

Secinājumi

Būtiski faktori, kas nosaka neregulējamo notekūdeņu aerācijas iekārtu energoefektivitāti ir elektropiedziņas lietderības koeficients un ekspluatācijas drošums. Rekonstrukcijas procesā veci, mazefektīvi un nedroši elektrodzinēji jānomaina ar augstas efektivitātes drošiem elektrodzinējiem..

Aerācijas iekārtu regulējamās elektropiedziņas ar frekvenču pārveidotājiem un skābekļa koncentrācijas automātisku regulēšanu ieviešana ekonomiski attaisnojas vidējas un lielas jaudas attīrīšanas ietaisēs. Mazas jaudas iekārtām efektīvāka ir pakāpjveida regulēšana, izmantojot divus gaisa pūtējus, no kuriem viens darbojas patstāvīgi, bet otrs periodiski ieslēdzas un izslēdzas atkarībā no skābekļa koncentrācijas aerotenkā.

Literatūra

1. Hiatt B. Energy efficiency in electric motors. Energy Engineering, Vol. 87, N° 4, 1990. pp.36–42.
2. Snell L. Specifying efficient motors for retrofit projects. Energy Engineering, Vol.87, N° 4. pp. 23–29.
3. Šnīders A. Elektrodzinēju lietderības koeficients kā ekonomiskās efektivitātes faktors//LLU Raksti/Latv.Lauks.Univers., Jelgava Nr. 16(293), 1998. 107–109 lpp.
4. Šnīders A. The Expenditure of Electrical Energy for Communal sewage purification. Baltic Electrical Engineering review, Vilnius, N° 2(6), 1997. pp.29–32.
5. Шнидерс А. Экономия электроэнергии в электроприводах непрерывного действия// Энергосбережение в сельском хозяйстве/ Труды 2-ой Международной научно-технич. конференции, 03.-05.10. 2000. Москва - ВИЭСХ, с.276–283.
6. Carlson A. Energy comparison VFD vs. on-off controled pumping stations. Impeller/ A news magazine from ITT Flygt, N° 48, 1998. pp.29–33.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА И ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНО-ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА GEOLOGISKĀ VIDE UN KODOLENERĢĒTIKAS CIKLA OBJEKTU EKOLOGISKĀS DROŠĪBAS PROBLĒMAS

Татаринов В.Н.

Геофизический центр Российской Академии Наук
117296, Россия, Москва, Молодежная ул., д. 3. Тел: (095) 9305639

Abstract. A discussion is presented of the methodological approach to assessment of stability of geologic environment in regions where nuclear cycle objects are located. A basis of assessment is the registration of dynamics of variation of the various factors and exterior energy in a hierarchical block of geologic environment.

Широко используемое настоящее время в науках о Земле понятие "геологическая среда" по-разному трактуется у различных авторов в зависимости от направлений их исследований. Не имея возможности остановиться на анализе всех, выделим в них главные черты. В методологическом аспекте эта категория может рассматриваться с двух сторон. Первая базируется на том, что геологическая среда это сложный объект природы, объективно существующий независимо от человека и его деятельности (Голодковская Г.А., Котлов В.Ф., Трофимов В.Т., Шаумян Л.В. и др.). Ломтадзе В.Д. [1] дает такую трактовку этому термину "Каждая территория на Земле с ее рельефом, процессами и явлениями

представляет собой геологическую среду жизни и деятельности человека. Геологическая среда – это окружающие нас геологические условия. Геологическая среда возникает и меняется во взаимодействии с атмосферой, гидросферой, биосферой и внутренними сферами Земли". В этом взгляде геологическая среда привязывается к определенной территории и взаимодействует с внешними природными силами, изменяя свое термодинамическое состояние.

Второй взгляд (Л. Мюллер, М.В. Рац, Е.М. Сергеев, В.Т. Трофимов и др.) заключается в том, что под геологической рассматривается среда *взаимосвязанная* с каким то конкретным объектом. "Геологическая среда это комплекс геоморфологических, геофизических и геохимических условий, в которых существует организм (в том числе человек и его хозяйство)" [2]. В данном случае под геологической средой понимается верхняя часть литосферы, включающая горные породы, почвы, флюиды и др., подвергающиеся воздействию человека.

