

6. Жапарханов С.Ж. Гидрогеология Жайремского горнорудного района, Алматы, «КазНТУ имени К.И.Сатпаева», 2004, 140С.
7. Жапарханов С.Ж. Искусственное восполнение запасов подземных вод аридных районов Центрального Казахстана, Алматы, «КазНТУ имени К.И. Сатпаева», 2012, 74С.
8. Калугин С.К. Подземные воды Джезказган-Улутауского района, Алматы, «Наука», 1967, 158С.

Zhaparhanov S.Zh.

Summary. The article discusses some of the results of hydrogeological studies at mine sites in Kazakhstan. Indicates their importance in the irrigation and water supply of mining areas. The stages of research areas and in various mining areas. There commendations for further research.

Жапарханов С.Ж.

Түйіндеме. Мақалада Қазақстанда кездесетін көптеген кен орындарының гидрогеологиялық жағдайлары зерттелген. Оның ішінде, жерасты суларының кен ондіруде тигіз етін әсері және оларды ауыз суы, сондай ақ, техникалық қажеттікке пайдалану жолдары көрсетілді. Гидрогеологиялық зерттеулердің даму тарихы айтылған.

УДК 556.3.:628.1(047.3)(574/3/3)

Калитов Д.К.¹, Завалей В.А.², Салыбекова В.С.², Рахимов Т.А.²

¹ТОО «Производственная компания «Геотерм», г.Алматы, Республика Казахстан

²Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева,

г.Алматы, Республика Казахстан

d_kalitov62@mail.ru, v_zavaley@mail.ru, salybekova_v@mail.ru, t-rakhimov@mail.ru

ПРОБЛЕМА ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ИСТОРИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Аннотация. Приводятся сведения о результатах работ по очистке подземных вод долины р.Илек в Актюбинской области от исторических загрязнений шестивалентным хромом. Дается обоснование использования реагентного метода in-situ инъекцией непосредственно в пластпромышленного раствора, переводящего в результате химической реакции токсичного шестивалентного хрома, в нетоксичный трехвалентный.

Ключевые слова: исторические загрязнения подземных вод, шестивалентный хром, метод in-situ, инъекционные скважины.

Как известно, к историческим загрязнениям относятся накопившиеся отходы прежней деятельности предприятий нефтегазового комплекса, теплоэнергетики, горнорудной и перерабатывающей промышленности, а также бесхозные скважины, шахты и рудники, хвостохранилища и накопители сточных вод, которые являются реальной угрозой экологической безопасности территории.

Наиболее уязвимыми в этом плане являются незащищенные грунтовые подземные воды, находящиеся в зоне влияния промышленных отходов и чьи уровни расположены близко к поверхности земли. Одним из ярких примеров такого исторического загрязнения служит загрязнение шестивалентным хромом и бором подземных вод в регионе р. Илек Актюбинской области.

Данная проблема связана с многолетней деятельностью Актюбинского завода хромовых соединений (АЗХС), промплощадка которого была размещена на водопроницаемой толще пород, и недалеко от которого были сооружены шламовые пруды для приема производственных сточных вод с содержанием в них шестивалентного хрома в количестве 10-12 г/дм³. Поступлению хрома в водоносный горизонт способствовали утечки технологических растворов на территории завода, а также фильтрация стоков из шламовых прудов и полей фильтрации.

Хромосодержащие подземные воды от территории АЗХС продвигались к техническому водозабору Актюбинского завода ферросплавов (АЗФ), эксплуатация которого продолжалась вплоть до 1986 г. Нецелесообразность консервации водозабора, несмотря на его загрязнение, определялась тем, что водозабор выполнял роль перехвата части потока загрязненных вод, ограничивая распространение хрома в подземных водах долины р. Илек.

Использование подземных вод хромом для технического водоснабжения Актюбинской ТЭЦ и АЗФ вызвало формирование на территории промзоны вторичного очага загрязнения, обусловленного сбросами неочищенных хромосодержащих вод в чашу гидрозолоудаления (ГЗУ) Актюбинской ТЭЦ. В подземные воды поступило большое количество шестивалентного хрома, который вместе с потоком подземных вод распространился далеко за пределы золоотвала в долине р. Илек.

