

15. Петросьянц А. М. Атомная энергетика. М., Наука, 1976.
16. Бакуменко О. Д. и др.— Атомная энергия, 1978, т. 44, вып. 2, с. 140.
17. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. М., Мир, 1967.
18. Шевелев Я. В. Препринт ИАЭ-3126. М., 1979.
19. Лейпунский А. И. и др.— Атомная энергия, 1974, т. 31, вып. 4, с. 383.
20. Волконский В. Л., Поманский А. Б., Шапиро А. Д.— В кн.: Вопросы проектирования отраслевых автоматизированных систем управления. М., Наука, 1970, с. 68.

Поступила в Редакцию 04.09.8

УДК 553.495

К вопросу о классификации месторождений урана, связанных с вулкано-тектоническими депрессиями

КОНСТАНТИНОВ В. М.

Месторождения урана, связанные с вулкано-тектоническими депрессиями орогенного этапа, распространены в складчатых областях с интенсивным континентальным вулканизмом. Благодаря публикациям Н. П. Лаверова [1—3], А. Б. Каждана [4], Л. В. Барсукова и др. [5], особенности геологического строения, минеральный состав руд и условия формирования этих месторождений достаточно широко известны, но отсутствует систематизация, позволяющая наиболее обоснованно ориентировать поиски в вулкано-тектонических депрессиях. Возможный вариант такой классификации предлагается в настоящей статье.

В большинстве существующих классификаций за основу принимается положение рудных полей в структурах высокого порядка, в качестве которых обычно выделяются геосинклинали, краевые прогибы, щиты и платформы [3, 4]. Такой подход является чрезвычайно важным, поскольку именно развитием крупных структур определяются особенности строения и металлоносности рудных полей. В то же время при этом не всегда учитываются такие региональные факторы, как наличие или отсутствие рифтовых зон, приуроченность к трансформным разломам, представляющим рудоконцентрирующие зоны [6]. Кроме того, в строении рудных полей рассматриваемых месторождений много общих черт, определяющих их масштабы, основные закономерности рудо-локализации и, вероятно, вещественный состав руд. При этом основным фактором является их приуроченность к вулкано-тектоническим депрессиям, строение которых и определяется положением в перечисленных структурах высшего порядка. Поэтому представляется целесообразным выделить в качестве самостоятельного класса месторождения урана, связанные с вулкано-тектоническими депрессиями.

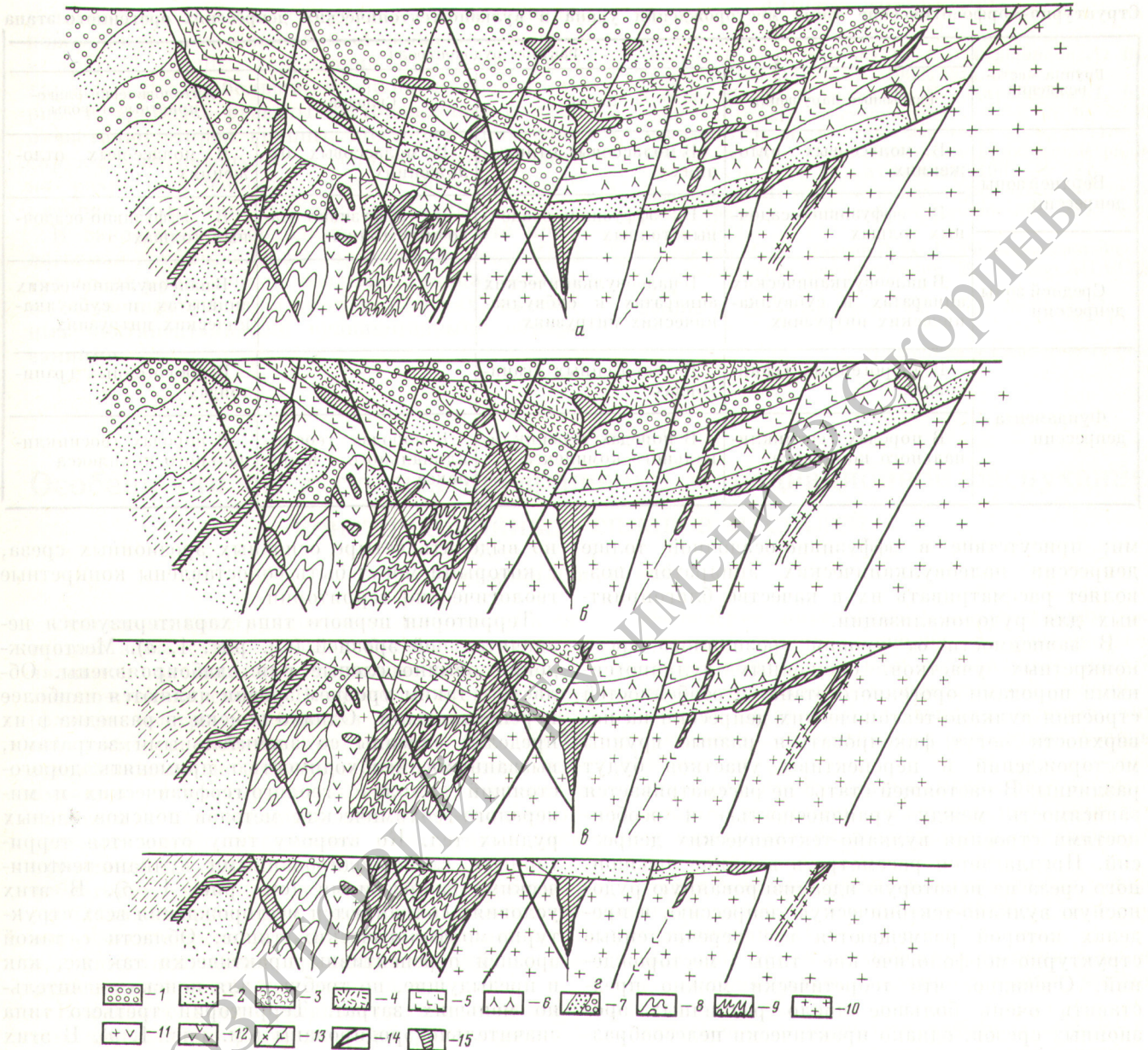
В результате обобщения данных по рудным полям и месторождениям составлена идеализированная схема вулкано-тектонической депрессии и показано размещение в ней различных струк-

