

О ПОВЫШЕНИИ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ^{90}Sr В ПРОБАХ ГРУНТОВЫХ ВОД ИЗ СКВАЖИН ПРОМПЛОЩАДКИ ЧАЭС

Н. И. Панасюк, А. М. Алферов, С. С. Подберезный, Г. В. Левин, И. А. Литвин

Институт проблем безопасности АЭС (ИПБ АЭС) НАН Украины, Чернобыль

В. М. Шестопапов, Д. Е. Кухаренко, И. П. Онищенко

Научно-инженерный центр радиогидрогеоэкологических полигонных исследований (НИЦ РПИ) НАН Украины, Киев

За последнее время наблюдается рост объемных активностей ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважины С-23А. Комплексный анализ данных многолетних (длинных) рядов наблюдений, полученных в рамках НИР «Радиогидроэкологический мониторинг в районе объекта «Укрытие», позволил сделать вывод: причиной повышения концентраций ^{90}Sr в пробах из скважины С-23А являются процессы десорбции, вызванные ростом концентраций кальция в грунтовых водах.

Скважина С-23А расположена на юго-западе промплощадки ЧАЭС между напорным бассейном 2-й очереди и подводным каналом в хвостовой отгороженной его части (рис. 1).

Рост объемных активностей ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважины начался с конца 2006 г. [1]. Превышение технологического радиационного критерия (ТРК), равного 200 Бк/л, в пробах грунтовых вод произошло в 1 квартале 2008 г. В этот период объемные активности ^{90}Sr зафиксированы в пределах от 740 до 1535 Бк/л.

Возможными причинами повышения концентраций ^{90}Sr в грунтовых водах могут быть:

инфильтрационные воды, прошедшие путь фильтрации через радиоактивно загрязненные грунты зоны аэрации;

источники с радиоактивно загрязненной водой, поступающей в грунтовые воды;

физико-химические процессы в грунтовом водоносном горизонте.

Объяснить возрастание объемных активностей ^{90}Sr в грунтовых водах четвертичного водоносного горизонта в районе скважины С-23А влиянием инфильтрационных вод не представляется возможным. В техногенно-геологическом разрезе зоны аэрации по данным гаммакаротажа скважин С-23А и С-23Б не отмечено наличие активного слоя с высоким радиационным уровнем загрязнения (максимальная мощность экспозиционной дозы на глубине 0,8 м составила 2 - 3 мР/ч).

Источником радиоактивного загрязнения грунтовых вод мог бы быть подводный канал, расположенный в 40 м от скважины С-23А и имеющий отметки поверхности воды выше уровня грунтовых вод на 0,4 - 0,7 м. Но объемные активности ^{90}Sr в пробах воды из отгороженной части подводного канала не превышают 1,5 Бк/л. А объемные активности ^{90}Sr в пробе воды из новой временной наблюдательной скважины 137 (см. рис. 1), оборудованной в рамках расследования превышения ТРК по скважине С-23А, не превысили 67 - 96 Бк/л. Замеры МЭД по дну подводного канала не выявили высоких концентраций ^{137}Cs , а значит, и ^{90}Sr в донных отложениях. Радиохимические анализы проб донных отложений подводного канала также не выявили высоких концентраций ^{90}Sr .

Эти результаты подтверждают, что подводный канал не является источником высоких концентраций ^{90}Sr в пробах грунтовых вод в районе скважины С-23А.

В то же время по данным гидрохимического анализа проб грунтовых вод из скважины С-23А, выполненных в 2006 - начале 2008 г., с увеличением концентраций ^{90}Sr в пробах воды отмечается также увеличение основных компонентов в воде: кальция, гидрокарбонат-иона, калия и общей минерализации (рис. 2 - 5) [2].

