

Рязанцев М.О., канд. техн. наук, доцент, **Носач О.К.**, канд. техн. наук, професор, Навчально-науковий індустріальний інститут ДВНЗ «ДонНТУ»,
Рязанцев А.М., інженер-конструктор КЗПО, м. Покровськ, Україна

ПЕРВИННЕ ОБВАЛЕННЯ ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ ЯК НАСЛІДОК ПУЛЬСАЦІЙНО-СПІНОВОГО РЕЗОНАНСУ ЗЕМЛІ

Анотація. В роботі показано, що на Землі діє пульсаційно-спіновий резонанс, при якому період (частота) обертання Землі і всіх її структурних елементів навколо власної осі на дев'ятій гармоніці співпадає з періодом (частотою) пульсації. Первинний крок обвалення конкретного породного шару при веденні очисних робіт складає дев'ять його потужностей.

Ключові слова: пульсація, вихро-хвильовий резонанс, власні коливання, гармоніка, породний шар, очисний вибій.

Згідно з вимогами правил безпеки, до паспорту кріплення і управління покрівлею в очисному вибої вугільних шахт додається акт про первинне обвалення основної покрівлі. Разом з цим, офіційної загально визнаної методики визначення кроку первинного обвалення покрівлі не існує. Наочне ж визначення первинного кроку обвалення при використанні сучасних механізованих комплексів, коли доступ у вироблений простір відсутній, особливо на великих глибинах, практично не можливе. Тому дослідження з цього приводу були і залишаються дуже актуальними.

Джерелом взаємодії для будь-яких масштабних рівнів в природі є Всесвітнє універсальне вихро-хвильове поле [1]. Носіями хвильової енергії є замкнені стійкі системи резонаторного типу, здатні її локалізувати і обмінюватися нею тільки при втраті стійкості. Хвильова енергія може трансформуватись і локалізуватись у ієрархічному плані в автономних стійких підсистемах – резонаторах, які складають всю систему. За відсутністю резонансу виникає взаємодія між такими підсистемами і перехід до нової стійкої системи з новим масштабним рівнем. Взаємодія між акустичними, гідродинамічними і електромагнітними резонаторами носить абсолютно однаковий характер. Одним з прикладів макросистем, що знаходяться в стійкому резонансному стані, є Сонячна система [2,3].

Для нашої Сонячної системи саме Сонце є – джерелом хвильової енергії. Поверхня Сонця постійно пульсує з періодом $T = 160$ хв. (частота $0,104$ мГц), піднімаючись і опускаючись з амплітудою біля 3 км. Спостерігаються також більш мілкі пульсації $T = 5$ хв.. Хвилі, створені пульсацією Сонця мають комплексний характер і впливають як на Землю в цілому, так і на всі структурні об'єкти планети, які також є резонаторами. Внаслідок цього в Землі виникають власні сфероїдальні і крутильні коливання. Сфероїдальні хвилі стискання-розширення, не пов'язані з обертанням – реактивна складова, і крутильні хвилі викривлення, не пов'язані з об'ємним розширенням – вихрова активна складова. Хвиля стискання-розширення діє по всіх напрямках ортогонально поверхні і пов'язана із зміною об'єму, під дією цієї складової Земля пульсує і

має гравітацію. Резонанс на цих хвилях півхвильовий і супроводжується повним пропусканням хвилі через межі розподілу без віддзеркалення і поглинання. Крутильні хвилі викривлення пов'язані з вихровим рухом без об'ємного розширення. Під дією цієї складової Земля обертається і деформується в поперечному відносно радіусу напрямку. Резонанс на цих хвилях хвильовий і супроводжується частковим віддзеркаленням і частковим поглинанням хвиль з перетворенням їх у власні коливання об'єкту. Вихрова хвиля може бути представлена у вигляді двох поперечних хвиль – горизонтальної (широтної) SH і вертикальної SV.

Вектор зміщень в поперечній хвилі SH (крутильні коливання) лежить на межах розподілу оболонок і шарів, що складають Землю. Ця хвиля не взаємодіє з хвилею пульсації P. Вектор зміщень в поперечній хвилі SV лежить в площині ортогональній межах розподілу і взаємодіє з хвилею пульсації P, викликаючи сфероїдальні коливання, в тому числі і резонансні явища. Сфероїдальні коливання охоплюють всю Землю, що дозволяє вивчати і гірський масив, і земну кору, і мантію, і ядро, і кожен окремий породний шар за їх власними коливаннями. При великих значеннях порядку гармоніки власні крутильні коливання можуть розглядатися як стояча хвиля Лява, а сфероїдальні коливання – як стояча хвиля Релея.

