

На сьогоднішній день продовжується опрацювання питань, спрямованих на дослідження озеленення й моделювання рекреаційних осередків і природно-заповідних зон в межах міста та області. Продовжуються наукові дослідження стосовно радіаційного забруднення промислової зони міста в межах хвостосховищ радіоактивних відходів, інших небезпечних відходів, що зберігаються в межах міста зі складанням відповідних шарів електронної карти та формуванням єдиної бази даних.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голіньком В.І.
Надійшла до редакції 26.04.11*

УДК 504.064

© Ю.Ф. Коровин

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА

У роботі розглянуті питання вирішення екологічних проблем і комплексного використання ураносодержащей сировини й утилізації відходів при виробництві урану.

В работе рассмотрены вопросы решения экологических проблем и комплексного использования ураносодержащего сырья и утилизации отходов при производстве урана.

In work questions of the decision of environmental problems and complex use ураносодержащего raw materials and recycling of a waste by uranium manufacture are considered.

Буквально через несколько дней после разрушения американскими ядерными бомбами японских городов Хиросимы и Нагасаки, показавшими, что Соединенные Штаты Америки владеют невиданной мощью - ядерной энергией и могут ей распоряжаться, как сочтут необходимым, при Государственном Комитете обороны СССР 20 августа 1945 г. был образован Специальный комитет, который возглавил руководитель МВД Берия Л.П.

В задачу этого комитета входила быстрее ликвидация монополии США в области ядерного оружия.

Строительство и эксплуатация новых предприятий: атомных реакторов, радиохимических заводов, обогатительных фабрик и гидрометаллургических заводов требовало соблюдения особой безопасности, что в этих условиях заставляло торопиться и пренебрегать экологическими и ресурсосберегающими проблемами.

Одним из первых заводов по переработке урановых руд был созданный в 1947 г. в г. Днепропетровске завод №906 1-го Главного управления при Совете Министров СССР (директор М.П. Аношкин с 1947 по 1976 г.), численностью в 673 человека. Выбор площадки был обусловлен наличием в городе азотно-тукового завода, крупнейшего в то время в Европе, который обеспечивал урановый завод химическими реагентами. В переработку поступали урановые руды,

поставляемые из Германии по репарациям после окончания войны. Первоначальная технология переработки уранового сырья была примитивная с множеством операций фильтрования, низким извлечением урана, завод в основном был укомплектован молодыми рабочими - выпускниками профтехучилищ, которым пришлось осваивать новые по тем временам технологии, иметь дело с радиоактивностью и выполнять установленные плановые задания, которые контролировались органами МВД.

К пуску завода не было подготовлено хвостохранилище, поэтому отработанными урановыми "хвостами" засыпались в имеющиеся на территории предприятия овраги и балки (с 1949г. по 1954г.), а в дальнейшем, по мере увеличения масштабов переработки урановой руды, направлялись в построенное для этой цели на берегу Днепра хвостохранилище "Д" (с 1954 по 1968 г.). Первоначально переработка руд осуществлялась по двум технологиям: карбонатной и сернокислотной. К недостаткам этих технологий следует отнести ограниченную область применения, т.е. применение только к определенному типу руд, а также, относительно низкую степень извлечения урана из рудного сырья, наличие множества операций фильтраций и репульпаций, низкое извлечение урана, получение недостаточно качественных химических концентратов, тяжелые условия труда и контакт обслуживающего персонала с соединениями урана. Эти технологии имели значительные радиоактивные отходы и не предусматривали утилизацию затраченных химических реагентов.

В последующие годы Днепродзержинский урановый завод получил дальнейшее развитие. Были построены цехи по переработке урановых руд, одновременно начала внедряться технология, позволяющая решать вопросы экологии. Предпосылкой этому послужило то, что применение азотной кислоты позволило создать технологию извлечения урана с одновременной утилизацией азотнокислых солей (в отличие от существующей во всех странах сернокислотной технологии). Так, при переработке Желтореченских руд было создано на отработанных пульпах производство натриевой селитры, обеспечившее потребности металлургов. При переработке железосодержащих урановых руд, особое внимание было уделено разработке технологии , где кроме основного продукта – хим. концентрата урана, извлекается железо в виде чугуна, алюминий образует алюмоаммиачные квасцы, аммиак и азотная кислота утилизируются с получением аммиачной селитры. В переработку руд Первомайского месторождения Кривбасса были вовлечены три основные предприятия города: Днепровский металлургический завод - осуществлял на специально отведенной для этой цели доменной печи №6 переплавку этой руды, а шлак, обогащенный ураном, направляли для извлечения урана на шлаковый завод (так назывался к этому времени завод №906). На заводе кроме урана извлекали алюминий в виде алюмоаммиачных квасцов, для чего был построен специальный цех. Оставшиеся нитратные щелока направляли на соседний азотно-туковый завод ДПО "Азот" для получения аммиачной селитры. Эта технология, разработанная отраслевыми проектными и исследовательскими институтами, была удостоена Сталинской премии. Такая технологическая схема приведена на рис.1.