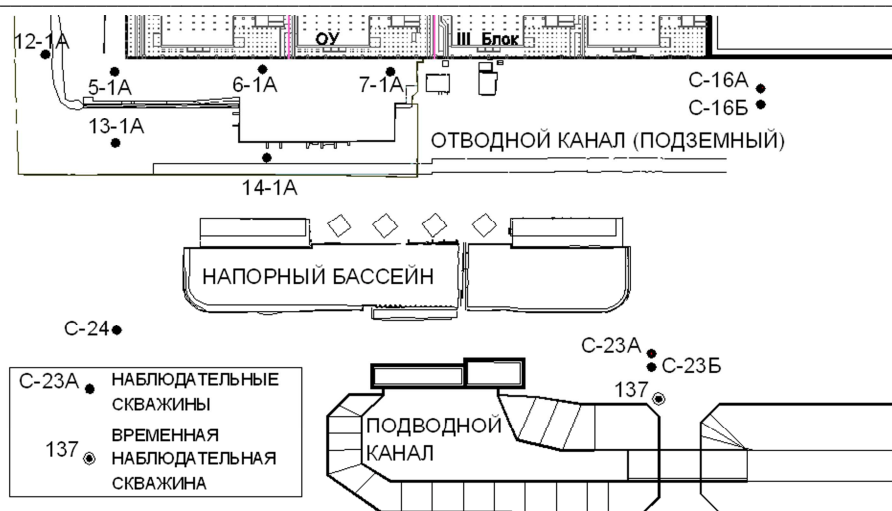
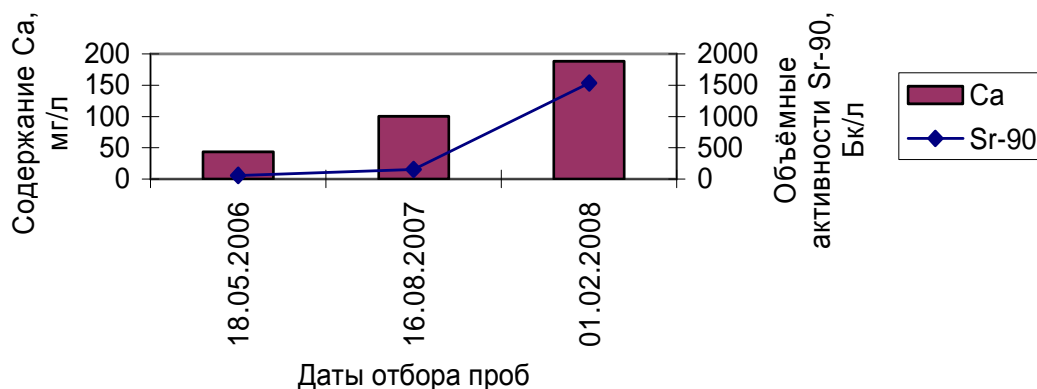
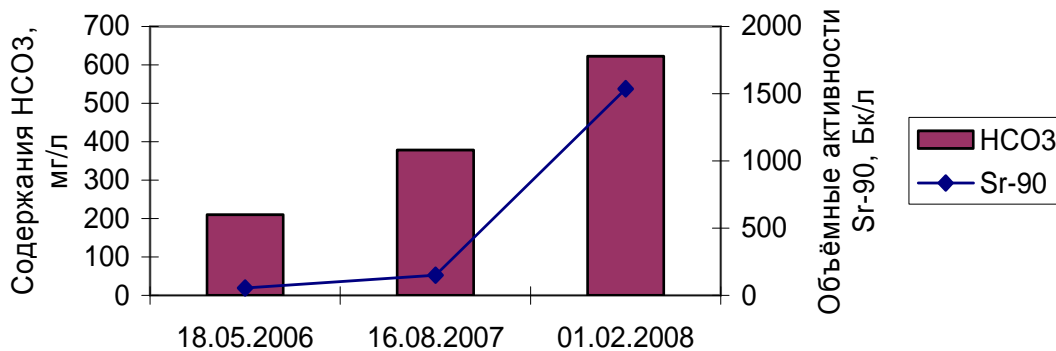


Рис. 1. Схема расположения скважины С-23А.

Рис. 2. Изменение содержания кальция и ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважины С-23А.Рис. 3. Изменение содержания гидрокарбонат - иона и ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважины С-23А.