Наиболее известным считается определение Е.М. Сергеева [3], "геологической средой называют верхнюю часть литосферы, рассматриваемую как многокомпонентную систему, находящуюся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических процессов и возникновение новых антропогенных явлений, что в свою очередь вызывает изменение инженерно-геологических условий строительства объектов на определенной территории. Основные элементы геологической среды – горные породы, подземные воды, формы рельефа, геологические процессы и явления и их инженерно-геологические аналоги". В данном случае термин связывается с производственной деятельностью человека, которая направлена с одной стороны на разрушение существующей природной геологической среды, а с другой – на ее направленное преобразование.

При оценке воздействия геологической среды на объекты ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) термин геологическая среда можно использовать в *широком и узком смысле*. В широком смысле под геологической средой понимается верхняя часть литосферы с ее элементами (горные породы, флюиды, рельеф, и др.), описываемые некоторым набором характеристик ее свойств, процессов и состояния, которая является вмещающей по отношению к ОЯТЦ и определенным образом взаимодействующая с ними исходя из собственного термодинамического состояния. Нижняя граница не определена и для различных по энергетической мощности факторов она может меняться.

При оценке воздействия объекта на геологическую среду рассматриваем ее в более *узком смысле*, т.е. как некоторый объем литосферы – "зону влияния инженерного сооружения", подвергающейся изменению его отдельных элементов в результате деятельности человека. Здесь нижняя граница определяется заданными предельно допустимыми порогами воздействия на окружающую среду.

Основное свойство геологической среды ее многокомпонентность и крайняя неоднородность. Можно считать, что геологическая среда состоит из бесчисленного множества элементов (горные породы, почвы, микроорганизмы, растворы, газы, элементы структуры, физические поля и т. д.). Все их в принципе невозможно учесть, да и в этом нет необходимости, так как многие не играют существенной роли применительно к рассматриваемой проблеме. Поэтому с методологической точки зрения, необходимо ограничиться теми элементами, которые непосредственно оказывают влияние на геологическую безопасность ОЯТЦ.

Характеристики геологической среды их можно условно разделить на следующие три группы: *1.Свойства. 2.Процессы. 3.Состояние.*

Свойства это те физические параметры геологической среды, которые отвечают за формирование ее отдельных элементов и которые в режиме реального времени можно считать относительно статичными, например, прочность горных пород.

Под процессами понимаются те явления, которые изменяются во времени и пространстве под действием внутренних или внешних источников, например, современные движения земной коры. В описание процессов обязательно должны входить параметры, характеризующие динамику их изменения во времени и пространстве.

Состояние геологической среды это параметр, интегрирующий различные воздействия процессов на ее свойства, т. е. фактически реакция среды на внешнее воздействие (например, напряженное состояние массива горных пород – результат действия сил гравитации и тектонических процессов на горные породы, обладающих определенными упруго–прочностными свойствами и нарушенностью). Трудно отнести тот или иной параметр к той или иной группе, поэтому можно оперировать понятием – *фактор геологической среды*. Фактор геологической среды это свойство, процесс или состояние, присущее данному объему литосферы или территории земной поверхности, имеющее численное, функциональное или вероятностное описание и привязан к координатной сетке и имеет временную шкалу.

Первая фундаментальная особенность геологической среды заключается в том, что это *иерархически устроенная пространственно структурированная среда*. Каждый элементарный объем, ограниченный или плоскостями ослабления трещин, тектоническими нарушениями или литологическими границами, с одной стороны входит в другой структурный блок более высокого уровня, а с другой стороны сам состоит из более мелких подсистем. Наивысшая геологическая система – планета Земля в целом. Поэтому функционирование систем более низкого ранга в энергетическом отношении имеет направленность и подчиненность системам более высокого уровня. При прогнозировании состояния решающее значение приобретает оценка величины переноса энергии из одного иерархического уровня на другой.