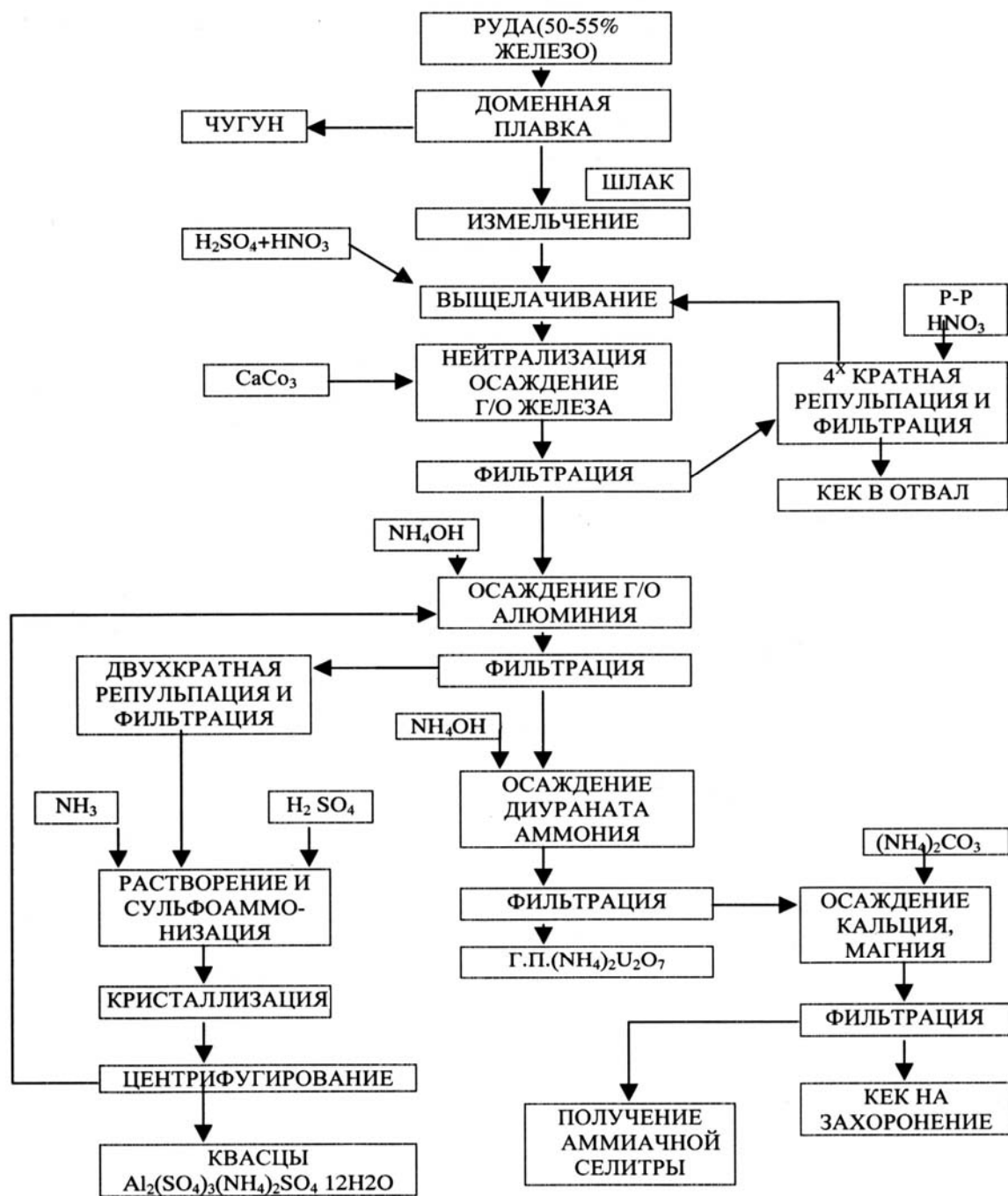


Рис.1. Технологическая схема извлечения урана с комплексным использованием сырья

Естественно, работа такого крупного предприятия было согласовано в соответствующих Министерствах и партийных органах города и области, которые имели на это право и доступ к секретной информации. Однако впоследствии выяснилась пагубность принятия этой технологии, поскольку происходило загрязнение радиоактивными элементами воздушного бассейна города выбросами доменной печи № 6. При производстве аммиачной селитры в процессе очистки нитратных щелочей образовывались радиоактивные осадки, которые несанкционированно были захоронены на территории города в районе улицы Ладо.

