

УДК 338.45: 622. 27

**В.Г. Виткалов, А.А. Рештаненко**

## **ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ОТРАБОТКИ УРАНО-УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДМОСКОВНОГО БАССЕЙНА**

**Д**о распада СССР, основной сырьевой базой урана были Казахстан и Киргизия. Отработка уран-угольных пластов велась на Шубуркальском и Кольжатском месторождениях [1].

Многие исследователи и ученые, оценивая современную ситуацию в урано-геологической отрасли России [2, 3], считают ее неблагоприятной. В связи с тем, что за последние десятилетия не открыто ни одного крупного месторождения с рентабельными рудами, поэтому объем добычи урана в настоящее время не сможет обеспечить даже внутренние потребности России в урановом топливе. Потребности в сырье для производства ядерного топлива в России значительно превосходят добычу урана, поэтому разница покрывается складскими запасами различного сырья и из вторичных источников.

«Корпорация «ТВЭЛ» [4] сегодня – единственная компания, которая добывает природный уран в России. Добычу урана ведет Приаргунское горно-химическое объединение расположенное в Читинской области, ЗАО «Далур» в Курганской области и ОАО «Хиагда» в Бурятии. На двух последних предприятиях еще идет строительство и проводятся геологоразведочные работы. По предварительным расчетам, проектная мощность каждого предприятия должна

составить к 2012 г. по 1 тыс. т урана в год.

По классификации МАГАТЭ разведанные запасы урана подразделяются на достоверно установленные – А+В+С1 и предварительно оцененные – С2. Начиная с 2005г. МАГАТЭ учитывает промышленные запасы урана, которые зависят от коэффициента извлечения, а он в свою очередь зависит от используемых способов добычи и переработки сырья (таблица) [2].

### **Коэффициент извлечения урана при различных способах добычи и переработки**

<b>Способы добычи и переработки</b>	<b>Степень извлечения</b>
Открытый с переработкой на ГМЗ	81
Подземный с переработкой на ГМЗ	77
Подземное выщелачивание (кислотное)	75
Подземное выщелачивание (карбонатное)	70
Кучное выщелачивание	68
Блочное выщелачивание	75
Попутное извлечение	66
Другие способы	75

Фактический прирост запасов получен только в Австралии за счет открытия новых рудных залежей на месторождении Олимпик Дэм, который составил в 2007 г. 400 тыс. т. Остальные изменения запасов связаны с убылью за счет добычи урана и при-

ростом за счет переоценки разведанных месторождений в России, Нигер, Украине и Иордании [2].

В 2007 г. резко повысились цены на уран, достигнув 350 дол. за 1 кг. Это в свою очередь подстегнуло ведущие уранодобывающие страны резко увеличить расходы на геологоразведочные работы. С 2005 по 2007гг. общие мировые расходы на эти цели увеличились с 362 до 711 млн. дол. Однако, увеличение расходов на геологоразведочные работы в 2 раза не привело к открытию крупных месторождений.

В настоящее время, внимание привлекают и отработанные месторождения США, России, Австралии, Канады, ЮАР и др. При этом интерес представляют не только глубокие горизонты и фланги известных месторождений, но и рудные отвалы, хвосты обогатительных фабрик и перерабатывающих заводов.

В основном в 2007 г. уран добывался на богатых месторождениях типа «несогласия» (Канада – 10000 т Австралия 7600 т) и из месторождений «песчаниковый» тип (Казахстан 7245 т, Намибия – 3800 т, Нигер – 3663 т, Россия – 3381 т, Узбекистан – 2300 т и США – 2000 т) [5].

Производство урана в 2007 г. в мире составило 43577 т и по сравнению с 2005 г. увеличилось на 3,4 %. Основная часть урана добывается горным способом (61,4 %) с переработкой сырья на гидрометаллургических заводах. Способом подземного выщелачивания добывается (27,7 %), в основном в Казахстане, Узбекистане и США [2].

В 2007 г. мировое производство урана удовлетворяло потребности атомной энергетики всего на 63%, а остальные 37 % поступали в основном из складских запасов природного и обогащенного урана [2].

В настоящее время в 30 странах мира действует 435 атомных реакторов и 27 находится в строительстве. Мировое производство в 2007 г. составило 43,6 тыс. т, а потребление 69,1 тыс. т.