Наиболее активным структурообразующим элементом геологической среды являются тектонические разломы и трещины. Они могут быть активными и пассивными по отношению к структурно–тектоническим блокам земной коры, которые они ограничивают. Направленность геологических процессов подчиняется законам, которые имеют сходство с законами термодинамики, когда системы с большим "геотермодинамическим потенциалом" передают энергию соседним – с меньшим потенциалом. Внутренними источниками энергии являются глубинные эндогенные силы, перераспределяющие в результате тепловой конвекции энергию между отдельными элементами среды. В зависимости от запаса устойчивости отдельных элементов геологической среды происходит их разрушение или переход в новое геотермодинамическое состояние. Именно динамика этих процессов и определяет степень опасности геологической среды по отношению к расположенным в ней ОЯТЦ.

На рис. 1 приведена иерархическая классификация структурных элементов геологической среды. Под "геотермодинамическим потенциалом" понимается некоторая суммарная энергия конкретного объема геологической среды, которая может быть передана соседнему элементу системы или направлена на разрушение элементов этого объема.

К самому крупному I классу структур геологической среды можно отнести тектонические плиты; структуры меньшего порядка – линеаменты, авлакогены, щиты, глубинные разломы и др. относятся к классу II (а). Эти два класса характеризуют в земной коре глобальные факторы, действующие в масштабах более 10^5 м в плане и более 10^4 м по вертикали. В следующих двух классах – III и IV (б) объединены различные структуры, определяющие уровни нарушенности геологической среды в региональном плане. К ним относятся тектонические разломы протяженностью до 10 км, различные складки, выступы фундамента, впадины и другие геологические структуры. Следующие два класса – V (в) и VI (г) характеризуют структуры в размерах соизмеримых с элементами инженерных сооружений, это структурная блочность массива ($2 D_{cp} < 10$ м), мелкие трещины длиной менее 10 м и элементарная нарушенность горных пород ($2L_{эл} < 1$ м).

Динамика процессов в геологической среде характеризуется такими понятиями как *стабильность* и *устойчивость*, которые являются фундаментальными в проблеме обеспечения экологической безопасности ОЯТЦ. Термин *устойчивость* рассматривается в работах М.А. Глазовской, В.А. Светлосланова, Ю.Г. Пузаченко, Уоддингтона, А.Д. Арманд, В.Ф. Котлова, Г.И. Рудько, Г.К. Бондарика, В.Т. Трофимова и др. Интерпретации этого термина у различных исследователей сводятся к *трем направлениям*:

- способность сохранять определенные параметры;
- способность изменяться в пределах определенных допустимых норм;
- способность к компенсации и возвращению в исходное состояние.

Стабильность предполагает постоянство параметров среды, определяемое постоянством внешних условий. Согласно [4] *стабильность* это в известной мере, качество пассивных систем, а *устойчивость* предполагает активную реакцию среды на внешнее возмущение.

Таким образом, для задач обеспечения геоэкологической безопасности ОЯТЦ под *геологической средой* может пониматься верхняя часть литосферы, иерархически структурированная и обладающая внутренними и внешними источниками энергии геотермодинамическая система, которая имеет определенную структуру, свойства, состояние и процессы и находится под воздействием деятельности человека.

Стабильность геологической среды применительно к объектам ядерно-топливного цикла это наличие в ней таких свойств и процессов, которые гарантируют сохранность изоляционных свойств массива и не превышение предельно допустимых норм концентрации (ПДК) радионуклидов за пределами санитарно-технической зоны в течение всего времени эксплуатации объектов.

Устойчивость геологической среды это ее способность под влиянием возмущений природного и техногенного характера изменять свои элементы таким образом, что это изменение не выходит за рамки определенного диапазона, который гарантирует не превышение ПДК радионуклидов на данной территории в течение всего срока эксплуатации объектов.