В связи с нерешённостью вопросов радиоактивного загрязнения окружающей среды в середине 60-х годов, по инициативе специалистов завода, была разработана и внедрена другая технология переработки железосодержащих урановых руд, предусматривавшая предварительно перед подачей в доменную печь, дезактивацию железного концентрата. Производство квасцов было переведено на глинозем, прекращена подача нитратных растворов на азотно-туковый завод. Такая технологическая схема приведена на рис.2.

Вопрос захоронения радиоактивных отходов Днепровского металлургического завода встал позднее при демонтаже доменной печи №6 в 1982г. Захоронение было решено путем создания могильника на базе хвостохранилища "С" в районе поселка Сухачевки. Что делать с радиоактивными отходами на ОАО "Азот" до сих пор неизвестно.

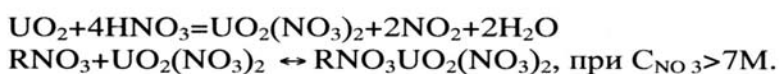
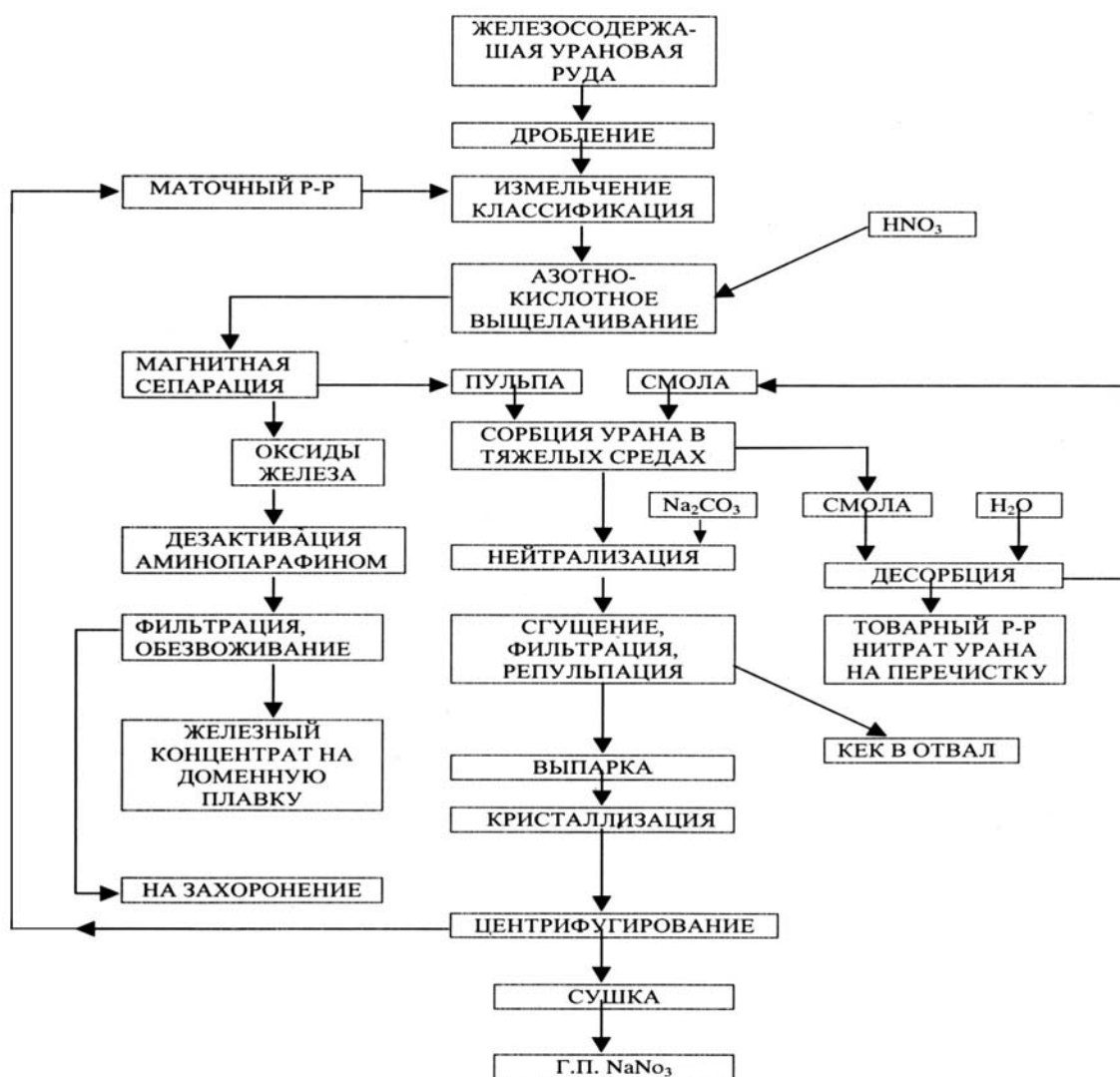


