

Бегимбетова Г.А., Канаев А.Т., Джиенбаев Б.М., Канаева З.К.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА РАДИОНУКЛИДАМИ

Радиоактивное загрязнение почвенного покрова фиксируется на полигонах испытания ракетно-ядерного оружия, местах добычи, переработки и хранения редкоземельных руд, а также на технологическом оборудовании нефтепромыслов Озен-Жетыбайского месторождения.

На стыке Атырауской и Западно-Казахстанской областей около 50 лет (до 1991 г.) действовал Государственный центральный, Государственный летно-испытательный и Азгирский атомные полигоны. Последние два полигона известны как «Капустин Яр», центр которого находится в Российской Федерации, а испытания производились на территории Атырауской области на общей площади 1/ млн.га (Курмангазийский, Жылыойский, Кызылкогинский районы).

Ракетно- ядерный полигон Капустин Яр был создан в 1949 г. на общей площади 6,5 млн.га. На полигоне испытано 177 образцов военной техники, уничтожено 619 ракет СС-20, выброшено в атмосферу и поступило в почву свыше 30 тысяч тонн высокотоксических веществ. Ядерные взрывы на полигоне производились с целью отработки технологии создания в теле соляных куполов подземных емкостей для хранения различных отходов. В т.ч. радиоактивных. На соляно-купольном массиве Большой Азгир в 1969-1979 гг. в 11 скважинах на глубине от 61 до 1500 м проведено 17 ядерных взрыва общей мощностью от 1,1 до 100 килотонн тротилового эквивалента. На ракетном «Тайсоган» взорвано 24 тыс. ракет, в том числе 19 -СС-20.

В результате ракетно-ядерных испытаний значительная территория почвенного покрова оказалась загрязненной радионуклидами, тяжелыми металлами, остатками ракетного топлива (гептил, самин, меданж), замусорена обломками ракет.