турно-морфологических типов месторождений урана (рис. 1). Термин структурно-морфологический тип месторождения рассматривается в качестве минералого-геологического и в зависимости от масштаба может быть сопоставлен с геолого-экономическими понятиями — рудная залежь, рудное тело или рудопроявление. Конкретное промышленное месторождение обычно представлено несколькими структурно-морфологическими типами, хотя основные запасы, как правило, сосредоточены в одном из них [7].

Опубликованные данные показывают, что в вулкано-тектонических депрессиях при прочих равных условиях при изменении глубины и состава пород изменяются особенности развития трещинной тектоники, интенсивность и закономерности размещения предрудных метасоматитов. Именно эти факторы: состав пород, особенности развития трещинной тектоники и предрудных метасоматитов — определяют развитие конкретных структурно-морфологических типов месторождений урана. На основании фактора глубинности в классе месторождений, связанных с вулкано-тектоническими депрессиями, выделяются три группы месторождений: верхней зоны депрессии, средней зоны депрессии, фундамента, или нижней зоны. В зависимости от состава вмещающих пород месторождения объединяются в пять подгрупп (рис. 2, таблица).

В каждой подгруппе выделены структурно-морфологические типы, строение которых, по приуроченности к определенной разности пород, зависит от следующих структурно-литологических факторов: крутопадающих или пологопадающих разрывных нарушений, даек и дайкообразных тел пород среднего и кислого состава, пород, благоприятных по своим физико-механическим (повышенная способность к трещинообразованию, хрупкость, пористость) или химическим (присутствие восстановителей) свойствам.

При выделении в каждой подгруппе четырех структурно-морфологических типов их должно



Р и с. 1. Идеализированная схема размещения месторождений в различно эродированных вулcano-тектонически депрессиях. Орогенные образования: 1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3—6 — вулканогенные образования различного состава; 7 — песчаники, конгломераты, аргиллиты и алевролиты ордовика; 8, 9 — сланцы и гнейссланцы. Магматогенные образования: 10 — гранитоиды; 11 — субвулканические тела; 12 — палеовулканические аппараты; 13 — дайки кислого и среднего состава. Разрывные нарушения (14) и рудные тела (15)

было бы быть двадцать. Очевидно, в гранитоидах и в палеовулканических аппаратах руды не могут контролироваться складками. Поэтому выделяем 18 структурно-морфологических типов месторождений, из них известно 13. Вероятно, те структурно-морфологические типы месторождений, которые еще не встречены, могут быть обнаружены при поисково-разведочных работах. На возможность их выявления следует обращать внимание при оценке конкретных участков.