Площадь очага загрязнения к 1992г достигла 14 км² при содержании хрома у шламовых прудов 3757 мг/дм³ и у промплощадки завода 667 мг/дм³ при ПДК для питьевой воды 0,05 мг/дм³. От шламовых прудов и промплощадки завода хром двигался по потоку в сторону русла реки и в скважинах, расположенных вдоль русла реки, фиксировался на отрезке длиной 4 км. В 1980г шестивалентный хром был обнаружен в поверхностных водах р. Илек у села Яйсан, вблизи границы с Российской Федерацией. Затем, в результате проведенных в 90-е годы природоохранных мероприятий, площадь очага загрязнения стабилизировалась и к 2007г уменьшилась до 12 км².

В связи со сложившейся ситуацией, с учетом масштабности процессов загрязнения и принимая во внимание высокую экологическую значимость предотвращения попадания шестивалентного хрома в трансграничную р. Илек, было принято решение об очистке подземных вод от шестивалентного хрома.

Для решения поставленной задачи, в результате тщательного рассмотрения вариантов различных технологических схем очистки, принята технология, основанная на создании непосредственно в водоносном горизонте зон реакций и геохимических барьеров путем введения через инъекционные скважины реагентов. Очистка подземных вод при этом осуществляется непосредственно в водоносном горизонте.

В связи с отсутствием опыта проведения такого рода работ в Республике в крупных масштабах, принято решение о поэтапном проведении очистки подземных вод загрязненной территории от шестивалентного хрома. В качестве пилотного выбран участок №3 на правом берегу р. Илек, площадью 80га.

В грунтовых водах хром существует обычно в мобильной форме как Cr^{6+} (растворенная водная фаза). Как правило, Cr^{6+} в грунтовых водах существует как анион хромата водорода ($HCrO_4^-$) или анион хромата (CrO_4^{2-}). Восстановление этих компонентов до Cr^{3+} при нейтральных значениях pH , существующих, как правило, в естественных условиях, приводит к выпадению осадка в виде твердой фазы гидроксида хрома (или более типично гидроксида хромистого железа). Процесс выпадения хрома в осадок в естественных условиях трудно обратить, поэтому этот процесс является эффективной технологией очистки.

Перед принятием окончательного решения о применяемых реагентах, были выполнены лабораторные тесты и проведены пилотные исследования в полевых условиях для опытно-экспериментального опробования очистки *in-situ* и с целью определения эффективности и количества различных химикатов (восстанавливающих реагентов), требующихся для удаления Cr^{6+} из грунтовых вод. На основе результатов этих исследований было установлено, что сернистое железо (двухвалентное) оказалось наилучшим из всех использованных восстанавливающих реагентов. Оно эффективно удалило из грунтовых вод Cr^{6+} при наименьшем количестве использованного химиката. При этом реакции были относительно быстрыми и предсказуемыми.

Для выполнения поставленной задачи по очистке подземных вод на участке №3 были осуществлены следующие основные виды работ: бурение технологических, мониторинговых и резервных скважин, а так же инъекционных шпуров, строительно-монтажные работы по станции подготовки раствора и инфраструктуре, технические работы по очистке подземных вод от Cr^{6+} , управление технологическими процессами, с проведением лабораторных исследований и режимных наблюдений, отслеживание полученных данных, сопоставление, анализ и прогноз дальнейших результатов.

Всего за период работ пробурено 281 скважин, различного диаметра, глубины и назначения. Целевым назначением технологических скважин является возмущение продуктивной среды, в условиях их попеременной работы. В зависимости от этапа проведения работ технологические скважины использовались для откачки и (или) для нагнетания. Всего пробурено 19 технологических скважин, общим объемом 275 п.м.

Для эффективной очистки подземных вод от шестивалентного хрома, вблизи каждой технологической скважины, в радиусе 5м пробурен ряд инъекционных шпуров диаметром 63мм, совокупное количество которых на одном узле составляет 8шт (в целом по объекту 152 шпура). Это обеспечивало относительно равномерное распределение реагента по площади очага возмущения, а также подачу достаточного количества реагента в точку закачки.