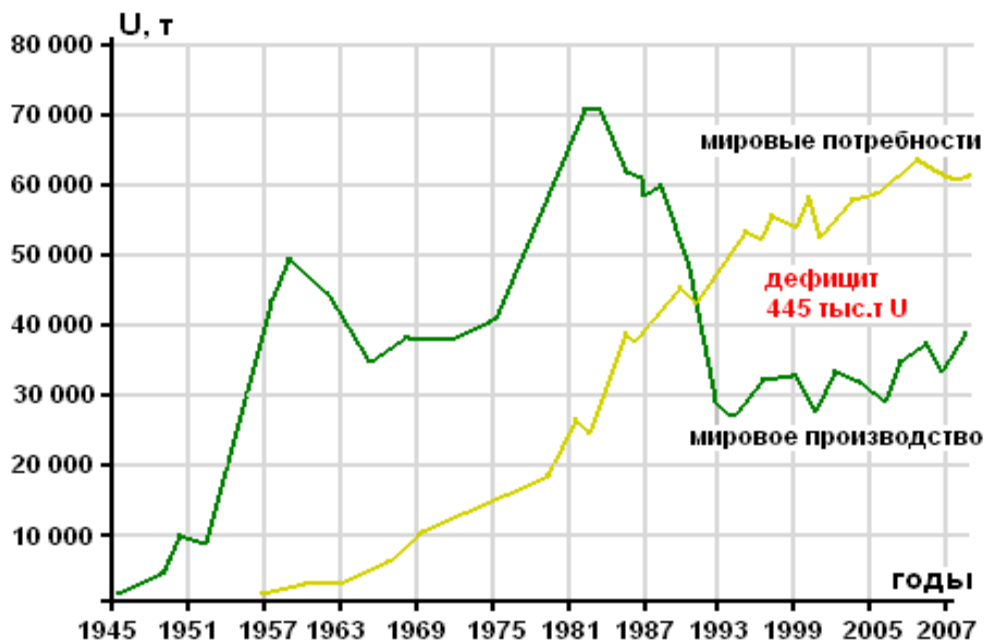
Соотношение ежегодного производства урана и потребностей АЭ начиная с 1945 по 1990 гг. были положительными. Начиная с 1991 г. ежегодные потребности значительно превосходят потребности урана. Соотношение между производством и потреблением урана в мировой АЭ начиная с 1945 по 2007 гг. показаны на рис. 1 [2].

Из приведенного графика видно о значительном дефиците урана для АЭС за последние 17 лет, который достиг 445 тыс. т к 2008 г. и компенсируется из складских запасов и вторичных источников ядерных материалов.

По запасам Урана Россия занимает 3 место в мире, общий объем которых составляет 656 тыс. т. Учитывая стратегию развития атомной энергетики России до 2050 г. [6, 7] и долгосрочные контракты по которым Россия должна снабжать страны, в которых были построены АС бывшем СССР, дефицит составит 39 % от общих потребностей.

Следовательно, российского урана не хватит для удовлетворения атомной промышленности своей страны. Однако, в связи с резким повышением мировых цен на уран, ранее отнесенные к забалансовым запасы, в перспективе могут рентабельно разрабатываться, как ценное полиметаллическое сырье.

До изобретения атомного оружия геохимия урана в углях ни в одной стране не вызвала интереса. На довоенные годы приходится всего несколько работ связанных с изучением радиоактивности углей Донецкого и



Кузнецкого бассейнов [8, 9]. Однако в середине XIX столетия уран для многих стран превратился в жизненно важный элемент, поэтому геологические исследования, связанные с поисками урана, во всех странах были тотально засекречены.

Геологические исследования ураноугольных месторождений можно проследить только по литературным источникам на примере углей запада США, в то время как, на территории бывшего СССР все сведения касающиеся ураноугольных месторождений носили совершенно секретный характер.

В 1945 г. был обнаружен радиоактивный уголь в шт. Вайоминг, а через три года были обнаружены залежи радиоактивного лигнита в шт. северная Дакота. В связи с низким качеством углей и малым содержанием в них урана не позволяло рассматривать их как сырье для промышленного производства урана.

Когда в южной Дакоте обнаружили собственный минерал урана - карнотит, то в ряде пластов лигнита ис-

следователями было обнаружено аномальное содержание урана, которое достигало от 1600 до 3200 г/т. В итоге исследований к 1958 г. на западе США были обнаружены промышленные месторождения урана в углях.

Достоверные запасы пластов зольного лигнита с содержанием уран в пределах 1,5-2,8 кг/т оцениваются 300 тыс. т. За 1960 г. при отработке тонких угольных пластов лигнита в объеме 1.4 млн. т было попутно извлечено 660 т урана [10].

На территории центральной части Русской платформы в ходе проведения массовых поисков был выделен ряд потенциально перспективных урановорудных районов (ПУРОВ): Подмосквовный, Воронежский, Верхнекамский, Жигулевский, Палеодонской, Палеоволжский [11]. Они расположены в различных частях Подмосквовного бурогоугольного бассейна и отличаются достаточно разнообразными условиями залегания.