Рис.2. Технологическая схема извлечения урана с комплексным использованием сырья

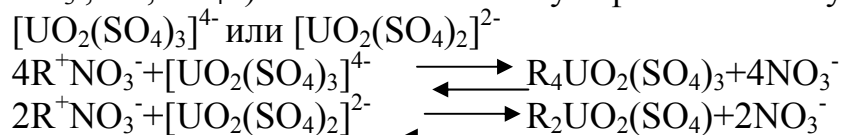
После того, когда были найдены на берегу Каспийского моря месторождения руды, содержащей кроме урана фосфор и редкоземельные элементы, предприятию было поручено разработать и создать промышленное производство по комплексной переработке этого вида сырья. Эта задача совместно с отраслевыми институтами специалистами завода была успешно решена и на Приднепровском химическом заводе (так стал называться шлаковый завод) возникло крупное промышленное производство редкоземельных элементов, и фосфорных удобрений, т.е. создана малоотходная технология с комплексным использованием этого сырья. По этой, технологии впоследствии было построено крупное промышленное производство на месторождении, и возник на берегу Каспийского моря в Казахстане город Шевченко.

Эта технология является классическим примером удачного решения комплексного использования сырья с извлечением урана, редкоземельных элементов, скандия, фосфора, утилизации затраченных химических реагентов,

Как видно из приведенных примеров, в начальный период развития урановой промышленности для получения соединений урана использовались традиционные классические методы, широко применяемые в химической технологии, в частности, в цветной металлургии, включающие операции фильтрации, репульпации и многочисленные операции осаждения и растворения, что нанесло окружающей среде значительный ущерб.

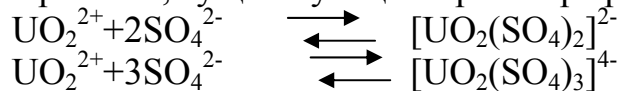
В настоящее время наиболее распространенной в мировой практике является технология извлечения урана из руд основанная на его извлечении из растворов и пульп сорбционным методом.

Метод основан на способности синтетических сильноосновных анионообменных смол избирательно обменивать в слабосернокислотном растворе анионы (OH^- , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}) на комплексные сульфатные ионы уранила



где R – радикал органического полимера приобретающий в растворе положительный заряд в результате отщепления подвижных функциональных групп способных к обмену на анионы из раствора.

При этом, существующее в растворе равновесие сдвигается в сторону



образования сульфатных комплексов.

Процесс сорбции урана ионообменными смолами состоит из двух стадий: сорбция, во время которой смола поглощает уран из пульпы; десорбция – вытеснение поглощенного урана из смолы элюирующим раствором, одновременно происходит регенерация смолы. Обычно для этой цели применяют раствор азотной кислоты, поскольку следующая аффинажная операция – экстракция проводится из азотнокислых сред.

Сорбционная емкость анионита зависит от концентрации урана в исходной пульпе и содержания конкурирующих примесей. Обычно, она составляет (50/80) кг урана на тонну смолы.

Аппаратурно, процесс сорбции проводят в пачуках – аппаратах с воздушным перемешиванием. Для получения необходимого извлечения используют каскад пачуков (обычно 8/10 единиц), через которые непрерывно движется пульпа, навстречу которой в противотоке транспортируется аэрлифтами смола. Отделение смолы от пульпы производится на сеточных дренажах.

В пачуках поддерживается концентрация смолы (10-15) %. Время пребывания пульпы в пачуках 6-8 часов при температуре (50/60) °С, кислотность пульпы (5-10) г/л.

Часто проводят т.н. сорбционное выщелачивание, т.е. эту операцию проводят в присутствии смолы, что повышает степень вскрытия урановых минералов, при этом, во многих случаях улучшается кинетика выщелачивания, снижается расход реагентов и значительно повышается извлечение.