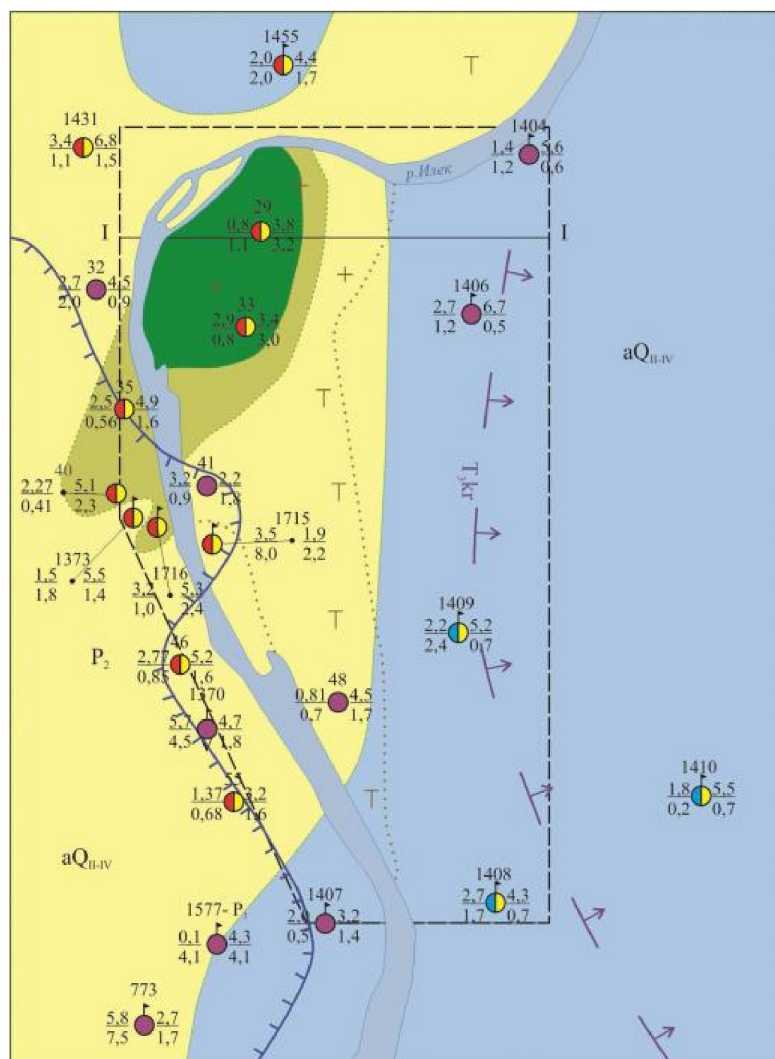


Рисунок 1- Участок загрязнения на начальном этапе

Для контроля эффективной и успешной очистки участка №3 от шестивалентного хрома создана мониторинговая сеть скважин, основной задачей которых, наряду с режимными наблюдениями за уровнем и качеством подземных вод, выполнялись функции контроля гидродинамических и геохимических изменений технологического процесса. Всего пробурено 60 скважин, общим объемом 765 п.м. Сеть мониторинговых скважин, позволила выполнить наблюдения непосредственно за процессами фильтрации технологического раствора при гидравлических циклах и определить условия его распространения по водоносному горизонту.

В процессе проведения работ, в результате постоянного контроля за ходом проведения инъекционных работ, по результатам мониторинга и моделирования было отмечено, что закачиваемые в пласт растворы распространяются не равномерно по площади, а, подчиняясь гидравлическим уклонам, движутся по направлению локальных потоков, обнаруженных при построении детальной гидродинамической карты, специально построенной для выявления подобных закономерностей. При этом, с учетом уникально высоких фильтрационных свойств пласта, эти потоки имеют вытянутые формы при слабом растекании по флангам. Выявленная схема формирования потоков пошла вразрез с проектными расчетами, где предполагалось, что поток распределяется в пласте концентрически равномерно по площади.