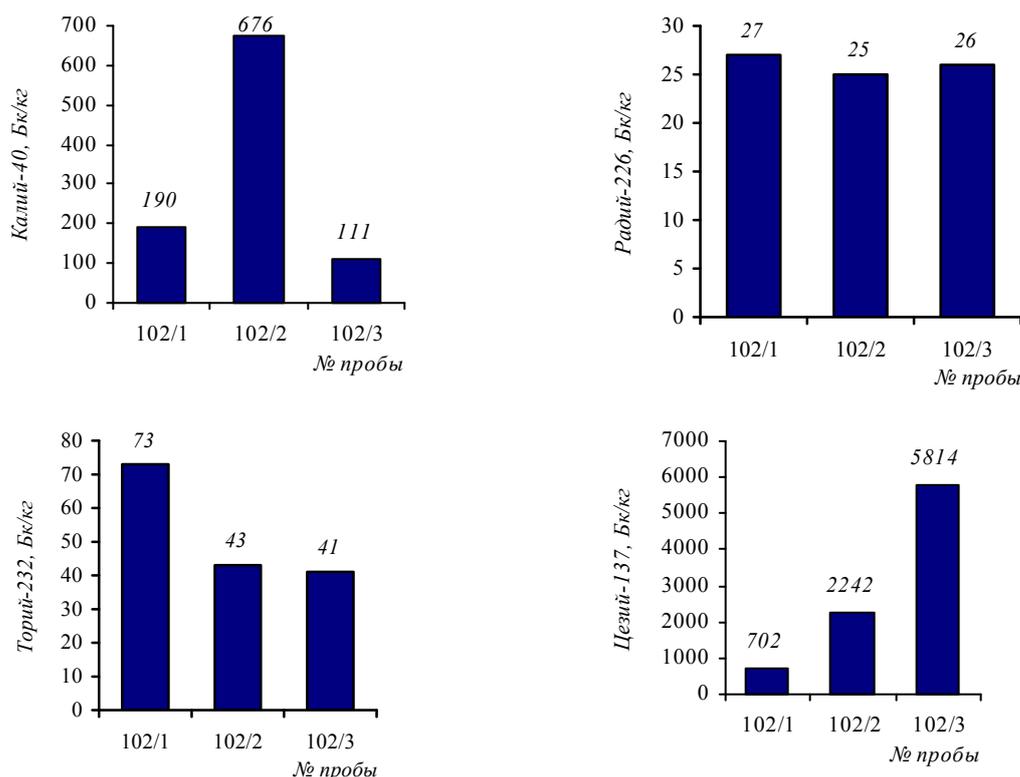


Рисунок-1. Содержание радионуклидов в почвах площадки ядерного взрыва А-1 на полигоне Азгир, Бк/кг

Содержание радионуклидов в почвах площадки ядерного взрыва А-1 на полигоне Азгир, Бк/кг. Как видно (табл.1), содержание цезия-137 в почвах превышает ПДК (530 Бк/кг) в 10 раз и более. Причем гамма-излучение здесь изменилось от 10 до 100 мкР /час. Концентрация плутония-238 в почвах колеблется от 0.02 до 0.6

Бк/кг, плутония-239 и 240 -1,6-5,9, что в два раза выше их фонового содержания (глобальное выпадение в среднем равно 1,15).

Мониторинговые наблюдения показали: средняя мощность дозы гамма-излучения на бурых почвах по району Азгирского полигона составила 6-16 Мкбэр/час, песчаных барханах -4-6, такырах -

12-15, местами 19. Средняя плотность потока бета-частиц равна 6-10 час/см²мин.

Средние значения удельной и объемной активности внешней среды изменяются незначительно. Наблюдения показали, что в почве и растениях содержания калия-40 составляет до 92% от суммарной активности, цезия - на уровне глобальных выпадений. В почве присутствует также радий.

Полученные данные (табл.22) указывают на значительное превышение химических элементов в пробах почв с площадок ядерного взрыва по отношению к фоновому (вне полигона).

Исследования показывают, что максимальное количество радионуклидов аккумулируется в гумусовом горизонте почвы на глубине 0-20 см (табл.3). При этом поглощение почвой радио-нуклидов находится в прямой связи с содержанием гумуса, поглощенных оснований, pH среды, ила и полуторных окислов, состава почвенных минералов, особенные группы монтмориллонит и гидрослюды. Радионуклиды выполняют в почве роль обменных оснований. Большое значение имеют также химические свойства радионуклидов и степень их растворимости в почвенном растворе. Для одной и той же почвы поглощение радионуклидов возрастает в ряду: (106)Ru, (90)Sr, (144)Ce, (137)Cs, а прочность их связи с почвой соответственно в ряду (90)Sr. (106)Ru. (95)Zz. (144)Ce.(137)Cs.

Таблица 1.

Факторные значения содержания химических элементов в Почвах Азгирского ядерного полигона, мг/кг

Элемент	Фактор-1 (пробы почв с площадок ядерного взрыва)	Фактор-2 (пробы почв с фоновых территорий вне полигона)
Алюминий	0.930	0.134
Кальций	0.650	0.659
Кобальт	0.829	-0.209
Титан	0.812	-0.061
Ванадий	0.786	-0.426
Цирконий	0.707	0.106
Свинец	0.761	-0.218
Олово	0.804	-0.205
Фосфор	0.570	-0.422
Литий	0.926	-0.143
Стронций	0.249	0.900
Барий	0.726	0.564

В Нарын-песках, прилегающих к Азгирскому полигону, концентрация цезия превышает ПДК в 137 раз, кадмия-80-120, стронция-150, свинца-80 и нитратов-8.8.

Подземные пустоты в соляных куполах объемом от 10000 до 240000 млн.м³, на глубине 165-1500 м и более, оставшиеся после ядерных взрывов, содержат радиоактивные вещества с суммарной активностью более 1 млн.кюри альфа-бета-гамма нуклидов.