Предлагаемая классификация позволяет еще на стадии поисково-съемочных работ путем анализа геологического строения вулcano-тектонической депрессии прогнозировать вероятные структурно-морфологические типы месторождений. Так, наличие в выполняющих депрессию породах горизонтов высокопористых сферолитовых лав или песчаников, обогащенных органическим веществом, позволяет прогнозировать приуроченные к ним рудные залежи, которые могут быть слепы-

Структурно-морфологические типы месторождений урана в вулcano-тектонических депрессиях орогенного этапа

Группа месторождений	Факторы рудоконтроля			
	Разрывные нарушения	Дайки	Складки	Литологически благоприятные породы
Верхней зоны депрессии	В молассовых отложениях	В молассовых отложениях	В молассовых отложениях	В молассовых отложениях
	В эффузивно-осадочных толщах	В эффузивно-осадочных толщах	В эффузивно-осадочных толщах	В эффузивно-осадочных толщах
Средней зоны депрессии	В палеовулканических аппаратах и субвулканических интрузиях	В палеовулканических аппаратах и субвулканических интрузиях	—	В палеовулканических аппаратах и субвулканических интрузиях
Фундамента депрессии	В доорогенных гранитоидах	В доорогенных гранитоидах	—	В доорогенных гранитоидах
	В породах геосинклинального комплекса	В породах геосинклинального комплекса	В породах геосинклинального комплекса	В породах геосинклинального комплекса

ми; присутствие в эффузивно-осадочной толще депрессии палеовулканических аппаратов позволяет рассматривать их в качестве благоприятных для рудолокализации.

В зависимости от уровня эрозионного среза конкретных участков, сложенных вулканогенными породами орогенного этапа, и особенностей строения вулcano-тектонических депрессий на поверхности могут фиксироваться разные группы месторождений и перспективы участков будут различны. В настоящей статье не рассматривается зависимость между ураноносностью и особенностями строения вулcano-тектонических депрессий. Предлагается рассмотреть влияние эрозионного среза на некоторую идеализированную рудоносную вулcano-тектоническую депрессию, в пределах которой размещаются все перечисленные структурно-морфологические типы месторождений. Очевидно, что теоретически можно предположить очень большое число различных эрозионных срезов, однако практически целесообразно

выделить четыре основных эрозионных среза, с которыми могут быть сопоставлены конкретные геологические территории.

Территории первого типа характеризуются незначительной эрозией (см. рис. 1, а). Месторождения обычно слепые или слабопроявлены. Области с таким уровнем эрозии являются наиболее перспективными. Однако поиски и разведка в их пределах связаны со значительными затратами, вызванными необходимостью применять дорогостоящий комплекс геолого-геофизических и минералого-геохимических методов поисков слепых рудных тел. Ко второму типу относятся территории с слабоэродированными вулcano-тектоническими депрессиями (см. рис. 1, б). В этих условиях сохраняются месторождения всех структурно-морфологических типов. Области с такой эрозией перспективны практически так же, как и предыдущие, но требуют для поиска значительно меньших затрат. Территории третьего типа значительно эродированы (см. рис. 1, в). В этих

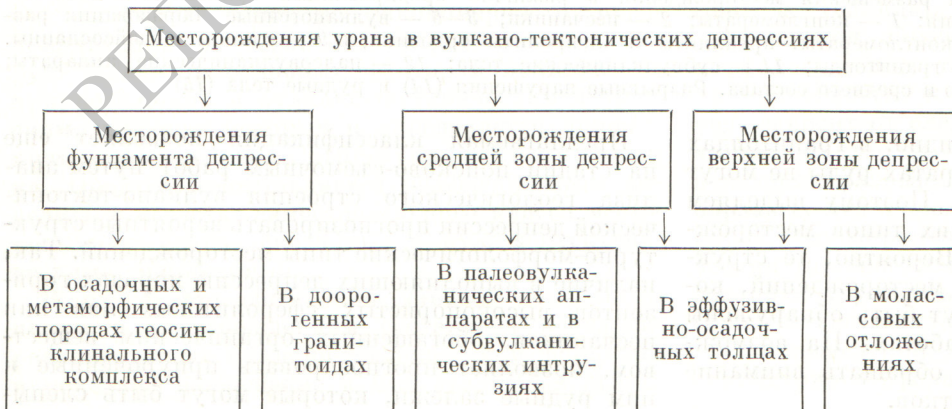


Рис. 2. Группы и подгруппы месторождений, выделяемые по фактору глубинности и составу вмещающих пород

условиях могут быть обнаружены выходящие на поверхность или слепые месторождения второй и третьей групп. Территории четвертого типа характеризуются большим эрозионным срезом (см. рис. 1, з). Здесь развиты месторождения третьей и частично второй группы. Месторождения фиксируются на поверхности, если их верхняя часть не разрушена гипергенными процессами. Территории этого типа малоперспективны.

