

Восстановление природной среды на территории бывшего предприятия по добыче цинка и свинца (пос. Пекос, шт. Нью-Мексико)

Пол Робинсон
Директор по проведению исследований (Research Director),
Юго-западный центр исследований и информации (ЦЗЦИИ)
PO Box 4524 Albuquerque, NM 87106 USA
505-262-1862 / 505-262-1864
srpcpaul@earthlink.net
www.sric.org

От редакции

События, о которых говорится в данной статье, известного специалиста в области охраны окружающей среды Пола Робинсона, происходили на северо-востоке штата Нью-Мексико, известного своими месторождениями урана, меди, цинка, свинца, нефти и природного газа. Описываемые земли находятся в бассейне верхнего течения р.Пекос – крупнейшего левого притока р.Рио-Гранде. Значение р.Пекос в жизни жителей штата исключительно велико. Беря начало в пределах Скалистых гор со склонов массива Сангре-де-Кристо, она течет по территории штата с севера на юг почти 1000 км. Её воды обеспечивают сельскохозяйственное производство штата, позволяя выращивать в условиях резко континентального климата не только кормовые травы, но и хлопчатник, сорго, пшеницу, овощи, фрукты. Изъятие воды из реки настолько велико, что в низовьях средний годовой расход воды составляет всего 8 м³/с, что почти в 100 раз меньше расхода в ненарушенных условиях. Поэтому не удивительно, что население штата крайне болезненно воспринимает случаи техногенного загрязнения речных вод. Конечно природная среда, и социально-экономические условия Северо-Востока России несопоставимо отличны от условий юго-запада США. Тем не менее опыт, полученный в одном из горнодобывающих районов технически высокоразвитой страны, будет очень полезен нам – жителям северо-восточной окраины России. Следует отметить, что содержание статьи не является буквальным переводом с английского языка на русский. Скорее всего её можно назвать изложением в русском варианте на основе переводов Майкла Джонса (г.Владивосток) и Н.С.Зуевой (г.Магадан), сделанное В.Е.Готовым (СВКНИИ ДВО РАН, г.Магадан).

Резюме.

Статья написана по материалам доклада сделанного автором в марте 1995 г. на «Слушаниях по утилизации отработанных отходов-95», Университет Аризона (Arizona/DOE/WEC, Тунсонский AZ).

Кратко рассказано об инновационных, регулирующих, технических и общественных действиях, связанных с исследованиями и рекультивацией отработанных месторождений свинца и цинка с сохранением отходов горнорудного производства. Место нахождения участка: район поселка Пекос в штате Нью-Мексико, США.

Участок пос.Пекос обрел широкую известность из-за инцидента с гибелью большого количества рыбы в реке Пекос в результате неконтролируемой работы горнорудного предприятия в 1920-ых и 1930-ых годах. Рассматривается роль государства, как виновной стороны, создание Суперфонда и государственного участия в накоплении

миллионов долларов на восстановление утраченных природных ресурсов. Рассматривается административная структура и технология утилизации отходов, методы используемые для экологического восстановления.

Общие сведения об участке.

Участок расположен в необычайно живописной долине верхнего течения реки Пекос в 20 милях к западу от г.Санта-Фе - столицы штата Нью-Мексико. На площади участка протекают ручьи Ивы и Аламитос (Alamitos), впадающие в р.Пекос. Ручьи с непостоянным стоком, пересыхающие в засушливые времена года и образующие сезонные потоки при таянии снега в горах и при больших ливнях. В нижнем течении ручья Аламитос расположена деревня (поселение) Пекос, ранее брошенная племенем индейцев Пуэбло. Теперь она находится под защитой государства как составная часть всемирно известного Пекосского национального парка - «Дикая природа Пекос», включающего и другие области гор Сангре-де-Кристо. В этом парке посетителям-туристам обеспечен активный отдых с высококачественным ловом рыбы и прекрасными возможностями для разбивки лагеря на берегах реки.