Поскольку иониты находятся в замкнутом цикле, они могут использоваться непрерывно в течение нескольких лет. Расход смолы, в основном за счет истирания, составляет (10-15)г/т руды и зависит от её минералогического состава, степени измельчения, эффективности вывода песковой фракции перед сорбцией.

Отработанная, сбросная пульпа после сорбции обычно содержит не более 5 мг/л растворимого урана, что обеспечивает высокое его извлечение на сорбционном переделе.

Задача элюирования или десорбции в полном вымывании урана из сорбента минимальным количеством регенерирующего раствора, для обеспечения максимального в нем содержания урана. Необходимо также обеспечить минимальное содержание урана в смоле после регенераций, перед поступлением её на сорбцию, т.к. от этого зависит, в соответствии с изотермой сорбции, получение сбросных содержаний урана.

Аппаратурно, наиболее эффективно проводить десорбцию в противотоке, используя колонны с непрерывной пульсирующей разгрузкой, в которой обеспечивается непрерывность процесса и плотная упаковка движущегося слоя ионита устраняющего застойные зоны. Данная конструкция позволяет получать выход товарного регенерата в пределах (0,6-0,8) объема на объем смолы. Отработанную пульпу после нейтрализации, обычно известковым молоком, отправляют на хвостохранилище. После отстаивания, раствор, т.н. дамбовую воду, возвращают в цикл измельчения.

По сравнению с осадительными методами, метод ионного обмена имеет существенные преимущества.

1. Устраняет трудоемкие и дорогостоящие операции фильтрации, сокращает число технологических операций.

2. Обеспечивает селективность и высокую степень извлечения урана.

3. Позволяет вовлекать в переработку разнообразные типы урановых руд и обеспечивает их крупномасштабную переработку.

4. Существенно улучшает условия труда и уменьшает контакт обслуживающего персонала с радиоактивными веществами.

Однако, в случае комплексных урановых руд, когда целесообразно извлекать из сырья ценные сопутствующие металлы и утилизировать затраченные химические реагенты, необходимо рассматривать варианты применения флокулянтов быстро осветляющих растворы и ускоряющих использование различного типа центробежных машин – центрифуг.

Полностью безотходных технологий в гидрометаллургии урана быть не может, поскольку его содержание в рудной массе находится на уровне десятых и сотых долей процента, попутное извлечение других ценных компонентов требует их очистки от радионуклидов, поэтому обязательным условием в производстве урана является наличие хвостохранилищ. Эти сооружения должны быть оборудованы надёжной противофильтрационной защитой, канавами перехвата паводковых вод, контрольными скважинами. Также, должно быть создано обратное водоснабжение для использования дамбовой отстоявшейся воды в урановом и, возможно, другом производстве. Всем этим требованиям отвечает сооружение – вторая секция хвостохранилища «Сухачёвское» введенная в эксплуатацию в период 1983 г.

Выводы

1. Первоначальная переработка урановых руд осуществлялась по карбонатной и серноокислотной технологиям, что сопровождалось низким извлечением урана, тяжелыми условиями труда и контактом обслуживающего персонала с соединениями урана и не предусматривала утилизацию затраченных химических реагентов и применение экологических мероприятий.

2. Технологическая схема извлечения урана с комплексным использованием (рис. 2) позволила реализовать экологически приемлемые решения по комплексной переработке железосодержащих руд с извлечением урана и железа. Также были успешно решены задачи переработки фосфоросодержащего сырья с извлечением урана, редкоземельных элементов, скандия и фосфора.

3. Внедрение сорбционных методов извлечения урана из пульп позволило улучшить экономические показатели технологии извлечения, существенно улучшить условия труда и снизить экологические последствия уранового производства в г. Днепродзержинске.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 25.05.11*

УДК 621.876

© Д.Л. Колосов

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДЕФОРМУВАННЯ БОБІНИ НА РОЗПОДІЛ СИЛ РОЗТЯГУ ТРОСІВ В КАНАТІ СТУПІНЧАТОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Досліджено зміни напружено-деформованого стану каната, що відбуваються внаслідок відхилення форми твірної бобіни від прямої лінії. Доведено, що викривлення твірної бобіни внаслідок нерівномірного розподілу сил тиску ділянки каната з меншою кількістю тросів практично не впливає на напружений стан каната і його можна не враховувати в інженерній методиці розрахунку.

Исследованы изменения напряженно-деформированного состояния каната, вызванные отклонением формы образующей бобины от прямой линии. Доказано, что искривление образующей бобины вследствие неравномерного распределения сил давления участка каната с меньшим количеством тросов практически не влияет на напряженное состояние каната и его можно не учитывать в инженерной методике расчета.