

Бібліографічний список:

1. Киричок Л.С. Шляхи оптимізації лісової рекультивациі териконів // Вугілля України. – 2005. – № 9.
2. Пал М.Х. Енергія і захист навколишнього середовища (Із серії: «Практика захисту навколишнього середовища»). – Падерборн: Изд-во FIT-Verlag, 1996. – 449 с.
3. Технологічні схеми рекультивациі терикоників і плоских породних відвалів шахт і збагачувальних фабрик (Пояснювальна записка і схеми), Перм – 1981. – 163 с.
4. M.Mrozik, M Züger, D.Flum. Stabilizacja ściany wykopu o głębokości 12 m, wyconanego w gruntach sypkich w miejscowości Wehlen, Niemcy, przy pomocy elastycznego systemu stabilizacji składającego się z siatki o wysokiej nośności w połączeniu z gwoździowaniem.// XII Międzynarodowe Sympozjum GEOTECHNIKA-GEOTECHNICS 2006. – Gliwice-Ustroń, 2006.
5. <http://selton.com.ua>
6. www.maccaferri.ru

УДК 551.24:556.18:622.831

ТАРАНЕЦ Р.М. (ИПММ НАНУ), ПРИВАЛОВ В.А., ПРИХОДЬКО С.Ю. (ДонНТУ)

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ СИЛ НА ПОВЕДЕНИЕ ГОРНОГО МАССИВА

Для описания качественного поведения и реконструкции амплитуд инверсионных движений в Донецком бассейне используется модель колебаний упругой тонкой пластины под действием конкурирующих внешних сил. Вертикальная компонента сдвига описывается дифференциальными уравнениями с частными производными гиперболического типа. Сравнение полученных результатов с известными реконструкциями интенсивности денудации в Донбассе показывает, что соответствующий численный результат моделирования удовлетворительно описывает плановое распределение асимметрического подъема в границах тектонического блока между поперечными Донецко-Кадиевским и Еланчик-Ровеньковским глубинными разломами.

Для опису якісної поведінки та реконструювання амплитуд інверсійних рухів у Донецькому басейні застосовується модель коливання пружної тонкої пластини під дією конкуруючих зовнішніх масових сил. Вертикальна компонента зсуву описується диференціальними рівняннями з частинними похідними гіперболічного типу. Зіставлення отриманих результатів з відомими реконструкціями інтенсивності денудації в Донбасі демонструє, що відповідний чисельний результат моделювання задовільно описує плановий розподіл асиметричного підйому у межах тектонічного блоку між поперечними Донецько-Кадієвським та Еланчик-Ровенецьким глибинними розламами.

For the quantification of behavior and following modeling of inversion uplift in the Donets basin there has been applied a model of oscillation of an elastic thin plate under an action of competing external mass forces. The vertical component of displacement is described by the differential equations in partial differentials of hyperbolic type. Comparison of results obtained with existing models of denudation magnitudes for the Donets basin demonstrates that the numerical result of modeling has acceptable fit constraint with spatial characteristics of inversion uplift within the tectonic frame between transversal Donetsk-Kadievka and Elantchik-Rovenki deep faults.

Для описания качественного поведения вертикального смещения локальной области земной поверхности применяется модель колебания упругой тонкой пластины под действием внешних массовых сил. Учитывая относительную локальность области, в которой рассматривается модель, можно пренебречь вращением Земли. Тогда, согласно [1], для вертикальной компоненты вектора смещения получаем уравнение в частных производных (гиперболического типа) следующего вида:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \Delta h + \frac{\partial f}{\partial h}, \quad (1)$$

где $h = h(t, x, y)$ – вертикальное смещение, зависящее от времени t и декартовых плановых координат x, y ; $f = f(h) = V_e + V_i$ – сумма соответствующих внешних (V_e) и внутренних сил (V_i), действующих на земную поверхность; μ – параметр Ламе; ρ – плотность; $\Delta = \partial^2/\partial x^2 + \partial^2/\partial y^2$ – оператор Лапласа.

В качестве внешних сил V_e можно рассматривать воздействие на земную поверхность комплекса экзогенных процессов и эрозионных волн [2], влияние долговременных тенденций изменения атмосферного давления, результаты гравитационного взаимодействия Земли с другими космическими телами (например, Солнцем, Луной) и т.п. В качестве внутренних сил V_i учитывается влияние вертикальных тектонических движений, возникающих как вследствие движения тектонических плит, так и в результате процессов физико-химической дифференциации вещества в недрах Земли.