До периода роста концентраций ^{90}Sr в скважине С-23А значения этих компонентов были близки к фоновым или бытовым (до конца 2005 г.). Как известно, содержание этих ионов в грунтовых водах влияет на сорбцию стронция из водных растворов и на его десорбцию с частиц твердой фазы грунта. Установлена последовательность катионов по их способности удалять стронций с частиц грунта: $\text{Ca}^{+2} > \text{K}^+ > \text{Na}$. Анионы HCO_3^- в меньшей степени влияют на этот процесс, но существенно влияют на рост общей минерализации и гидрохимический тип воды.

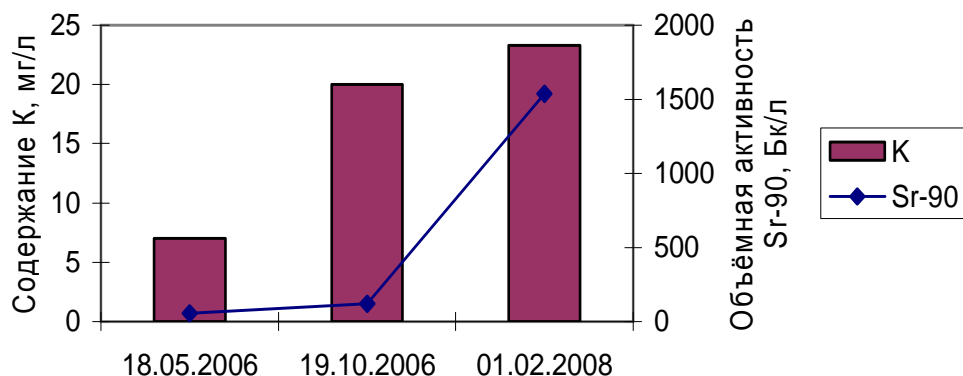


Рис. 4. Изменение содержания калия и ⁹⁰Sr в пробах грунтовых вод из скважины С-23А.