Специализированные поисковые работы на уран на большинстве ука-

занных ПУРов не проводились или осуществлялись в малых объемах, однако и имеющихся данных достаточно для предварительной оценки перспективности обработки данных месторождений.

Подмосковный ПУР охватывает угленосный район общей площадью 120 тыс. км<sup>2</sup>. В структурах Русской платформы он охватывает северный склон Воронежского кристаллического массива, получивший название Тульской моноклинали. В его пределах известны Брикетно-Желтухинское и Бельское месторождения, 18 рудопроявлений и более 100 аномалий. Большинство из них заключены в раннекаменноугольных отложениях визейского яруса и контролируются структурными осложнениями "известнякового фундамента", в виде глубоко врезаемых палеодолин, депрессий, валов, флексуорообразных перегибов и других более мелких структур [11, 12].

Брикетно-Желтухинское уран-молибден-рениевое месторождение расположено в Скопинском районе Рязанской области. Месторождение приурочено к углублению Скопинской палеодолины - "Рясскому рву". Глубина залегания урановых руд 30-85 м, средние содержания в рудах: урана - 0,028 %, молибдена - 0,037%, рения - 2-4 г/т [11].

В целом на основании проведенных работ в южной части Скопинского палеорула урановое оруденение, прослежено на протяжении 37 км. Прогнозные ресурсы урана на указанном отрезке оценены по категории Р1 в количестве 6,6 тыс. т. Собственно на БМЖ прогнозные ресурсы по категории Р1 составляют 3,2 тыс. т. Таким образом суммарные ресурсы Южно-Скопинской площади - 9,8 тыс. т.

Северо-Алексеевское урановое проявления, выявленного в конце

80-х годов при поисковых работах на уголь бурением по сети 1x2 км. Глубина пройденных скважин 207-230 м. Обе скважины вскрыли по 8 аномальных интервалов с интенсивностью от 35 до 1000 мкр/час. Суммарные прогнозные ресурсы урана на этом участке по категории Р1 составляют 7,2 тыс. т.

Следует особо обратить внимание, что БМЖ является полиэлементным. В контуре урановорудных тел размещается молибденовое и сопряженное с ним рениевое оруденение, имеющих более широкий ореол и продуктивность. Мощность рудных тел изменяется от 2,0 м до 8,0 м, а содержание молибдена от 0,015 % до 0,134 %, рения от 0,3 до 8 г/т., в среднем 2,5 г/т., что позволяет значительно повысить оценочную стоимость таких месторождений [12, 13].

Рентабельность попутного извлечения рения весьма высока и составляет около 540 %. Проблема добычи дорого и ценного рения является весьма актуальной, в связи с тем, что его сырьевая база осталась в Казахстане и Узбекистане. А Россия вынуждена импортировать этот металл по стоимостной цене мирового рынка 1,5-2 тыс. долларов за 1 кг.

Наиболее крупное Бельское месторождение находится в Тверской области является многоярусным и содержит до 28 урано-угольных пластов. В структурном отношении Бельское месторождение приурочено к локальной впадине в известковом фундаменте на западном крыле Подмосковного буроугольного бассейна.

Рудная минерализация установлена на глубинах от 14 до 150 м во всех горизонтах окского и яснополянского подъярусов: Михайловском, Алексинском, Тульском и Бобриковском. Залежи урана прослеживаются по простирацию и падению при мощ-

ности пластов от 0,1 м до 3,0 м и в вариациях содержания урана от 0,01 (10 г/т) до 0,262% (2620 г/т). Среднее содержание урана 0,044%. В целом урановое оруденение образует дугообразную полосу северо-западного направления, протяженностью 3,5 км и шириной до 1,5 км [11,12]. Запасы урана оцениваются в 5348 т при среднем содержании 0,044% и средней мощности рудных тел 0,54 м.

В Подмосковном бурогольном бассейне имеется целый ряд перспективны рудопроявлений урана, прогнозные ресурсы которых сопоставимы с Бельским и Брикетно-Желтухинским месторождениями. Так в северной части Скопинского палеорула на северо-алексеевском рудопроявлении 49 скважинами оконтурены две равновеликие рудные залежи овальной формы площадью 4 и 4,5 км<sup>2</sup>.

Также радиоактивные анамалии вскрыты на Труфаново-Воскресенской и Шекинской палеодепрессии. Все указанные рудопроявления залегают на глубине 70-125 м. Общие прогнозные ресурсы урана Подмосковного бурогольного бассейна оцениваются от 50 до 100 тыс. т.