Рудные месторождения цинка и свинца в этой живописной местности были обнаружены в 1881 г., но разработка их началась только в 1927 г., когда этим занялась компания Американский Металл (American Metal), Нью-Мексико. В ту пору руда содержала в себе в среднем 10,6% цинка, 3,3 % свинца, 0,5% меди, 2,8 oz/ton серебра и 0,1 oz/1 ton золота. В сутки обрабатывалось 600 тонн руды методом дифференциальной флотации. При этом использовали: в фунтах на 1 тонну руды : крезоловую кислоту (крезол) – 0,175; известь – 0,574; ксантогенат калиевый – 0,161; сульфат цинка 1,395; цианид – 0,06 фунта, медный сульфат 0,783; ксантогенат этилнатриевый – 0,500; сосновое масло – 0,151.

Руда транспортировалась на обогатительную фабрику и в хвостохранилище (модуль Эль-Молино) по 12-мильной железной дороге. Дефицит воды для технологических целей, трудовые споры, тяжелые горно-геологические условия на глубоких горизонтах рудника, выработка наиболее ценных руд привели, в совокупности к закрытию предприятия от которого остались два хвостохранилища в долине (каньоне) ручья Аламитос (Alamitos). Всего за период с 1927 по 1939 гг. обогатительная фабрика переработала около 2 200 000 тонн свинцово-цинковой руды. Сейчас она входит в единый комплекс протяженного бездействующего рудного месторождения и хвостохранилищ отходов («Эль-Молино»). Южная окраина участка «Эль-Молино» расположена меньше, чем в половине мили от деревни Пекос, насчитывающей около 3500 жителей и комплекса деревенской начальной и средней школы. Выше хвостохранилищ в верховьях ручья Аламитос есть несколько частных домов, к которым можно добраться по дороге, пересекающей хвостохранилище в верхней части.

В 1950 году государство, представленное штатом Нью-Мексико, приобрело право собственности на рудное месторождение и обогатительную фабрику, за исключением права на полезные ископаемые. Эти права на минеральные ресурсы первоначальный владелец – «Американский металл» (штат Нью-Мексико) передал в 1939 г. компании «Pecos Estates Inc.». В 1950 г. рудник выкупила компания New Mexico Game Commission. В начале 90-х годов XX века была сформирована Компания Полезных ископаемых «Кипра-Эмакс» (АМАХ), которая является приемником корпорации Американской компании Металлов.

После приобретения штатом земель свинцово-цинкового месторождения они названы «Участок Верхний Пекос», в составе которого выделено пять составных частей

(модулей): месторождение Пекос, Эль-Молино (хвостохранилища), сектор отдыха туристов, государственная автомагистраль №63, проложенная по границе рудного поля и построенный рыбоперерабатывающий завод (инкубаторий рыбы – Lisboa Springs).

В качестве дополнительной информации укажем, что после приобретения штатом прав на землю материал рудных отвалов и отходов (хвосты) использовались при строительных работах при сооружении автомагистрали, на строительных площадках, на участках палаточных «городов», при строительстве рыбоперерабатывающего завода. Местные жители рассказали, что отходы с рудника транспортировались и применялись также при строительстве жилых конструкций и дворов. Они же рассказали, что дети (и их родители) часто гуляют и играют в живописном месте хвостохранилища вдоль ручья Аламинтос. Некоторые из них используют район хвостохранилища в качестве стрельбища для практики стрельбы и для организации ралли автомобилей по бездорожью, тем самым подвергаясь риску свинцового отравления

Деревня Пекос управляется мэром. Мэр является председателем Совета попечителей этой деревни. Местные общественные организации были довольно активны при рассмотрении вопросов, касаемых экологических проблем и природных ресурсов. Они объединились в организацию, призывающую общество к защите природных ресурсов от загрязнений, указывающая в необходимости законодательной поддержки и государственного финансирования программ очистки, также выступающая за просветительскую программу для населения и пересмотрение планов участка – «*La Gente del Рио Пекос*». Юго-западный центр исследований и информации служил техническим провайдером для *La Gente*, называемую также «Ассоциация Верхний Пекос». Местные жители, в том числе менеджер местного магазина и временные работники участвовали в принятии многих решений, касаемых участка.

