустынный солончаковый мелкий, заложен 30.07.97 на площадке ядерного взрыва № 1 в 0,6-1,0 км юго-восточнее пос. Азгир, в 5 м от устья боевой скважины. Нижняя треть склона соляного купола, покрыта на 5-10 % лебедой солончаковой и солянками.

- 0-3 см. Серая, сухая, плотная, суглинистая корка с включением щебня.
- 3-9 см. Желтовато-бурая, сухая, плотная, ореховато-призмовидная, тяжелосуглинистая с включением хряща и щебня.
- 9-30 см. Светло-бурая пропитанная карбонатами, сухая, плотная, ореховато-призмовидная, тяжелосуглинистая с включением хряща и щебня. Глубже залегает сплошной слой из хряща и щебня.

В описанных разрезах формирование в профиле почв корки, иллювиального солонцового и солевого горизонтов, обогащенных глиной, способствуют аккумуляции радионуклидов.

Исследования показывают, что поглощение почвой нуклидов находится в прямой связи с содержанием гумуса, поглощенных оснований, рН среды, полуторных окислов, состава почвенных минералов, особенно группы монтмориллонита и гидрослюды [7]. Радионуклиды выполняют в почве роль обменных оснований. Большое значение имеют также химические свойства радионуклидов и степень

их растворимости в почвенном растворе. При этом для одной и той же почвы поглощение нуклидов возрастает в ряду: $^{106}\text{Ru} < ^{90}\text{Sr} < ^{144}\text{Ce} < ^{137}\text{Cs}$, а прочность их связи с почвой соответственно в ряду: $^{90}\text{Sr} < ^{106}\text{Ru} < ^{95}\text{Zn} < ^{144}\text{Ce} < ^{137}\text{Cs}$ [7, 11].

Проведенные в 1992 г. Санкт-Петербургским университетом исследования на Азгирском полигоне выявили повышенное количество в почвах и растениях стронция, кобальта, свинца, никеля, магния, молибдена, марганца и серебра, содержание которых превышает порог токсичности для человека и животных (таблица) [5].

Таблица

Содержание химических элементов в почвах Азгирского полигона, %

Элемент	Вариация содержания	Элемент	Вариация содержания
Стронций (Sr)	0,05	Молибден (Mo)	0,0001-0,0004
Кобальт (Co)	0,0005-0,002	Марганец (Mn)	0,02-0,05
Серебро (Ag)	$3 \cdot 10^{-6}$ - $10 \cdot 10^{-6}$	Титан (Ti)	0,07-0,4
Никель (Ni)	0,001-0,015	Цирконий (Zr)	0,01-0,03
Свинец (Pb)	0,002-0,015	Ниобий (Nb)	0,003-0,002
Хром (Cr)	0,002-0,015	Барий (Ba)	0,02-0,15
Ванадий (V)	0,003-0,015	Медь (Cu)	0,003-0,004

Установлено, что до 80 % загрязнителей на полигоне приходится на цезий-137 и 18 % - на стронций-90, при отношении цезия к стронцию от 3,3 до 30,5. Содержание цезия в почвах составляет 6500 Бк/кг. Максимальное количество радиоактивных загрязнителей почв на площадках ядерного взрыва достигает 23 кБк/кг. Исследования показали также, что концентрация цезия в Нарын-песках превышает ПДК в 137, кадмия в 80-120, стронция в 150, свинца в 80 и нитрата в 8,8 раз. Суммарное загрязнение уранонитратами превышает ПДК в 10 раз, в том числе калия - от 40 до 600 Бк/кг. Общая загрязненность ядовитыми газами (криптон, ксенон, теллур и др.), выброшенными в атмосферу после ядерного взрыва, оценивается на Азгирском полигоне в $3,7 \cdot 10^{17}$ Бк. Наши радиометрические измерения, выполненные УРП-68 30.07.97 на площадке № 1, показали мощность экспозиционной дозы в микропонижении в 5 м от устья боевой скважины от $1,34 \cdot 10^{12}$ до $4,02 \cdot 10^{12}$ А/кг, на повышениях - от $10,72 \cdot 10^{10}$ до $13,4 \cdot 10^{10}$ А/кг (на площадках № 3, 5, 8 фиксируется до 9,7 Бк).

Радионуклиды, поступая в почву, включаются в почвообразовательный процесс и находятся в почвенном растворе в катионной, анионной и нейтральной формах. Исследования показывают, что 98-99 % цезия-137 и стронция-90 в почвенном

растворе связаны с органическими соединениями [2]. При этом цезий-137 на 20 % связан с гуминовыми кислотами первой группы, на 70 % - гуматами (негидролизуемым остатком) и на 10 % с фульвокислотами первой группы по типу простых солей и комплексных соединений.