В работе [3] приведена эмпирическая связь между вертикальным смещением – h , потенциалом силы тяжести – g и внешним потенциалом – V_e :

$$h = \frac{V_e}{g}. \quad (2)$$

Принимая во внимание тот факт, что потенциал силы тяжести в большей мере зависит от изменений внешнего потенциала, нежели от других факторов, (т.е. g является функцией от V_e), примем следующую связь между ними:

$$g \sim (V_e)^\alpha, \quad \alpha > 0. \quad (3)$$

Данное предположение свидетельствует о том, что с увеличением воздействия внешнего потенциала сила тяжести также растет, а скорость роста зависит от выбора параметра $\alpha > 0$, который, вообще говоря, может зависеть от многих факторов. Таким образом, из соотношения (2) и предположения (3) находим зависимость h от V_e

$$h \sim (V_e)^{1-\alpha} \Rightarrow V_e \sim h^{1/(1-\alpha)},$$

из которой нетрудно увидеть, что параметр α должен быть меньше 1, т.е. $0 < \alpha < 1$. В случае $\alpha \geq 1$ с увеличением V_e вертикальное смещение не возрастало бы, что противоречит эмпирическим данным по измерению вариации силы тяжести [4].

Предположим, что действие соответствующего внутреннего потенциала V_i соответствует действию потенциала силы тяжести:

$$V_i \sim g \sim (V_e)^\alpha \sim h^{\alpha/(1-\alpha)},$$

т.е. рост силы тяжести вызывает возрастание внутреннего потенциала. Таким образом, в силу наших предположений на поведение массовых сил уравнение (1) приводится к нелинейному уравнению колебаний пластины вида

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \Delta h + c_1 h^{\beta-1} - c_2 h^\beta, \quad 0 < c_i < \infty, 0 < \beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1. \quad (4)$$

Данное модельное уравнение учитывает зависимость вертикального смещения, а, следовательно напряжений на земной поверхности, от взаимодействия внешнего и внутреннего суммарных потенциалов. Будем считать, что основной вклад в формирование и развитие земной поверхности приносит именно “конкуренция” между этими потенциалами.

В данной работе изучается поведение вертикального смещения земной поверхности, описываемого уравнением вида (4), на примере Донецкого бассейна. В качестве основы для математического моделирования использовалась схема глубинных тектонических разломов фундамента Донбасса [5].

В момент времени, выбранный за начальный, мы предполагаем, что массив находится в состоянии покоя. Западная и восточная и границы бассейна, соответственно в зонах Мариупольско-Курского и Липецко-Константиновского линейментов, зажаты ($h = 0$), а северная (Северо-Донбасский краевой разлом) и южная (Южно-Донбасский краевой разлом) - свободны ($\nabla h = 0$). Внутри массива, в зависимости от типов разрывных нарушений, задаются три вида разрывов:

- $(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} = 0$ - для слабых разрывов,
- $(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} + h = 0$ - для упругих разрывов,
- $(\nabla h|_1 - \nabla h|_2) \cdot \vec{n} + h = 1$ - для упругих разрывов со смещением,

где \vec{n} - вектор нормали к линии разрыва.

Получающаяся при этом начально-краевая задача решается методом численного моделирования в наиболее простой ситуации, когда в уравнении (4) младшие слагаемые ведут себя линейным образом. Соответствующий численный результат, представляющий собой картограмму изолиний амплитуд инверсионного подъема на территории Донецкого бассейна в условных единицах (у.е.) показан на рис. 1.