Экологические исследования начались в 1985-1986 годах с предварительных оценок участка силами Департамента окружающей среды штата Нью-Мексико (NMED) и компании «Кипра-Эмакс» (АМАХ).

С привлечением консультантов, которые сделали описание совместного состояния участка и рудника. В ту пору в штате не было специализированной организации «Государственный Суперфонд», направленной на восстановление природной среды загрязненной тяжелыми металлами. Поэтому начальное изучение было профинансировано федеральными фондами через Управление по охране окружающей среды.

Существенная активизация работ по восстановлению земель началась с весны 1991 года.

В марте того года, весеннее таяние снегов принесло с собой загрязняющие вещества из хвостохранилища в реку Пекос, убив там 90 000 штук рыб. Два палаточных лагеря, где применялись отходы с рудника в качестве строительных материалов, были закрыты из-за загрязнения территории тяжелыми металлами. Это привело к значительному снижению числа туристов и посетителей в область Пекос, тем самым нанеся вред местной экономике. Хотя проведенные исследования, о распространении загрязнителей и информация об опасных концентрациях токсичных веществ были доступны для общественного мнения, а компания АМАХ обнародовала "план рекультивации земель" в мае 1991, в то время не было предпринято никаких административных действий для начала восстановительных работ. Не определены ни финансовая ответственность, ни стандарты очистки.

Для устранения недостатков организационных решений 22 мая 1992 г. в поселении Пекос была проведена встреча общественности с представителями администрации штата и компании АМАХ. Встреча происходила не только по инициативе правительственных должностных лиц, но и местной неправительственной организацией на базе общества «Ассоциация Верхний Пекос». Жителей тревожили вопросы о потенциальном воздействии оказываемых рудными отвалами на почву и поверхностные воды; о скорости очищения и регенерировании участка; о стандартах по содержанию свинца в элементах окружающей среды; а также процессы, воздействующие на природу ниже по течению; значимость негативного воздействия на природные ресурсы – в том числе величина ущерба рыболовству; возможность использования местной рабочей силы в восстановительных работах. Параллельно с тревогой граждан по поводу необходимости очищения, государственные чиновники и представители компании АМАХ также выражали мнение, что область должна быть очищена как можно быстро, экономно и правильно.

2 декабря 1992 был подписан "Административный приказ о Согласии (АОС) " который определил административную и финансовую ответственность владельцев участка и их преемников, которые включают и штат Нью-Мексико и компанию АМАХ. АОС был подписан тремя представителями штата Нью-Мексико, Департаментом Рыбного хозяйства, и Государственным Отделом Автомагистралей.

Перед началом восстановительных работ в конце 1991 г. концентрация токсичных элементов в хвостохранилищах составила на 1 т отходов: свинец 2800-10000 ppm; медь 150-5500 ppm; цинк 130-13000 ppm; серебро 15-20 ppm; цианиды 2,7 ppm.

В дополнение к характеристике опасных составляющих во «хвостах»: обширное загрязнение тяжелыми металлами на фабрике было зарегистрировано государственным агентством Нью-Мексико.

Дополнительными исследованиями к концу 1991, были получены следующие данные: пробы поверхностных вод ручья Alamitos содержали: свинец (в пределах от <0.01 до **4.1** ppm), кадмий (от <0.001 до **0.022** ppm), железо (<0.1 до **67** ppm), марганец (от <0.05 до **1.4** ppm), что превышает стандарты, установленные Комиссией проверки качества воды штата Нью-Мексико (**NMWQCC**): свинец - 0.05 ppm, кадмий - 0.01 ppm, железо - 1.0 ppm, марганец - 0.2 ppm) и стандарты Управления по охране окружающей среды Соединенных Штатов (АГЕНТСТВО ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ). Максимальные Уровни Загрязнителя (MCL) - (Свинец - 0.05 ppm, кадмий -0.01 ppm; железо - 0.3 ppm, марганец - 0.05 ppm).