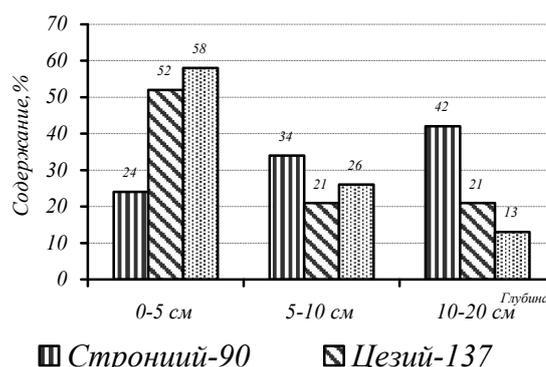


Рисунок-2. Распределение радиоактивных элементов в профиле почвы

Проведенные опробования свидетельствуют о зараженное подземных вод биологическими 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. С ними связано просачивание и выход на поверхность альфа-бета-гамма активных элементов и загрязнение окружающей среды, включая грунтовые воды, почвенно-растительный покров и растительный мир.

На Азгирском полигоне местами отмечается радиоактивное загрязнение в дозе от 77 до 1500 кюри альфа-активных нуклидов и от 150 до 50000 бета-активных расщепляющихся радиоактивных веществ. До 80% загрязнителей приходится на радиоцезий-137 и 18% - радиостронций-90 при отношении цезия к стронцию от 3.3 до 30.5. Максимальное загрязнение на техплощадках

достигает 23 кГк/кг. Общая радиоактивность ядовитых газов (ксенон, криптон, телур и др.) на Азгирском полигоне, выброшенных в атмосферу после ядерных взрывов, оценивается в 10 млн юкюри.

Зональные бурые пустынные почвы в районе полигона характеризуются мощностью гумусового горизонта 30-44 см. Они содержат в верхнем слое, запасы которых оцениваются в 150 млн.т. По данным В.В. Ковальского и др. (1965), ареалы борного загрязнения распространены также в приморской полосе северного и северо-восточного побережья Каспийского моря, современной и древней дельте реки Урал, где содержание валового бора в почвах превышает 70 мг-кг. Нарынских песках - 20-30 мг кг. Количество валового бора в местах загрязнения превышает средние показатели (10 мг/кг) в 5-6 раз и более и составляет в среднем 45 мг кг с колебаниями абсолютных величин от 18,6 до 171 мг кг. в пастбищных растениях - 10-30 мг/кг сухого вещества.

Бор является элементом фуппы почвенных галогенов. Образование очагов загрязнения ими

связано с щелочными засоленными морскими осадками хвалынского и послехвалынского возраста, служащих почвообразующими породами и нефтяными месторождениями.

Почвенный покров борзаязненных территорий формирует бурые солонцеватые почвы в комплексе с солонцами под белопопынной, чернопопынной и биюргуновой растительностью.

Для выявления ареала загрязнения почв был заложен широтный профиль к востоку от оз. Индер на расстоянии 30 км с серией почвенных разрезов.

Разрез 201. На солянокупольной возвышенности Индер в 3 км юго-восточнее пос. Индербор. Равнистая волнина с многочисленными суффозионными западинами, покрытая белопопынной растительностью. На поверхности среднечисленно щебень и галька. Вскипание от НС1 с поверхности.

Разрез 202. Заложен в 10 км восточнее пос. Индербор в долине обширной солянокупольной возвышенности под белопопынной растительностью. Бурая солонцеватая почва. Мощность гумусового горизонта 42 см. вскипание слабое с поверхности, карбонатная белоглазка с 42 см.

Разрез 203. Описан в 5 км западнее пос. Кетыбай на равнине, прилежащей к солянокупольной возвышенности, под белопопынной растительностью с участием мортука, ферулы и ковыля. Бурая солонцеватая почва. Мощность гумусового горизонта 33 см, вскипание от НС1 с поверхности, карбонатная белоглазка с 35 см.