Таким образом, анализ проведенных исследований дают основания рассматривать запасы урано-угольных месторождений Подмосковного бассейна как потенциально пригодные для промышленной отработки.

Кроме урана в урано-угольных месторождениях содержатся в концентрациях рентабельных для промышленного извлечения ряд других элементов, - рений, германий, молибден, селен, серебро, а также торий, золото, которые при создании на-на технологий в будущем могут являться сырьевой базой химико-технологической промышленности России. Условия которые необходимо учитывать при формировании концепции эколо-

гически чистой технологии отработки урано-угольных месторождений следующие:

- открытые в последние годы месторождения урана и других элементов, приуроченные к угленосным отложениям Подмосковного бассейна в силу специфики их структуры и особенностей залегания выдвигают проблему разработки концепции экологически чистого освоения этих перспективных ресурсов на основе их комплексного использования;

- разнообразие условий залегания угольных пластов и особенно уранопроявлений требует всесторонней оценки возможностей существующих технологических схем разработки и выработки рекомендаций по их безопасному и экономически оправданному освоению;

- экологические проблемы, связанные с энергетическим использованием углей Подмосковного бассейна и технологические и экономические проблемы, связанные с освоением запасов урановых руд, убеждают в необходимости разработки концепции экологически чистой разработки и комплексного использования ресурсов урано-угольных месторождений;

- задача комплексного использования ресурсов урано-угольного месторождения требует рассмотрения всей технологии превращения ресурсов в конечный продукт как единой системы, включающей: добычу, переработку, транспортировку и производство энергии на тепловой электростанции;

- комплексное освоение ресурсов урано-угольного месторождения подразумевает безусловное обеспечение экологических требований во всех звеньях технологического цикла.

В этих условиях освоение технологии комплексного использования ресурсов урано-угольных месторождений Подмосковного бассейна позво-

лит не только решить проблему создания экологически чистого процесса получения электро- и тепловой энергии на основе высокосолевых, высокосернистых и с повышенным содержанием радиоактивных элементов уг-

лей, но даст возможность повысить потенциал отечественной атомной отрасли за счёт извлечения урана и других ценных компонентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Уран В углях. Сыктывкар, 2001, 79 с.
2. Тарханов А.В., Шаталов В.В. Новые тенденции развития мировой о российской минерально-сырьевой базы урана. «Минеральное сырье». Серия геолого-экономическая, №26, М.: ВИМС, 2008, 79 с.
3. Смыслов А.А., Козлов А.В. Прогнозирование месторождений урана как фактор формирования сырьевой базы АЭ. Санк-Петербургский государственный институт, 2007.
4. Головинский С. Дефицит урана России не грозит. Интернет-версия Минатом. РУ, 04.02. 2005.
5. Бойцов А.В., Путивцева Н.В., Басов В.С. «Добыча урана в 2007г.: Факты и ожидания». Вестник Атомпрома, №3, М.: 2008.
6. Стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XXI века. Минатом РФ, М.: 2001.
7. Тарханов А.В., Шаталов В.В. Состояние мировой урановорудной промышленности и тенденции ее развития на рубеже веков. Минеральное сырье» Серия геолого-экономическая, №12, М.: ВИМС, 2002.
8. Буксер Е.С., Шапиро Я.М., Бронштейн К.Г. Радиоактивность каменных углей и антрацитов Донецкого бассейнов. Укр. Хим. Жур. Техн. часть. 1929. – Т.4, кн. 2. с 95.
9. Буксер Е.С. и др. Радиоактивность каменных углей Кузнецкого бассейна Укр. Хим. Жур. Техн. часть. 1934. – Т.9, кн. 3. с.441-445.
10. Юдович Я.Э. Грамм дороже тонны: Редкие элементы в углях. М.: Наука, 1989, 160с.
11. Новгородцев А.А., Фоменко А.Е. Потенциально урановорудные районы (ПУР) Центральной части Русской платформы. Архив материалов симпозиумов и конференций. /http: //www.nedra.ru /rus/activity /archive /sost /abstracts/39.php.
12. Фоменко А.Е., Сазонов В.П., Дмитраков Л.И. Особенности размещения уранового оруденения Подмосковной ураноносной области. Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 140. – М.: ВИМС, 1999.
13. Культин Ю.В. и др. Оценка возможности разработки комплексного уран-молибден-ренийевого месторождения способом подземного выщелачивания. М.: «Горный журнал», 2007, №6, с.47-51. **ГИАС**

### Коротко об авторах

Виткалов В.Г. – профессор, кандидат технических наук,  
Рештаненко А.А. – аспирант,

Московский государственный горный университет.

Рецензент канд. техн. наук В.Г. Килимник, Институт ЦНИЭИуголь.