Пробы водных вытяжек из хвостов показали концентрации сульфатов и марганца, так же как общее количество растворимых веществ (сокращенно: **TDS**) превышающее стандарты **NMWQCC** (сульфаты - 600 ppm, магний - 0.2 ppm и сумма растворенных веществ - 1000 ppm) и стандарты АГЕНТСТВА ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (сульфаты -250 ppm, магний - 0.05 ppm, и сумма растворенных веществ - 500 ppm).

Данные **почвы** показали существенное загрязнение по содержанию свинца 5-30 ppm, цинк 30-60 ppm, медь 9-20 ppm.

Организация работ по восстановлению нарушенных земель

Указанный выше документ «Административный приказ о согласии» (АОС) является эффективным в инновационном отношении подходом к рекультивации участка, по трем важным позициям. Во-первых, была создана административная структура для посредничества и межведомственных связей, поскольку документально оформлено согласие правительственных и частных организаций совместно разделить ответственность и признающих свою роль в возникновении рассматриваемой проблемы.

Во-вторых, участники АОС собрали ассигнования для рекультивационных работ в сумме 5 млн. долларов.

В-третьих, АОС стал известным документом за пределами Нью-Мексико. Например, он послужил рабочей моделью для решения сходной проблемы в штате Айдахо на ныне бездействующем руднике «Триумф».

Программа «АОС», с её двумя приложениями - "Соглашение о Распределении Стоимости" и "Утверждение графика работы" – устанавливают определенную последовательность рекультивации, которая разработана, чтобы обеспечить функциональную связь, исполнителей с их заказчиками для финансирования рекультивационных работ через «Суперфонд». Таким образом «АОС» служит совместным соглашением, охватывающим структуры фирм, штата и государства.

Важным этапом для сторон в их усилиях по финансировании рекультивации кроме «Суперфонда» - был «Меморандум о взаимопонимании» между Агентством по охране окружающей среды (EPA) и NMED, который описывает совместные роли агентств, в том числе контроль и обеспечение обязательств на бывшей обогатительной фабрике в районе Пекос.

Эта совместная деятельность обеспечивает выполнение программы по восстановлению в рамках АОС с привлечением Агентства по охране окружающей среды.

Инновационные элементы в Административном распоряжении о Согласии включают:

Соглашение о распределении стоимости работ, которое устанавливает обязательство, чтобы финансировать рекультивационные мероприятия в пропорциях: 80 % компания АМАХ и 20 % Государственные фонды.

Это условие было хорошим стимулом для законодателей Нью-Мексико, чтобы выделить специальное ассигнование в размере 5 000 000 \$ уже в 1993 г.

Способы восстановления нарушенных земель.

Переход от намерений к фактическим рекультивационным работам на участке, может быть не так прост как кажется. Строительные мероприятия включали:

- аккумуляцию всех отходов обогатительной фабрики и рудника и загрязненной свинцом почвы, в которой концентрации превышают опасный для здоровья уровень риска в два больших бассейна хвостохранилища;
- пропуск воды ручья через бассейны хвостохранилищ 1 и 2 осуществляется через выровненный, устойчивый канал, разработанный на случай 6-часового ливня, который случается раз в 100 лет;

- укрепление стенок и дна дренажных канав, ведущих в главный канал, для того, чтобы минимизировать эрозию дренажных канав и их боковых сторон с фактором прочности 1,5 для 24-часового ливня, который может случиться 1 раз в 10 лет;
- покрытие бассейна хвостохранилища плодородным слоем, чтобы минимизировать эрозию (меньше чем 1/16" в год); повторно посадить местные виды растительности;
- сооружение дамбы, чтобы выполнить требования государственных стандартов для боковых уклонов хвостохранилища;
- восстановление утраченных заболоченных участков в соответствующих районах в пределах Каньона Аламитос;
- установка пьезометров в бассейнах хвостохранилищ 1 и 2; проведение мониторинга по существовавшим скважинам и новым, за режимом грунтовых вод, взятие ежеквартально восьми проб воды;
- оценка потенциального загрязнения участков, вниз по направлению течения воды и сельскохозяйственного поля около участка, в том числе почвы и культурных растений, для определений уровня негативного экологического воздействия «Эль-Молино», необходимого перед заключительным рассмотрением рекультивационных действий;
- определение мер защиты недавно восстановленных земель и предотвращение возможных актов вандализма;
- производство компьютерного моделирования потока грунтовых вод и их загрязнения, обоснование плана действий на случай непредвиденных обстоятельств по защите общества и водозаборов подземных вод; замена двух существующих частных колодцев;
- разработка и осуществление программы, по оценке эффективности восстановительных мероприятий, включая, возможность выноса металлов со сточными водами из бассейнов хвостохранилищ;
- положительные последствия восстановления растительности, устойчивость дренажных канав и водопропускного канала; качество грунтовых и поверхностных вод.