Физико-химические свойства, механический и микроэлементный состав описанных почв приводится в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2.

Химические и физико-химические свойства бурых солонцеватых почв, бором

№ разрез	Глуби на образца, см	Гумус, %	CO ₂ , %	рН	Поглощенные основания, мг/экв				Водная вытяжка, %			
					Ca	Mg	Na+ K	Сумма	HCO ₃	Cl	SO ₄	Сумма
201	0-0.5	1.8	3.5	8.6	8.2	1.9	0.5	10.6	0.03	0.03	0.01	0.24
	0.5-4	1.3	1.7	8.2	13.5	2.4	0.5	16.4	0.02	0.04	0.15	0.24
	4-15	1.1	1.5	8.5	11.5	2.4	0.6	14.5	0.02	0.004	0.08	0.15
	20-30	1.0	5.4	8.5	8.7	6.7	0.5	15.9	0.03	0.008	0.03	0.09
	42-160	4.1	6.0	6.1	20.2	4.8	1.3	26.3	0.02	0.015	0.77	1.15
202	0-2	1.7	0.6	8.6	8.7	5.8	1.1	15.6	0.03	0.006	нет	0.05
	2-10	1.3	0.3	8.7	8.2	5.3	1.1	14.6	0.02	0.004	U	0.04
	13-23	1.2	0.5	8.8	9.0	8.2	0.9	18.1	0.03	0.007	0.001	0.05
	30-40	1.6	2.2	8.9	10.1	14.9	0.8	25.8	0.03	0.006	0.02	0.08
	60-70	1.0	7.0	8.5	7.2	15.4	1.9	24.5	0.04	0.09	0.05	0.26
203	0-2	1.9	0.7	8.4	6.7	4.8	1.1	12.6	0.03	0.006	0.004	0.06
	2-5	1.6	0.4	8.6	8.7	2.9	1.2	12.8	0.02	0.006	0.01	0.06
	10-20	1.0	0.6	8.5	9.0	6.3	1.1	16.4	0.03	0.02	0.03	0.11
	40-50	0.9	8.2	9.0	4.8	17.8	3.2	26.8	0.05	0.13	0.04	0.35

Таблица 3.

Механический состав бурых солонцеватых почв загрязненных бором

№ разрез	Глуби на образца, см	Потери от обработки НС1, %	Содержание фракций в %, размеры в мм						
			1-0.25	0.25-0.05	0.05-0.01	0.01-0.005	0.005-0.001	0.001	<0.01
201	0-0.5	1.0	42.2	32.1	9.7	4.2	6.0	5.8	16.0
	0.5-4	1.0	36.3	31.9	14.7	7.0	6.7	3.4	17.1
	4-15	1.0	33.7	25.9	21.8	5.1	8.6	1.4	18.6
	20-30	1.4	-	61.9	11.7	9.2	5.6	11.8	26.6
	42-160	1.2							
202	0-2	1.4	1.0	42.2	28.5	7.6	16.4	4.3	28.3

	2-10	1.6	1.9	37.4	28.7	12.2	13.0	6.8	32.0
	13-23	1.8	-	30.9	29.6	13.0	15.7	10.8	29.5
	30-40	2.0	-	28.9	27.8	15.3	16.8	11.8	43.4
	60-70	1.8	-	22.2	28.2	12.9	14.6	22.1	49.6
203	0-2	1.2	-	48.8	31.6	6.3	7.7	5.6	19.6
	2-5	1.6	-	44.6	24.6	17.2	4.8	8.8	30.8
	10-20	2.0	-	44.0	32.9	7.6	14.1	11.4	33.1
	40-50	2.0	-	24.1	42.5	6.8	12.9	13.7	33.4

Таблица 4.