Таким образом, выявлено, что очистка подземных вод, по схеме, предложенной в проекте, осуществляется не равномерно, а по локально вытянутым зонам, направленным от инъекционных узлов по направлению движения локальных потоков. Это подтверждают наблюдения по мониторинговым скважинам и другим скважинам, находящимся в зоне влияния локальных потоков и показывающих положительный результат по очистке подземных вод от шестивалентного хрома. Зоны же участка, расположенные между этими потоками, не захватываются влиянием реагента и концентрация хрома в них уменьшается незначительно.

С учетом полученных закономерностей и на основе выполненного анализа гидродинамической обстановки на опытно-промышленном участке №3 в исходный проект были внесены и реализованы мероприятия по интенсификации процесса очистки. Эти мероприятия заключались в организации дополнительных инъекционных узлов, расположенных вкрест простираения локальных потоков. Пробуренные на этих участках инъекционные скважины перехватывают локальный поток, тем самым интенсифицируя процесс очистки, что привело к положительным результатам.

Дополнительные узлы представлены как линейными рядами, заложенными перпендикулярно направлению движения основных локальных потоков, так и одиночными инъекционными скважинами. Результаты мониторинговых исследований по этим участкам показали резкое сокращение концентрации Cr^{6+} по площади и повысили степень эффективности проведенных работ.

Для визуализации гидродинамических и гидрохимических процессов на участке построена математическая модель участка очистки. Математическое моделирование, позволило учесть изменения, происходящие в водоносной системе и влияющие на условия формирования и процессов переноса подземных вод, обеспечить прогноз изменения их баланса, оценить влияние загрязненных подземных вод на качество р. Илек, а так же уточнить распределение гидрогеологических параметров по площади полигона.

Моделирование процессов динамики подземных вод на участке осуществлялось с использованием программного комплекса Visual ModFlow Premium, разработанного JSC Schlumberger Water Services Waterloo Hydrogeologic Division (Канада). В настоящее время ModFlow и связанные с ней постпроцессоры MODPATH, MT3DMS, PEST и другие, являются наиболее востребованными и широко используемыми во всем мире программными комплексами для решения задач связанных с моделированием движения подземных вод.

На основе построенной модели получены достоверные прогнозы развития загрязнения подземных вод в промзоне г. Актобе и закономерностей переноса загрязнителя – Cr^{6+} – речными водами вплоть до границы с Российской Федерацией. Математическая модель в купе с данными мониторинга концентрации хрома подземных вод явилась базой для принятия оперативных решений при проведении очистки.