Общественное беспокойство по поводу свинцового загрязнения и эффективности созданной системы предупреждения дальнейшего расширения фронта загрязнения тяжелыми металлами, потребовало тщательного изучения закономерностей площадного распространения свинца и организации контроля за изменением содержания этого элемента в объектах естественной среды. Для этой цели использовано портативное оборудование по определению в пробах содержания тяжелых металлов и особенно свинца с помощью рентгено-флюоресцентного метода (XRF). Этот метод позволяет контролировать миграцию металлов в режиме реального времени, за относительно меньшую стоимость по сравнению с другими применяемыми методами.

Восстановление заболоченных земель, ранее перекрытых хвостами обогатительной фабрики - неотъемлемая часть работ на месторождении; и рассматривается всеми сторонами-участниками как важная часть плана рекультивации.

Начались подготовительные работы по восстановлению заболоченных мест в южной части участка, откуда изначально залегавшие хвосты были предварительно вывезены. Первоначальный план компании АМАХ, включал: создание заболочивающихся площадей с зарастанием их рогозом широколистным, используя контролируемую утечку из-под дамбы нижнего хвостохранилища. Недавние неофициальные рабочие

обсуждения, сосредоточивались на обсуждении потребности в восстановлении заболоченных земель. Рабочая группа также использовала список разновидностей растений произраставших в долине ручья до начала восстановительных работ, чтобы наметить последовательность восстановления растительного покрова и критерии его выживания.

Покрытие поверхности аккумулярованных хвостов также было темой обсуждения рабочей группы. Первоначальное предложение - для создаваемого 15-дюймового почвенного слоя взять почву насыщенную известью, бактерицидным веществом и семенами мелко-корневой растительности было расценено как «неадекватное».

Компания АМАХ предложила, в январе 1995 г., более совершенный тип покрытия, в которое включена 30-миллиметровый лайнер-пленка, засыпанная дренирующим настилом, с тканевой прослойкой. Выше создается упомянутый 15-дюймовый почвенный слой.

Главный успех в деле защиты окружающей среды, достигнутый в модуле Эль-Молино – это стабильное состояние всей системы хранения отходов и контроль за миграцией загрязняющих компонентов с территории участка. Это достигается восстановлением ограждающих дамб и строительство 40-мильного канала отвода воды, чтобы перебросить поверхностные воды над накопленной пульпой. Бетонные зубья дамбы, закрепленные в скальном основании, дополняют систему, создавая барьер потоку грунтовых вод в аллювиальных отложениях ручья Аламитос.

Результатом всех этих преобразований, являются: уменьшение риска утечки загрязненных стоков и создание обширной мониторинговой сети контроля над грунтовыми водами.