В условиях сухого пустынного климата Азгирского региона радионуклиды становятся малоподвижными, слабо вымываются из почвенного профиля, постоянно накапливаются в гумусовом и иллювиальном горизонтах, обогащенных илом и гидрослюдой. Закреплению радионуклидов способствует также щелочная реакция почвенного раствора и невысокая общая карбонатность почв [1]. Наряду с прямым поступлением радиоактивных элементов из боевых скважин и трещин в теле соляных куполов, почва, таким образом, становится существенным источником их поступления в растения и через них в пищевые цепи животных и человека, обуславливая длительное нахождение в экосистеме.

На Азгирском полигоне в результате подземных ядерных взрывов в теле соляных куполов образованы относительно устойчивые полости-емкости объемом от 10000 до 240000 м³, в которых содержатся продукты ядерного взрыва суммарной активностью более $3,7 \cdot 10^{17}$ Бк альфа-бета-гамма нуклидов [4]. Они представляют большую опасность для окружающей среды из-за непредсказуемости утечки радионуклидов из подземных трещин и загрязнения почвенно-растительного покрова и подземных вод. В последние годы, кроме того, на площадках стали интенсифицировать суффозионные явления с образованием на склонах соляных куполов провалов различных размеров. Серьезную опасность представляет также возможное оголение бетонных труб на боевых скважинах в результате эрозии и дефляции, что может привести к непроизвольной утечке радионуклидов.

Радиационная обстановка в зоне Азгирского полигона нестабильная и в целом загрязнение достаточно высокое. В результате отмечаются массовые заболевания населения (в пос. Азгир проживает 597 человек) и сельскохозяйственных животных (особенно конепоголовья, у которых выпадает шерстный покров и образуются кровоточащие раны). Широко распространены онкологические заболевания, анемия, поражения крови, костной ткани и кожи. Медицинское обследование жителей пос. Азгир показало, что состояние их здоровья, особенно детей, хуже, чем в среднем по Атырауской области в 2-2,5 раза, а в последней хуже, чем в среднем по Казахстану, в 2-3 раза [9]. Вызывает тревогу отсутствие на территории полигона санитарно-защитной зоны и мониторинга радиационной обстановки, свободная доступность технологических площадок для населения и животных. Все это определяет настоятельную необходимость проведения мероприятий по дезактивации и

рекультивации нарушенных и загрязненных площадей, осуществления мониторинговых наблюдений за экологической обстановкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексахин Р.М. Радиоактивное загрязнение почв и растений. - М.: АН СССР, 1962. - 360 с.
2. Вирченко Е.П., Агапкина Г.И. Радионуклид-органические соединения в почвах зоны Чернобыльской АЭС // Почвоведение. - 1993. - № 1. - С. 13-18.
3. Глазовский Н.Ф. Солевой баланс Каспийского моря // Природа. - 1972. - № 10. - С. 16-24.
4. Жубанова К. Азгир - зона опасности // Экокурьер. - 1997, 18 июня - 1 июля. - С. 3.
5. Информационный отчет по теме "Выбор и обоснование пунктов контроля для создания системы экологического мониторинга и оценки воздействия загрязнения на окружающую среду" // Спб, 1992. Фонды Атырауского облуправления экобиоресурсов. - 60 с.
6. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности (северо-западной части). - М. - Л.: АН СССР, 1950. - 256 с.
7. Павлоцкая Ф.И. Миграция радиоактивных продуктов глобального выпадения. - М.: Атомиздат, 1974. - 215 с.
8. Фаизов К.Ш. Почвы Гурьевской области. - Алматы: Наука, 1970. - 351 с.
9. Чердабаев Р.Т. Экономические проблемы экологии Казахстана. - Алматы: Гылым, 1996. - 186 с.
10. Якубов Т.Ф. Песчаные пустыни и полупустыни Северного Прикаспия. - М.: АН СССР, 1955. - 532 с.
11. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. - М.: Высшая школа, 1988. - 424 с.

Институт почвоведения МН-АН РК им. Успанова

ТОПЫРАҚТЫҢ РАДИОАКТИВТІ ЛАСТАНУ СҰРАҒЫНА

(Мысалға Азгир ядролық полигоны келтірілген)

Биол. ғ. докт. К.Ш.Фаизов
Ауыл-ш. ғ. канд. И.К. Асанбаев

1966-1979 жылдары 17 ядролық жарылыс өткізілген Азгир полигонының аймағындағы топырақ бетінің қалыптасу жағдайы және морфологиялы-генетикалық қасиеттері қаралған. Радиоактивтік ластанудың таралуы және олардың топырақ экологиясына тиісті әсерлері көрсетілген.