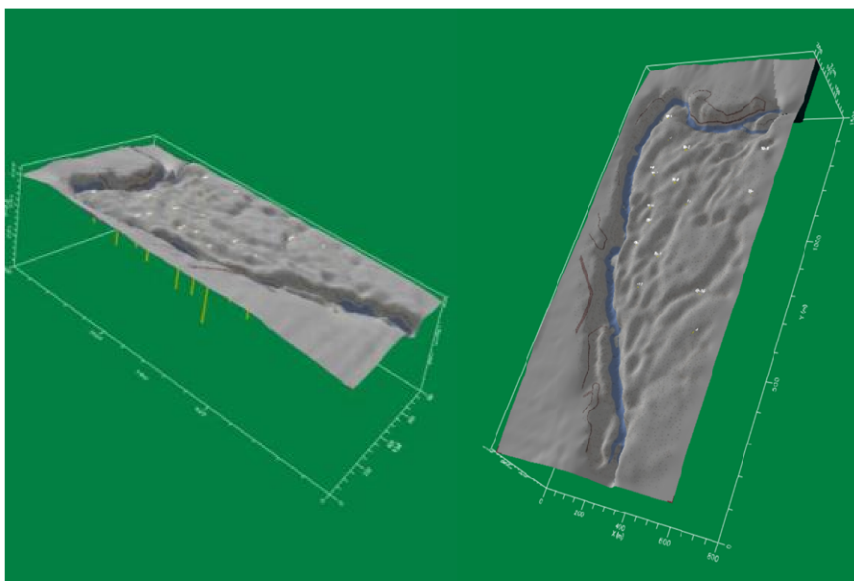


Рисунок 2 – Математическая модель участка очистки

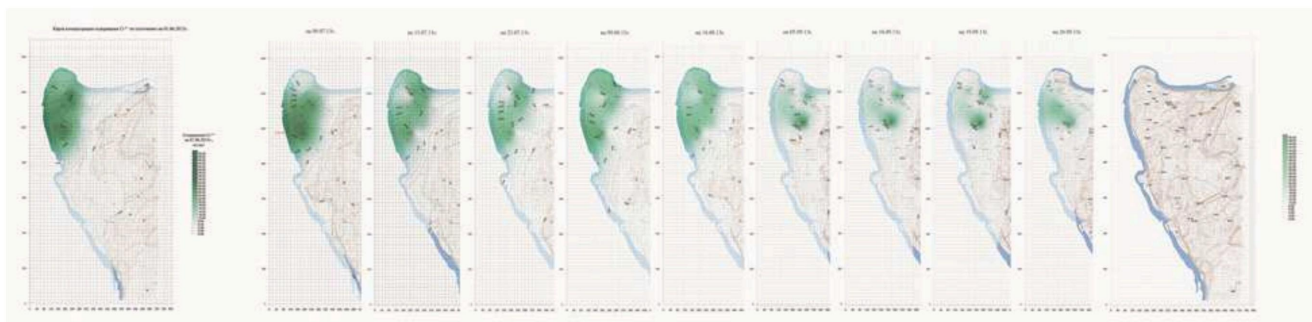


Рисунок 3 – Этапы очистки подземных вод на участке

Всего за весь период проведения работ на опытно-промышленном участке №3 для приготовления реагента использовано и подано в аллювиальный водоносный горизонт 1675т сульфата закисного железа. В результате этих работ концентрация Cr^{6+} в подземных водах опытно-промышленного участка повсеместно упала ниже ПДК в водах питьевого качества (0,05 мг/л), установленного нормами СанПиН (Постановление Правительства Республики Казахстан от 18 января 2012 года № 104).

Цель проведения работ по очистке подземных вод опытно-промышленного участка полностью достигнута. Подтверждена высокая эффективность реагентного метода с использованием сульфата закисного железа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бураков М.М. Современные геоэкологические проблемы в бассейне трансграничной реки Илек и возможные подходы к их разрешению // Подземные воды - стратегический ресурс устойчивого развития Казахстана. Материалы международной научно-практической конференции Алматы, 2009.С.218-220.
2. Калитов Д.К., Завалей В.А., Салыбекова В.С., Рахимов Т.А. - Очистка подземных вод опытно-промышленного участка №3 от загрязнения шестивалентным хромом в зоне примыкания к реке Илек в Актюбинской области.//Международная научно-практическая конференция «Проблемы и перспективы развития геологического кластера «Образование-наука-производство» //Алматы 2014, С.320-325.
3. Salybekova V., Zavaley V., Kalitov D. - Hydrogeological and geochemical aspects of groundwater treatment.//Материалы XIII Международной конференции «Ресурсо-воспроизводящиемалоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва, РУДН, 2014.С 337-339.

KalitovD.K., ZavaleyV.A., SalybekovaV.S., RahimovT.A.

Groundwater historical pollution treatment problems

Summary. The article reflects results of work on groundwater treatment from hexavalent chromium historical pollution onIlekriver valley, Aktobe region. In-situ method with direct injection into the formation of industrial solution that transforms the chemical reaction of toxic hexavalent chromium to trivalent nontoxic studied as the most effective one.

Keywords: historical contamination, hexavalent chromium, in-situ method, injection wells.

Калитов Д.К., Завалей В.А., Рахимов Т.А., Салыбекова В.С.

Жерасты судың тарихи салтактануларданжаман-жұманының мәселесі

Түйіндеме. Маулұматтының туралы жұмыстың нәтижелерінің Илекөз. жазығының жерасты суының жаман-жұманына Ақтөбе облыста тарихи салтактанулардан алтывалент хроммен келтіреді.In-situ реагентн әдісінің игерушілігініңқисыныныңинъекцияменауызекі, ара нәтиже токсинның алты валент хромының химиялық реакциясының аударатын.

Түйін сөздер: жерасты судың тарихи салтактанулары, алтывалент хром, in - situ