В заключение необходимо отметить, что предлагаемая группировка месторождений может быть творчески применена на различных этапах поисково-оценочных работ на уран в областях, сложенных континентальными вулканогенными образованиями.

УДК 620.187:621.039.531

Особенности структурных превращений и радиационное распухание конструкционных сплавов и сталей

ГОРЫНИН И. В., ПАРШИН А. М.

Основными конструкционными материалами активной зоны существующих быстрых реакторов являются аустенитные хромоникелевые коррозионно-стойкие стали. В процессе эксплуатации (флюенс быстрых нейтронов достигает $3 \cdot 10^{23}$ нейтр./см², а рабочая температура 400—700°C) эти материалы подвержены радиационному распуханию, достигающему 20—30 %, что может привести к заклиниванию или искривлению отдельных элементов активной зоны, уменьшению проходных сечений для теплоносителя и другим неблагоприятным последствиям. Формирующиеся скопления вакансионных пор могут способствовать локализации пластической деформации и, как следствие, преждевременному хрупкому разрушению по межфазным границам.

В связи с этим отыскание путей ослабления или подавления радиационного распухания является одной из важнейших проблем, имеющей не только теоретическое, но и прикладное значение при целенаправленном создании конструкционных материалов с заданными прочностными характеристиками. Можно назвать следующие пути решения этой проблемы:

увеличение содержания никеля до 35—60 %; применение металлов с о.ц.к.- и г.п.у.-структурой;

предварительная холодная деформация;

получение ультрамелкого зерна (менее одного микрона);

легирование элементами, вызывающими дилатацию кристаллической решетки;

легирование элементами с различающимися парциальными коэффициентами диффузии;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаверов Н. П., Рыбалов Б. Л., Хорошилов Л. В.— Труды ИГЕМ АН СССР, 1962, вып. 12, с. 116.
2. Лаверов Н. П., Козырев В. Н., Хорошилов Л. В.— Геология рудных месторождений, 1964; № 6, с. 38.
3. Лаверов Н. П. и др.— Там же, 1965, № 6, с. 34.
4. Каждан А. Б.— В кн.: Вопросы прикладной радиогеологии. Вып. 2. М., Атомиздат, 1967, с. 287.
5. Барсуков В. Л. и др. Условия образования месторождений урана в вулканических депрессиях. М., Атомиздат, 1972.
6. Фаворская М. А., Таусон Э. А. Глобальные размещения крупных рудных месторождений. М., Изд-во АН СССР, 1974.
7. Зонтов Н. С.— Сов. геология, 1976, № 6, с. 57.

Поступила в Редакцию 12.08.80

обеспечение определенным легированием развитого непрерывного однородного раствора с сильно выраженным инкубационным периодом и с определенной величиной объемной дилатации, а также распадов типа упорядочения, К-состояния, расслоения твердых растворов и др.

Опубликованные данные позволяют наметить некоторые механизмы снижения или даже полного подавления радиационного распухания сталей и сплавов [1—7]:

захват точечных дефектов когерентными поверхностями раздела и, как следствие, усиление рекомбинации [1];

задержка точечных дефектов атомами с радиусом, отличающимся от радиуса атомов матрицы [2];

усиление рекомбинации точечных дефектов в упругоискаженных (растянутых и сжатых) областях, возникающих в инкубационном периоде формирования вторичных фаз [3, 4];

создание большого количества стоков точечных дефектов (дислокации, границы зерен, блоков и др.);

ближнее упорядочение твердого раствора [5];

увеличение энергии дефекта упаковки [5];

большие различия (в 10^2 — 10^3 раз) парциальных коэффициентов диффузии компонентов сплава [6];

снижение путем легирования числа валентных электронов на атом и, как следствие, уменьшение вероятности образования σ -фазы.

В последнее время привлекли к себе внимание дисперсионно-твердеющие сплавы и стали, обладающие высокой устойчивостью к радиационному