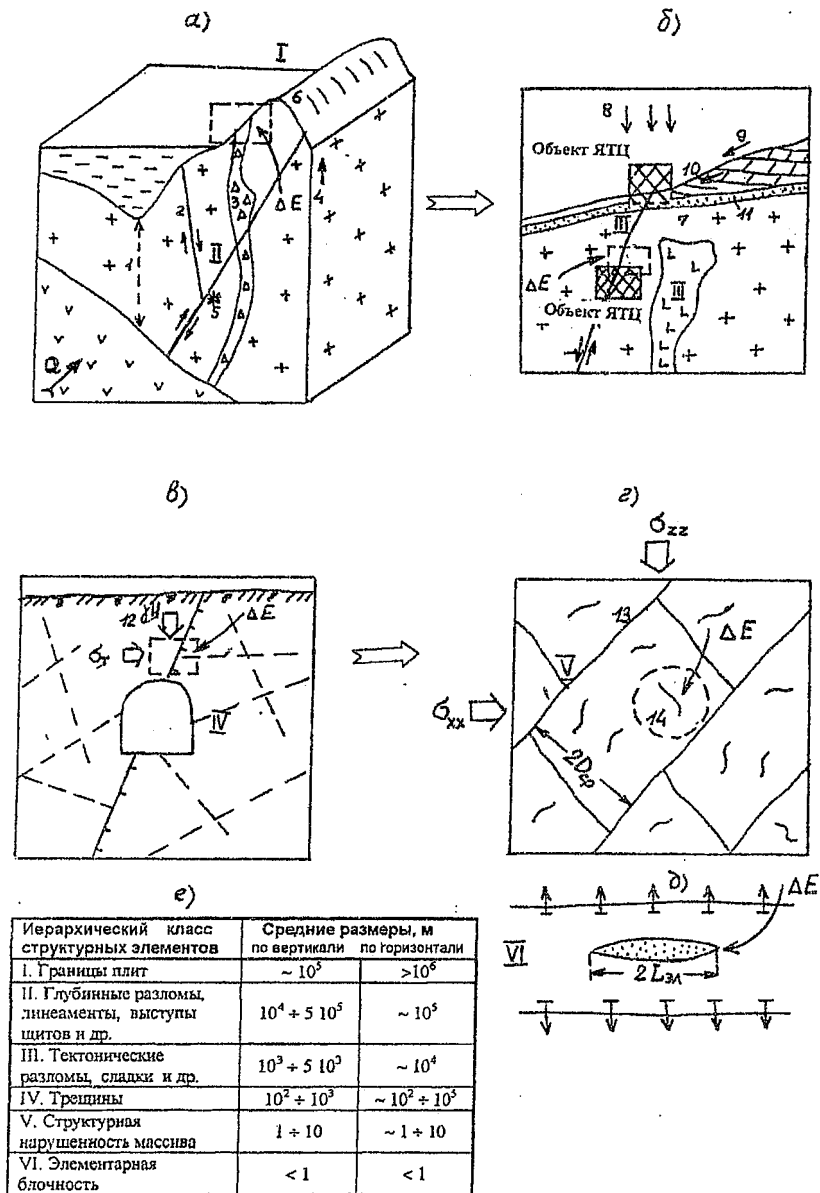


Рис. 9 . Структурная иерархия геологической среды. I-VI – структурные элементы; ΔE – внешняя энергия, поступающая в элементы геологической среды.

Рис. 1. Структурная иерархия геологической среды. I-VI – структурные элементы; ΔE – внешняя энергия, поступающая в элементы геологической среды.

Отсюда проблема прогнозирования и оценки устойчивости геологической среды должна включать в себя решение трех задач [5]: 1.Определение основных факторов, определяющих стабильность и устойчивость геологической среды; 2.Установление критериев оценки и прогноза устойчивости; 3.Обоснование предельно допустимых норм критериев оценки и прогноза.

Вторая фундаментальная особенность заключается в том, что геологическая среда это динамическая система, имеющая свои внутренние источники развития.

