

НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДА ^{90}Sr В ГРАНИТОИДАХ
АРХИТЕКТУРНЫХ СООРУЖЕНИЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

**Фелицын С.Б.¹ (felitsyn@peterlink.ru), Алфимова Н.А.¹
(n.a.alfimova@ipgg.ru), Серебрицкий И.А.² (serebric@rambler.ru)**
Санкт-Петербургское отделение. ¹ Институт геологии и геохронологии докембрия РАН,
² Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению
экологической безопасности

 ^{90}Sr RADIONUCLIDE ACCUMULATION IN GRANITOIDS OF
ARCHITECTURAL COMPLEXES OF ST. PETERSBURG

Felitsyn S.B.¹, Alfimova N.A.¹, Serebricky I.A.²
Saint Petersburg branch. ¹ Institute of Precambrian Geology and Geochronology; ² Committee
for Nature Use, Environmental Protection and Ecological Safety.

Проведенное в 2010 г. исследование изотопного состава стронция в отдельных кристаллах полевых шпатов из пород декоративной облицовки ограды завода «Светлана» выявило наличие изотопа ^{90}Sr в слое толщиной 300 мкм, имевшим контакт с метеорными водами в течение последних 45 лет. Строительство сооружений комплекса завода «Светлана» со вставками из горных пород завершено в 1963 году, и обработка поверхности декоративной облицовки с помощью физических или химических способов очистки не проводилась. Содержание ^{90}Sr во внешней зоне кристаллов плагиоклаза составляет 0.1-0.12 нг/г при содержании Sr от 590 до 630 мкг/г. На расстоянии более 300 мкм от внешней поверхности кристаллов изотоп ^{90}Sr не обнаружен и общее содержание стронция на 10-15% ниже по сравнению с внешней зоной кристаллов, содержащих техногенный радионуклид ^{90}Sr .

^{90}Sr в количестве 1.3-2.2 нг/г (измерения 2011 г.) также присутствует в имевших контакт с метеорными водами поверхностях калиевых полевых шпатов из надгробий некрополя Александро-Невской лавры в Санкт-Петербурге (Государственный музей городской скульптуры, учреждение Комитета по культуре Администрации Санкт-Петербурга). Изучен состав образцов надгробия Н.А. Шарова (памятник 1800-х годов) и надгробия С.А. Зотовой (памятник построен в 1840-х годах). Выбор объектов определен наличием достоверной информации о неприменении методов физической и/или химической очистки их поверхностей в течение всего времени бытования сооружений.

Во внутренней (более 300 мкм от внешней зоны) частях полевых шпатов из гранитоидов надгробий некрополя Александро-Невской лавры радионуклид ^{90}Sr не обнаружен, и содержание стронция также меньше, чем во внешних зонах тех же кристаллов.

Активность ^{90}Sr составляет ~400 Бк/кг микроклиновых гранитов, что с учетом содержания в таких гранитах калиевых полевых шпатов и мощности зоны накопления в них ^{90}Sr соответствует величине 200 Бк/м².

По данным масс-спектрометрических определений, в пыли г. Санкт-Петербурга среднее содержание ^{90}Sr составляет 0.4 нг/г (август 2010 г.) при

содержании Sr=163 мкг/г для фракции менее 2.5 мкм и практически не изменяется в зависимости от времени года. Среднее содержание Cs в той же фракции составляет 4.2 мкг/г и концентрация $^{137}\text{Cs}=0.013$ нг/г. При этом 80-85% общего содержания стронция в пылевых частицах приходится на лабильную фазу – практически весь стронций переходит в раствор через 30 мин обработки не содержащих карбонатов пылевых частиц фракции менее 2.5 мкм стандартным экстрагентом (1N HCl). В ходе работ 2011 г. радионуклид ^{90}Sr был обнаружен в пыли 10 из 14 станций АСМ АВ при среднем содержании ^{90}Sr в пылевых частицах 0.48 нг/г пыли и среднем содержании ^{90}Sr в воздухе 0.005 нг/м³. Активность, связанная с ^{90}Sr в составе городской пыли, составляет 80 Бк/г пыли, что с учетом содержания пылевых частиц фракций PM2.5 и PM10 в воздухе Санкт-Петербурга (~0.01 мг/м³) на порядки ниже естественных источников ионизирующего излучения в Санкт-Петербурге.

Появление в окружающей среде радионуклида ^{90}Sr связано с антропогенной деятельностью в течение последних 60 лет и к настоящему времени техногенные радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr присутствуют практически во всех объектах экзосферы. На омываемой поверхности кристаллов плагиоклазов и калиевых полевых шпатов отсутствуют аутигенные глинистые минералы и выполненные кальцитом трещины. Поэтому наличие ^{90}Sr в слое толщиной 300 мкм поверхности плагиоклазов, имевших контакт с осадками в течение десятков-сотен лет, указывает на ионно-обменные реакции между твердой и жидкой фазами (содержащей ^{90}Sr), протекавшими в условиях нормального атмосферного давления, среднегодовой температуры +4.3°C и среднегодового уровня осадков ~700 мм в Санкт-Петербурге. Известным аналогом подобного процесса является хорошо изученный щелочной метасоматоз, в результате которого натрий и кальций и стронций из флюида замещают калий в решетке микроклина. Изучение образцов с помощью растровой электронной микроскопии показало закономерное изменение состава в пределах отдельных минералов: зона (около 300 мкм) кристаллов микроклина, прилегающая к внешней поверхности блока и контактирующая с метеорными водами, содержит меньше калия и больше – алюминия, натрия и кальция по сравнению с центральной зоной кристаллов. Внешняя зона плагиоклазов (An 10-30%) содержит больше алюминия и кальция и меньше – натрия и калия по сравнению с центром. Изменение состава наблюдается только в зоне, омываемой метеорными водами; различия в составе между центральной и периферическими зонами, не имевшими контакта с осадками, отсутствуют.

Подобное распределение элементов площади кристаллов подтверждают возможность ионно-обменных реакций, эффект от которых фиксируется после десятков лет контакта полевых шпатов с метеорными водами. Особенностью данных ионно-обменных реакций является слабокислая среда (значения pH от 4.0 до 5.3) атмосферных осадков, связанная с антропогенной эмиссией кислотообразующих веществ (главным образом, диоксида серы) в условиях Санкт-Петербурга.