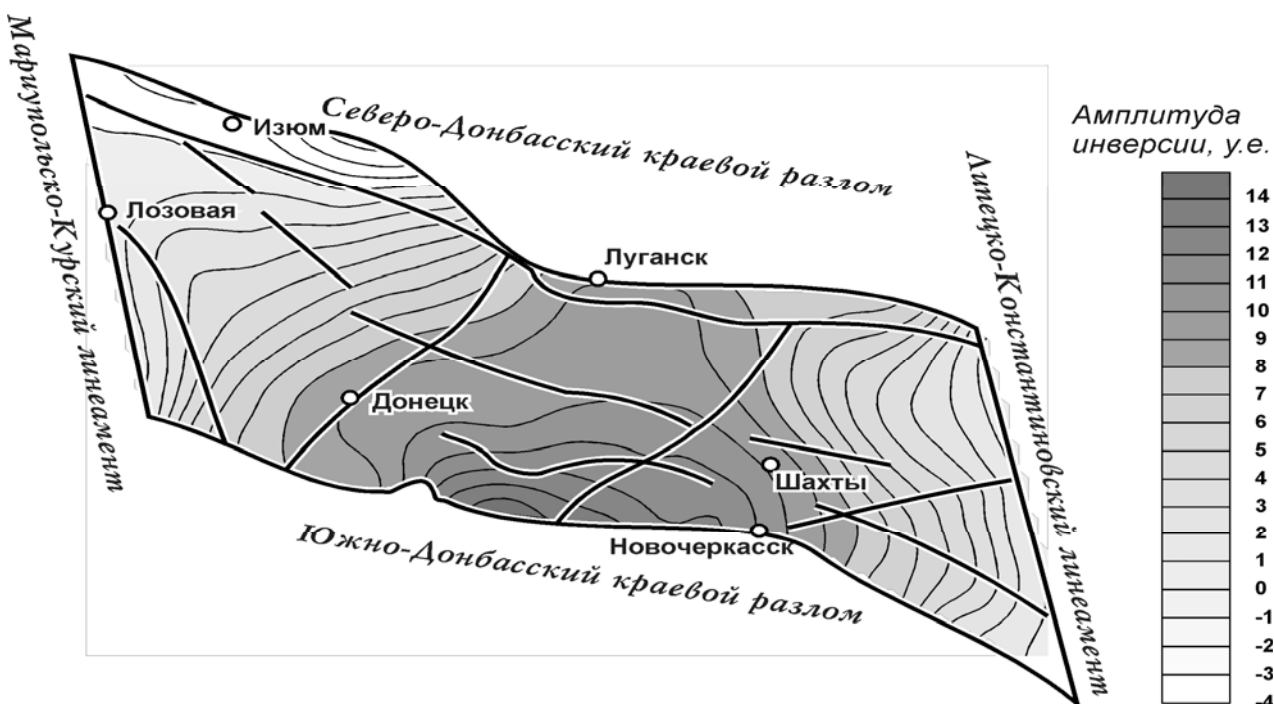


Рисунок 1 – Модельная реконструкция амплитуд инверсионного подъема ($h_{\text{мод}}$), предшествовавшего складкообразованию в уральскую фазу складчатости герцинского орогенического цикла, на территории Донецкого бассейна.

Сопоставление полученных результатов с известными реконструкциями интенсивности денудации в Донбассе [6,7] показывает, что соответствующий численный результат моделирования ($h_{\text{мод}}$), удовлетворительно описывает плановое распределение асимметричного инверсионного подъема ($h_{\text{факт}}$) в пределах тектонического блока между поперечными Донецко-Кадиевским и Еланчик-Ровенецким глубинными разломами, которое предшествовало складкообразованию в уральскую фазу складчатости герцинского орогенического цикла. Между фактическими [6] и модельными данными установлена значимая корреляционная зависимость $h_{\text{факт}} = 0,933 \exp(0,195h_{\text{мод}})$, коэффициент корреляции $r = 0,76$.

Для того чтобы аналитически прокомментировать получающийся результат рассмотрим соответствующее (4) одномерное уравнение

$$\frac{\partial^2 h}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + c_1 h^{\beta-1} - c_2 h^\beta, \quad 0 < c_i < \infty. \quad (5)$$

при $\beta = 1$ (т.е. $\alpha = 1/2$). Будем искать решение в виде бегущей волны, а именно:

$$h(x, t) = f(x - \sqrt{\mu/\rho} t).$$

Для функции f получаем обыкновенное дифференциальное уравнение:

$$\frac{2\mu}{\rho} f'' + c_1 - c_2 f = 0.$$

Общее решение этого уравнения имеет вид:

$$f(\xi) = a \exp(\sqrt{c_2 \rho / (2\mu)} \xi) + b \exp(-\sqrt{c_2 \rho / (2\mu)} \xi) + c_1 / c_2 \quad \forall a, b \in R^1.$$