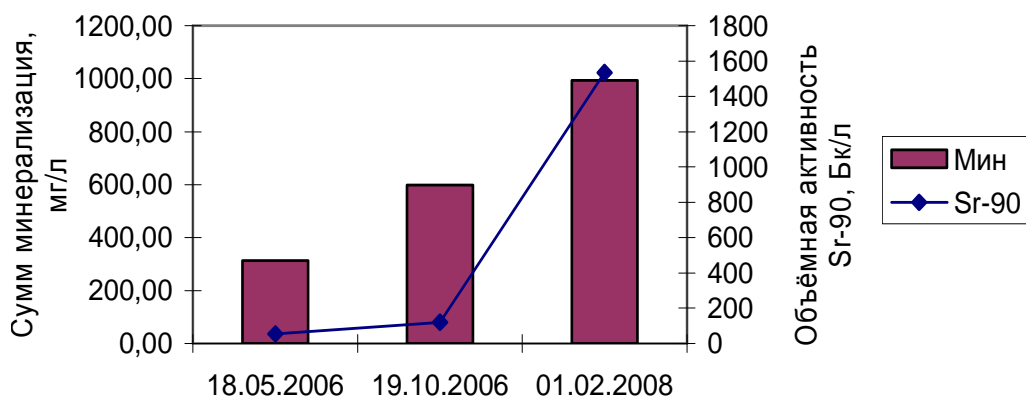
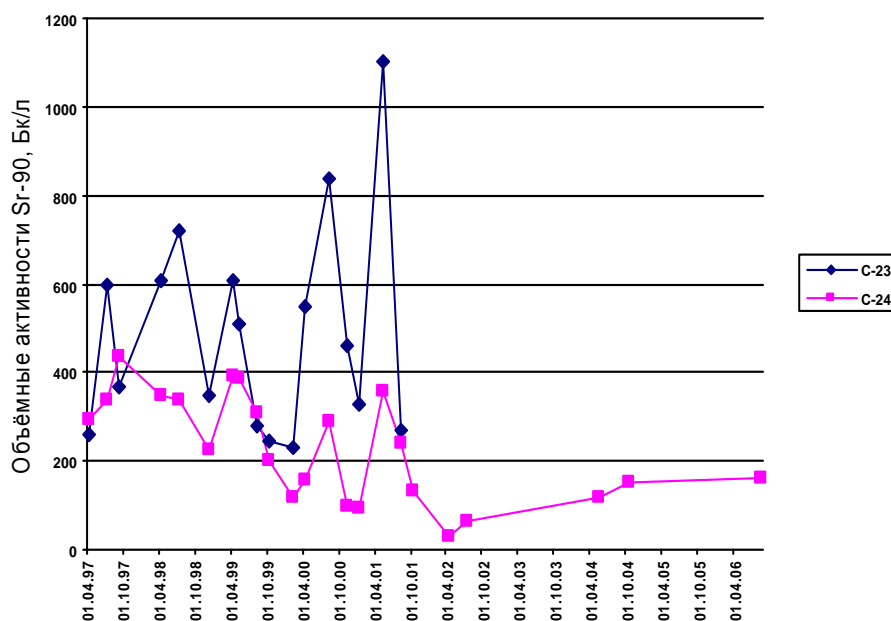
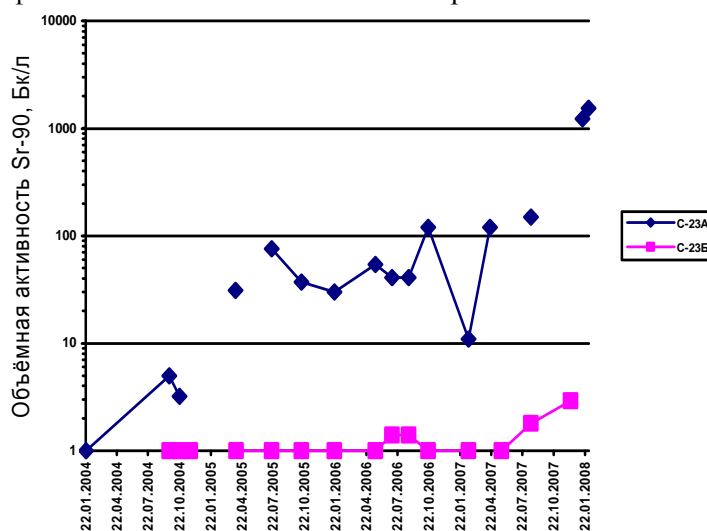


Рис. 5. Изменение минерализации (мин) и ⁹⁰Sr в пробах грунтовых вод из скважины. С-23А.

Можно предположить, что первичное загрязнение ⁹⁰Sr водонасыщенных грунтов первого от поверхности водоносного горизонта произошло в период послеаварийной эксплуатации напорного бассейна 2-й очереди ЧАЭС. В это время с потерями воды на фильтрацию из напорного бассейна с 1986 г. до конца 2000 г. (вывод ЧАЭС из эксплуатации - осушение напорного бассейна) проходил вынос в грунтовые воды ⁹⁰Sr, выпавшего во время аварии в составе топливных частиц на площадь напорного бассейна. При этом фиксировался рост значений объемных активностей ⁹⁰Sr в пробах из скважин С-24 и С-23 (рис. 6). В этот период по результатам проведения радиогидроэкологического мониторинга объемные активности ⁹⁰Sr достигали значений 1100 Бк/л. После 2000 г. (осушение напорного бассейна) в скважине С-24 наблюдается снижение концентраций ⁹⁰Sr. В 2001 г. скважина С-23 была заменена кустом скважин, состоящим из пьезометров С-23А (верхняя часть водоносного горизонта) и С-23Б (средняя часть водоносного горизонта).

На рис. 7 показано, что повышенные значения ⁹⁰Sr отмечаются только для верхней части водоносного горизонта (скважина С-23А).