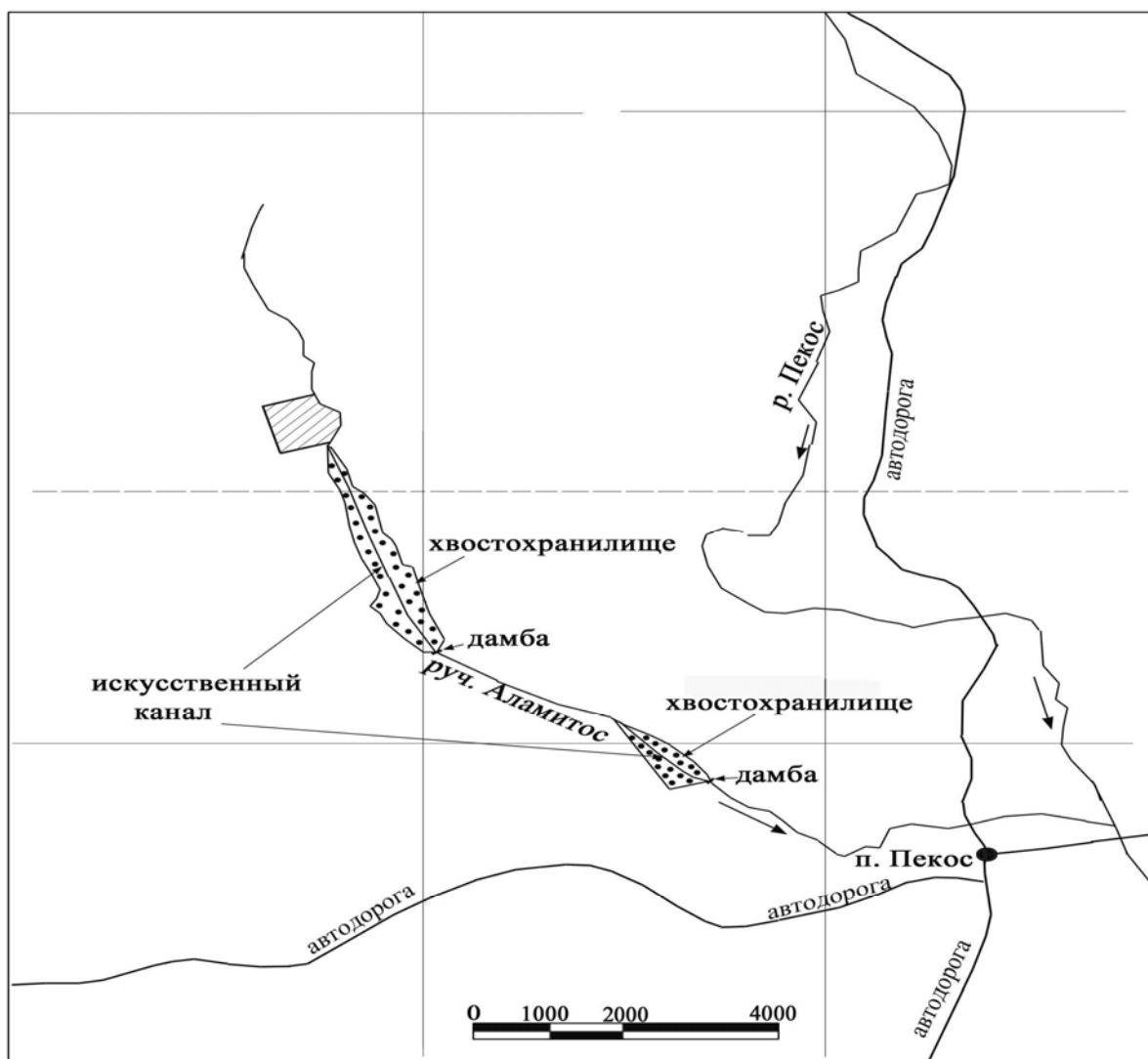
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткий обзор восстановительных работ в районе пос.Пекос, отражает существование широкого спектра инновационных подходов к экологической рекультивации, применяемых в настоящее время на сложных участках загрязненных тяжелыми металлами. Переход от модели к реальному приложению в жизнь в полном масштабе чрезвычайно труден, потому что необходимо еще учитывать и определенные условия восстанавливаемых участков. Необходимо признать, что полное долгосрочное восстановление достигается постепенным путем, пример участка Верхний Пекос демонстрирует, как хорошо продуманные решения по восстановлению земель, могут привести к существенному экологическому прогрессу.

Автор выражает свое признание многим участникам процесса очистки модуля Эль-Молино. В их число входят: компания АМАХ и их консультанты, представители штата Нью-Мексико, деревенские активисты и их консультанты.