Содержание микроэлементов в бурых почвах, загрязненных бором, мг/кг

№ раз-резов	Глубина образца, см	Валовые формы				Подвижные формы				
		Zn	Cu	Pb	Cd	Zn	Cu	Pb	Cd	Zn
201	0-0.5	68.0	24.8	29.2	0.8	11.3	3.6	10.0	0.5	30.0
	0.5-4	39.2	24.8	32.0	0.4	2.8	1.0	12.6	0.5	3.5
	4-15	48.4	11.2	18.4	1.0	0.2	0.4	2.0	0.2	5.0
	20-30	48.4	12.9	2.0	1.0	0.2	0.4	7.1	0.7	41.5
	42-160	37.2	12.8	2.0	1.5	0.2	0.4	12.6	0.8	8.0
202	0-2	60.0	16.8	18.4	0.8	1.7	0.4	1.0	0.2	16.6
	2-10	61.6	21.6	14.0	0.8	1.5	0.4	0.4	0.3	10.4
	13-23	62.8	22.4	14.0	0.8	1.5	0.4	1.0	0.2	13.1
	30-40	65.2	22.4	18.4	0.6	1.0	0.4	2.5	0.3	5.4
	60-70	52.8	15.2	20.0	1.0	1.5	0.4	14.0	0.8	24.3
203	0-2	56.4	16.8	14.0	1.0	1.0	0.4	1.0	0.2	13.1
	2-5	57.6	18.4	14.0	0.8	0.8	0.4	1.0	0.2	25.0
	10-20	60.0	18.4	18.4	0.6	0.2	0.4	2.0	0.1	4.2
	40-50	44.4	16.8	18.4	1.0	2.2	2.0	2.0	0.7	2.9

Приведенные в табл.4 данные выявляют своеобразные древнегидроморфные почвы соляных куполов и прилегающей территории, характеризующиеся повышенным содержанием гумуса и растянутостью гумусового профиля, высокой емкостью поглощения, особенно в нижних почвенных горизонтах (15-27 мг/экв на 100 г почвы) с преобладанием кальция и магния, наличием солонцеватости по показателям обменного магния и натрия. Обращают также внимание высокие значения рН (8.0-9.0) и общей щелочности (0.02-0.05%). Почвы карбонатные, преимущественные глубокосолончатые, сульфатно-хлоридного натриевого-магниевого состава. Физико-химические показатели почв благоприятны для поглощения и сохранения в профиле солей бора.

По механическому составу рассматриваемые почвы супесчаные и суглинистые, пылевато-песчаные. с содержанием ила 6-22%. Максимальное количество бора аккумулируется в горизонтах почв. обогащенных илом и глиной (табл.3).

Содержание валовых и подвижных форм микроэлементов в почвах, загрязненных бором, не превышает предельно допустимых концентраций. Почвы богаты и достаточно обеспечены медью, цинком, свинцом и бором (табл.30). Наибольшее их количество аккумулируется в верхних

горизонтах почв, обогащенных гумусом, поглощенными основаниями и глиной. Отмечается повышенное количество валового бора в почвах, что позволило П.Г. Грабарову выделить Прикаспийскую низменность в борную биогеохимическую провинцию. Содержание воднорастворимого бора в верхнем горизонте бурых почв здесь составляет 0.8-8.0 мг/кг, иллювиальной -3-17, солонцах соответственно 0.8-5.8 и солонцевом горизонте 8-10 раз больше. Борное засоление наиболее ярко проявляется в почвах тяжелого механического состава, особенно в солонцовых и засоленных легкорастворимыми солями.

Повышенное количество бора изменяет баланс макро- и микроэлементов в почвах, нарушает кислотно-восстановительные процессы в растениях, неблагоприятно сказывается на состоянии живых организмов, вызывая различные эндемичные заболевания. Однако избыточное количество валового бора в условиях пустынь может не оказать токсичного влияния на растения и организм, так как в большинстве не соответствует высокое количество подвижной формы. Нерациональное использование боратов Индерского месторождения способствует ветропылевому выносу солей и загрязнению прилегающей территории.

Рецензент: д.биол.н., проф., Дженбаев Б.М.