Исходя из имеющихся данных, можно сделать вывод, что наблюдаемый рост значений объемных активностей ⁹⁰Sr в скважине С-23А может быть вызван поступлением в грунтовые воды подканальных вод (потери воды из подводного канала), обладающих повышенным содержанием кальция, калия и гидрокарбонат-иона, что привело к десорбции задепонированного ранее (в период эксплуатации напорного бассейна) ⁹⁰Sr с поверхности частиц грунта. В результате произошло повышение содержания ⁹⁰Sr в грунтовых водах по механизму десорбции. Повышенные значения кальция образуются в результате растворения известковых соединений (бетон, гипс, панцири речных моллюск в донных отложениях подводного канала). Накоплению кальция и других ионов в воде способствует застойный с 2000 г. водный режим в отгороженной части подводного канала, который соединяется с основной частью только с помощью дюкеров.

Рис. 6. График объемных активностей ^{90}Sr в пробах из скважин С-23 и С-24.Рис. 7. График концентраций ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважин С-23А и С-23Б.

Таким образом, судя по данным комплексного анализа рядов многолетних наблюдений, полученных в рамках радиогидроэкологического мониторинга в районе объекта «Укрытие», причиной роста концентраций ^{90}Sr в пробах грунтовых вод из скважины С-23А может быть фильтрация пресных вод с повышенными значениями ионного состава, который способствует десорбции ^{90}Sr из грунта в воду, что приводит к вторичному загрязнению грунтовых вод. Аналогичная ситуация может случиться при устройстве и эксплуатации свайных фундаментов нового безопасного конфайнмента, в процессе выщелачивания Ca^{+2} из бетона свай грунтовыми водами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АКТ № 18/8-16 ЦРБ. Расследования превышения величины технологического радиационного критерия ^{90}Sr в наблюдательной скважине 23-А.
2. Отчет о НИР «Радиогидроэкологический мониторинг в районе объекта "Укрытие" (договор № 757/07 от 25.07.2007 г.). Этап 2. Проведение радиогидрогеоэкологического мониторинга по второму этапу 2007 г. (заключит.). - Чернобыль, 2007. - 133 с.

Поступила в редакцию 12.06.08

**ПРО ПІДВИЩЕННЯ ОБ'ЄМНОЇ АКТИВНОСТІ ^{90}Sr В ПРОБАХ ГРУНТОВИХ ВОД
ІЗ СВЕРДЛОВИНИ ПРОММАЙДАНЧИКА ЧАЕС**

**М. І. Панасюк, А. М. Алфьоров, С. С. Підберезний, Г. В. Левін, І. А. Литвін,
В. М. Шестопапов, Д. Є. Кухаренко, І. П. Онищенко**

Останнім часом спостерігається підвищення об'ємних активностей ^{90}Sr у пробах ґрунтових вод із свердловини С-23А. Комплексний аналіз даних багаторічних (довгих) рядів спостережень, отриманих у рамках НДР «Радіогідроекологічний моніторинг в районі об'єкта "Укриття"» дав змогу зробити висновок: причиною підвищення концентрацій ^{90}Sr у пробах із свердловини С-23А є процеси десорбції, обумовлені підвищенням концентрацій кальцію в ґрунтових водах.

**ABOUT INCREASE OF VOLUMETRIC ACTIVITY ^{90}SR IN TESTS OF UNDERGROUND WATERS
FROM WELLS OF INDUSTRIAL AREA OF CHORNOBYL NPP**

M. I. Panasyuk, A. M. Alfyoroff, S. S. Pidbereznyi, G. V. Levin, I. A. Litvin, V. M. Shestopalov, D. E. Kukharenko, I. P. Onyshchenko

Recently increase volumetric activity ^{90}Sr in tests of underground waters from well C-23A is observed. The complex analysis of the given long-term (long) numbers of the supervision received in frameworks by RSW « Radiohydroecological monitoring in area of object of "Shelter" has allowed to draw a conclusion: the reason of increase of concentration ^{90}Sr in tests from well C-23A is process desorption which is caused by increase of concentration of calcium in underground waters.