Более подробно по проблемам, поднятым в данной статье можно ознакомиться в следующих публикациях:

1. New Mexico Environment Department (NMED), "Upper Pecos Site - El Molino Unit - Final Decision Document -San Miguel County, New Mexico", Santa Fe, NM, September 5, 1993.
2. "Santa Fe County Guidebook", New Mexico Geological Society (NMGS), 1979, p.40.
3. Woodward-Clyde Consultants, "Operations and Maintenance Manual for the El Molino Operable Unit", 23043-21884, prepared for [Cyprus-Amax], Revised September 1993, Denver, Colorado.
4. Neary Ben, "Companies Plan Exploratory Drilling", The Albuquerque Journal, Santa Fe, NM, June 30, 1992.
5. Easthouse, Keith, "Pecos residents challenge pace of clean-up effort", The New Mexican, May 23, 1991, Santa Fe, NM.
6. Neary Ben, "Mining Firm to Pay 80% of Cleanup", The Albuquerque Journal, December 4, 1992.
7. New Mexico Environment Department, Administrative Order on Consent in the Matter of: Amax Resource Conservation Company, A division of Amax, Inc and the State of New Mexico, Santa Fe, NM, December 2, 1992.
8. Rob Hanson, Office of the Governor of Idaho, Boise, ID, personal communication, 1994.
9. NMED/US Environmental Protection Agency, "Memorandum of Understanding [in the matter of the Terrero Mine Unit, Upper Pecos Site]", Santa Fe, NM and Dallas, TX, March 30, 1993.
10. NMED, Administrative Order on Consent in the Matter of: Amax Resource Conservation Company, A division of Amax, Inc and the State of New Mexico, Attachment "A", Statement of Work, Santa Fe, NM, January 25, 1993.
11. NMED, "Upper Pecos Site - El Molino Unit - [Interim] Decision Document - San Miguel County, New Mexico", Santa Fe, NM, 5 April 1993.
12. Robinson Paul, "How Permanent is the Permanent Solution, I and II: Comments on the El Molino Operable Unit [Interim] Decision Document on Behalf of La Gente Del Rio Pecos" —Albuquerque, NM, June 1, 1993 and July 16, 1994 (two separate submittals).
13. Fluk Linda, Hooker, Bethanie and Pfeil, John, "In-site fluorescence analysis at a mine site", In Tailings and Mine Waste '94, Rotterdam, Holland, ISBN 90 54 10 364 7.
14. Judith Deeds, Daniel B.Stephens and Associates, Albuquerque, NM, personal communication, 1995.
15. Koplitz Lynn V., et. al., "Determining Lead in Sediments by X-ray Fluorescence and the Method of Standard Additions", Environmental Science and Technology, 1994, 28, 538-540)
16. Warren Dave and Thomson Bruce. New Mexico Engineering Research Institute, on behalf of the Village of Pecos to Kathleen Sisneros, NMED, Re: NMERI Response to "Water Quality Sampling and Tailings Pond Hydrologic Investigations: El Molino Operable Unit, Pecos, New Mexico," Albuquerque, NM, May 17, 1994, letter memorandum.
17. Village of Pecos Resolution # 94/95-2, Pecos, New Mexico, August 15, 1994.
18. Easthouse Keith, "Cleanup angers neighbors", The New Mexican, Santa Fe, NM, October 7, 1994
19. Wust Stephen, NMED to Johnnie Green, Cyprus-Amax, "Re: Upper Pecos Site — Technical Review meeting of 8 December 1994", Santa Fe, NM, December 13, 1994. Mr. West is project manager for the site at NMED, and convener of the current series of informal technical review meetings.
20. Wust Stephen, NMED to Johnnie Green, Cyprus-Amax, "Re: Upper Pecos Site — Technical Review meeting of 8 November 1994", Santa Fe, NM, November 22, 1994.



Восстановление природной среды на территории бывшего предприятия по добыче цинка и свинца (пос.Пекос, шт.Нью-Мексико)

Пол Робинсон

Директора по проведению исследований (Research Director),
Юго-западный центр исследований и информации (ЦЗЦИИ)