По аналогии с известной моделью географических систем А.Д. Арманд [6] термодинамическое состояние геологической среды можно представить как устойчивость отдельных ее элементов, каждый из которых можно смоделировать в виде взаимосвязанных между собой двух шариков (рис. 2). В зависимости от притока внешней энергии (ΔE), изменяется во времени и геотермодинамического потенциала ($\Delta \Phi$), который и определяет положение нижнего шарика. При анализе динамики этого фактора мы можем задать его в различных единицах, по отношению к предельно допустимым нормам, которые гарантируют экологическую безопасность ОЯТЦ.

На рис.2 видно, что в структурный блок всегда поступает ΔE , которая приводит к изменению $\Delta \Phi$. На самом высоком уровне в качестве подобного источника энергии могут быть современные тектонические процессы, кристаллизация, землетрясения; на меньшем – оползни, гидрогеологические процессы, эрозия, осадки, и др. В конечном итоге – все виды проецируются на самый низкий уровень и в горных породах развиваются процессы деструкции, изменяются локальные поля напряжений, коэффициенты фильтрации, прочностные свойства грунтов, скорости геохимических процессов и другие характеристики, определяющие устойчивость конструкций ОЯТЦ.

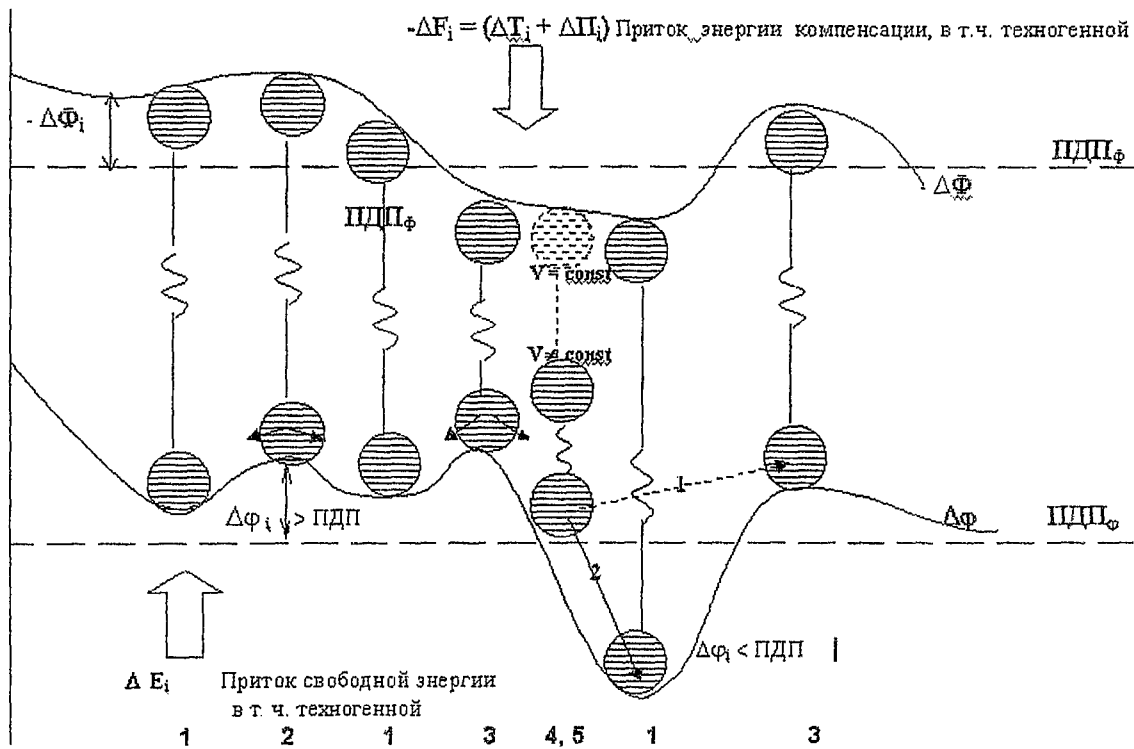


Рис. 2. Геотермодинамическая модель эволюции факторов геологической среды.