Здесь $\xi = x - \sqrt{\mu/\rho} t$. Таким образом, общим решением исходного уравнения (5) при $\beta = 1$ будет:

$$h(x, t) = a \exp(\sqrt{c_2 \rho / (2\mu)} (x - \sqrt{\mu/\rho} t)) + b \exp(-\sqrt{c_2 \rho / (2\mu)} (x - \sqrt{\mu/\rho} t)) + c_1 / c_2 \quad \forall a, b \in R^1.$$

Из вида решения следует, что оно представляет собой семейство волн движущихся на поверхности упругой пластины со скоростью $\sqrt{\mu/\rho}$. Для нелинейного уравнения (5) (при $\beta \neq 1$) решение имеет вид

$$h(x, t) = F^{-1}(\pm \xi + b) \quad \forall b \in R^1, \quad \xi = x - \sqrt{\mu/\rho} t,$$

где функция $F^{-1}(\cdot)$ - обратная к функции

$$F(f) := \int_{f_0}^f \frac{df}{\sqrt{a + \rho/\mu [c_2(\beta + 1)^{-1} f^{\beta+1} - c_1 \beta^{-1} f^\beta]}} \quad \forall a \in R^1.$$

В этих рассуждениях не учитывались разрывы. Учет разрывов приводит, естественно, не к таким простым ответам, но для понимания качественной картины достаточно наблюдать за поведением решений типа бегущей волны.

Результаты численного решения начально-граничных задач для уравнения (4) позволяют определять вариации вертикальных морфотектонических смещений в ходе геологической истории развития трансформированных инверсией осадочных бассейнов.

Применительно к Донецкому бассейну, этот подход позволит в дальнейшем рассчитать пространственно-временные вариации напряженного состояния горного массива в момент инверсии и на последующих этапах тектонической эволюции бассейна. Поскольку инверсионный режим вызывает подъем отложений, активизирует эрозионные процессы, нарушает системы первичного кливажа и приводит к перераспределению сформировавшихся на доинверсионной стадии углеводородных газов, полученные результаты могут быть использованы при геодинамическом районировании горного массива Донбасса. Прогнозирование развития опасных геологических процессов определит безопасное строительство и эксплуатацию промышленных и гражданских сооружений городов и мегаполисов.

Библиографический список:

1. Морис Г., Мюллер А. Вращение Земли: Теория и наблюдения. – К.: Наук. думка, 1992. – 512 с.
2. Whipple K X., Tucker G.E. Dynamics of the stream-power river incision model: implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs // J. Geophys. Res. – 1999. – Vol. 104. – P. 17661-17674.
3. Мельхиор П. Земные приливы. – М.: Мир, 1988. – 246 с.
4. Теркот Д.Л., Шуберт Дж. Геодинамика: Геологические приложения физики сплошных сред. Ч. 1: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 376 с.
5. Привалов В.А., Панова Е.А., Азаров Н.Я. Тектонические фазы в Донецком бассейне: пространственно-временная локализация и характер проявления // Геологія і геохімія горючих копалин. – 1998. – № 4. – С. 11-18.
6. Нагорный Ю.Н., Нагорный В.Н. Особенности геологического развития Донецкого бассейна // Геотектоника. – 1976. – № 1. – С. 74-86.
7. Привалов В.А., Саксенхофер Р., Жикаляк Н.В., Писковой М.А., Панова Е.А. Тепловые потоки в геологической истории Донбасса: результаты моделирования // Наук. праці ДонНТУ., сер. гірн.-геолог. – 2001. – Вип. 32. – С. 14-21.

УДК 004.087: 504.3

КАЧАН В.Н., БОНДАРЕНКО Е.В. (ДонГУУ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ НА ЭВМ «ВЫБОР» ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ

В статье рассмотрен принцип действия и положительные стороны программ «Выбор» и «Циклон+Фильтр» при контроле эффективности работы пылегазоочистных сооружений на предприятиях.

У статті розглянуто принцип дії та позитивні сторони програм Вибір і Циклон+Фільтр при контролі ефективності роботи пылегазоочистних споруд на підприємствах.

The article considers programs «The Choice» and «The Cyclon+Filter» and mechanism of their realisation. And also their asset for the inspector's of ecological control operation at the enterprise.

При проектировании установки газоочиститных сооружений целью многих предприятий является экономическая выгода, т.е. эффективная работа выбранного оборудования при минимальных материальных затратах. Это достаточно сложная задача, так как необходимо учесть большое количество факторов, влияющих как на очистку воздуха, так и на работу пылегазоочистных сооружений.