

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИГРАЦИИ УРАНА В СИСТЕМЕ «ДРЕНАЖНЫЕ ВОДЫ – ПОЧВА»

Б.Б.Бобоев, Х.М.Назаров, М.З.Ахмедов
Агентство по ядерной и радиационной безопасности
АН Республики Таджикистан,
г.Душанбе, Республика Таджикистан

В настоящей работе проведены комплексные исследования радиозэкологической обстановки на территории Северного Таджикистана. Изучены пути миграции урана на территории хвостохранилищ №1-2 г.Табосшара в системе «Дренажные воды - почва». Определены малая подвижность соединений урана (IV) и высокая подвижность соединений урана (VI), вследствие чего реакции восстановления являются ведущими в процессах осаждения, а реакции окисления – в процессах переноса урана. Изучена кинетика процессов сорбции урана гематитом и пиролюзитом, являющихся основными инкорпорирующими уран частицами в указанных водах. Установлено, что сорбция урана на гематите при высоких температурах и щелочной среде значительно выше, чем в кислой среде и при низких температурах.

Проведены полевые радиометрические и дозиметрические измерения, отбор проб, а также определены с помощью навигационных приборов их географические координаты. Показано, что при ветровой и водной эрозиях, особенно в районах «Фабрики бедных руд», наблюдается вторичное загрязнение территории радиоактивными веществами. Проанализирована радиационная обстановка и составлена радиозэкологическая карта Северного Таджикистана.

Из хвостохранилищ происходит в основном водная миграция изотопов, для осуществления которой необходимы соответствующие условия. Решающую роль здесь играют формы нахождения радионуклидов в отвалах и состав растворов, фильтрующихся через хвостохранилище. Последние могут включать жидкие отходы, воду атмосферных осадков и подземные воды, если они дренируют хвостохранилище.

При этом загрязняются огороды жителей, пастбищные поля и сельхозугодия, автодороги и ближайшие деревни. Особенно неблагоприятная ситуация на непокрытом, не законсервированном хвостохранилище, называемом «Отходы бедных руд». Этот объект возвышается как усеченная пирамида над местностью и каждый природный фактор (дождь, снег, ветер, землетрясение) влияет на него и радиоактивные материалы смываются вниз по рельефу.

По результатам исследований наблюдаются превышения допустимой концентрации (ПДК) сульфат-ионов. Поставщиком данного аниона в первую очередь являются сульфатсодержащие удобрения (в случае Шурбулака) и поступление сульфат-иона в дренажные воды идет за счет химических реакций, в которых синтезируется из пирита с осадочными водами.

Почва данной территории загипсована (наиболее вероятны реакции $CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + H_2CO_3$ и $H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$) и имеет высокий водородный показатель (pH~9). Используемые для полива воды участка Шурбулак имеют более низкий водородный показатель (pH~6,5), что создает условия для смещения химического равновесия вправо: $CaSO_4 \rightarrow Ca^{2+} + SO_4^{2-}$, т.е. приводит к растворению гипса и обогащению поливных вод сульфат-анионом с параллельным увеличением их общей жесткости (в данном случае она равна 28,2).

Таким образом, анализ результатов гидрохимического опробования проб, находящихся на обследуемой территории, позволил установить ареал техногенного сульфатного загрязнения, формирование которого происходит под воздействием двух источников – фильтрации жидкой фазы пульпы из хвостохранилища и поливного сельскохозяйственного производства.

Обнаружение урана в опробованных пробах свидетельствует о хорошей растворимости урансодержащих соединений в воде.

Результаты гидрохимического опробования шахтных и дренажных вод вокруг г.Табосара показывают во многих случаях превышение ПДК сульфат-ионов. Поставщиками данного аниона, в первую очередь, являются сульфатсодержащие вещества, и поступление сульфат-анионов в дренажные воды идет за счет химических реакций, в которых они синтезируются из пирита осадочными водами и кислотным остатком в хвостах после переработки.

Установлено, что с уменьшением кислотности и повышением температуры степень сорбции растет. Изучена кинетика сорбции урана гематитом и пиролюзитом. Кажущаяся энергия активации в процессе сорбции урана гематитом составляет 6,9 кДж/моль.