$\Delta \Phi$ – относительный термодинамический потенциал; $\Delta \Phi$ – компенсационный потенциал:

ΔE – потенциал внешней энергии; ΔF – компенсационный потенциал; k – жесткость связей. ПДП_Φ – предельно допустимый порог геотермодинамического потенциала; ПДП_Φ – предельно допустимый порог компенсационного потенциала.

Конкретный фактор в зависимости от $\Delta \Phi$ может находиться в трех состояниях: а) стабильно–устойчивом; б) стабильно–неустойчивом; в) нестабильно–неустойчивом. Устойчивое состояние характеризуется положением, когда он

находится в некоторой "потенциальной яме". Каждый фактор обладает запасом прочности, обусловленной его способностью компенсировать внешнее воздействие. В качестве примера можно указать на способность массива упруго деформироваться до некоторого порога без видимого разрушения, а затем после снятия нагрузки возвращаться в исходное состояние. Степень реакции компенсации на внешнее воздействие может быть описано коэффициентом жесткости связей между внешней и компенсационной энергиями (k).

В зависимости от величины k фактор может находиться в неустойчивом состоянии достаточно длительное время. Это состояние можно назвать стабильно неустойчивым. Несмотря на потенциальную возможность его перехода на другую стадию устойчивости энергия компенсации поддерживает его в критическом состоянии. Критическим можно назвать такое состояние, когда его геотермодинамический потенциал достигает некоторого порогового значения, при превышении которого появляется вероятность потери устойчивости ОЯТЦ. Так как практически измерить его невозможно, то в качестве порогового значения могут быть установлены предельно допустимые пороги – ПДК_г, например порог деформаций, когда начинается образование трещин.

Переход из одного состояния в другое может осуществляться по двум сценариям. По первому, при достаточно большом компенсационном потенциале, скорость перехода постоянна (стабильно–неустойчивая среда), или по второму, когда среда не обладает запасами компенсационных ресурсов происходит развитие процесса с непостоянной увеличивающейся катастрофической скоростью (нестабильно–неустойчивая среда). Последний вариант самый опасный, поэтому при таких ситуациях целесообразно увеличивать $\Delta\Phi$ для перехода в новое состояние с постоянной скоростью, которая снижает катастрофические последствия. Это и является объектом исследования при разработке мер по снижению вредного воздействия при экологических катастрофах.

Мы должны рассматривать изменение геологического фактора за некоторый конкретный интервал времени. Интервал зависит от времени существования ОЯТЦ и степени его ответственности. Чем опаснее объект, тем более длительные временные ряды мы должны анализировать с точки зрения оценки устойчивости и стабильности геологической среды в ретроспективе.

Исследования, проводимые в настоящее время на ряде объектов России, основаны на представленной выше методологии. Например, для подземного комплекса "Красноярск–26" использованы при разработке системы мониторинга состояния геологической среды. В региональном плане наибольшее внимание уделяется наблюдениям за современными движениями земной коры на основе применения методов космической геодезии (GPS–технологии), на уровне горных выработок разработке методов расчета параметров сдвига над горными выработками, которые могут служить потенциальными каналами для распространения экологически опасных веществ.

Литература

1. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. - Л.: Недра, 1977.
2. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь–справочник. - М.: Мысль, 1990.
3. Сергеев Е.М. Инженерная геология. - М.: Изд-во МГУ, 1982.
4. Пузаченко Ю.Г. Инвариантность геосистем и их компонентов. Устойчивость геосистем. М.: Недра, 1983. - С.32–41.
5. Морозов В.Н., Татаринев В.Н. Методика выбора участков земной коры для размещения экологически опасных отходов. // Геоэкология. - 1996. - №6. - С.109.–120.
6. Арманд А.Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий. Устойчивость геосистем. - М.: Недра, 1983. - С.14.–31.