В [1] показано, що коефіцієнт затухання хвильових коливань постійний для всіх об'єктів Сонячної системи і складає $\alpha = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$, що свідчить про те, що міжпланетне середовище не є вакуумом, а виявляється жорстким середовищем, що не стискається.

Для Сонячної системи і всіх дискретних систем запропоновано універсальний хвильовий інваріант:

$$K = \frac{4\pi^2 R^2}{MT_{\pi}^2} = \left(\frac{\rho T^2}{3\pi} \right)^{-1}, \quad (1)$$

де R – радіус планет і самого Сонця;

T_{π} – період їх коливань як нульових джерел хвильових процесів;

M – маса планет і самого Сонця;

ρ – щільність речовини планет і самого Сонця.

Для випадку пульсації поверхні планет як хвильових джерел нульового порядку визначено, що співвідношення

$$\frac{R^3}{MT_{\pi}^2} = \text{const}, \quad \text{і} \quad \frac{R^3}{MT_{\text{вр}}^2} = \text{const}, \quad (2)$$

де T_{π} – період пульсації, постійний для всіх об'єктів Сонячної системи, $T_{\pi} = 160$ хвилин;

$T_{\text{вр}}$ – період обертання, для Землі $T_{\text{вр}} = 24$ години (1 доба).

$$T_{\text{вр}} = n T_{\pi}; \quad (3)$$

n – число, що пов'язує період обертання з періодом пульсації (порядок

гармоніки, при якому реактивна складова (хвиля пульсації) резонує з спірально-вихровою складовою, для Землі $n = 9$ (спірально-вихрова складова резонує тільки на непарних гармоніках).

Період пульсації резонує на парних гармоніках, що підкоряються октавному розподілу як у бік більш високих частот: 80, 40, 20, 10, 5 хв. і т.д., так і у бік більш низьких частот. 5-ти хвилинній пульсації відповідає $1/32$ частина оберту Землі навколо власної осі на $11,25^\circ$, що дорівнює 1 куранту=45 хв. На цій основі до 1700 року будували годинники-куранти. На низьких частотах характерним є період 216 годин (9 діб), при якому Земля по орбіті навколо Сонця проходить шлях, що дорівнює довжині екватору (одному оберту навколо власної осі). На цій основі до 1700 року був побудований календар з 9-ти добовим тижнем і 40-41-добовим місяцем.

Наведене співвідношення періодів пульсації і обертання Землі навколо власної осі є новим видом резонансу, який, по аналогії з вже відомими видами резонансу можна назвати *пульсаційно-спіновим резонансом або резонансом нульового роду*.

На разі вже відомі [2-6]: *спін-орбітальний резонанс або резонанс першого роду; резонансний взаємозв'язок осьового обертання однієї планети і орбітального руху другої планети або резонанс другого роду; резонансна взаємодія процесів баріцентричного руху Сонця і осьового обертання Землі або резонанс третього роду; резонанс хвиль биття (золотого перетину); кільцевий резонанс; сонячний резонанс і юпітерів резонанс*.

На основі відкриття пульсаційно-спінового резонансу є можливість розробити методи практичного використання його співвідношень в гірничій справі.

Про резонанс на дев'ятій гармоніці в океанічних хвилях відомо давно, достатньо пригадати картину Айвазовського «дев'ятий вал». Дев'ята хвиля — найсильніша й найнебезпечніша, часто фатальна. На 9-й гармоніці обертальних коливань відбувається резонанс вертикальної складової власних поперечних коливань океану, атмосфери, літосфери [7] з пульсацією і амплітуда хвиль зростає.

Якщо погодитись з резонансною структурою Сонячної системи, то резонансний період коливань планет-резонаторів можна знайти прирівнюючи відцентрову силу обертального (вихрового) руху і силу гравітації:

$$T_{\pi} = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{\gamma M}}, \quad (4)$$

де R , D – радіус і діаметр планети відповідно; T_{π} – період її коливань як нульового джерела хвильових процесів; M – маса планети, γ – гравітаційна константа.

Для Землі як твердої кулі отримаємо $T_{\pi} = 84,38$ хв. Середня швидкість поширення пульсації в надрах Землі складе:

$$V_p = \frac{2D}{T_{\pi}} = 2 \cdot 12700 / 84,38 \cdot 60 = 5,02 \text{ км/с.} \quad (5)$$

Середня швидкість поширення вихрової поперечної хвилі власних коливань в надрах Землі складе:

$$V_s = \frac{D}{T_{\Pi}} = 12700/84,3 \cdot 60 = 2,51 \text{ км/с.} \quad (6)$$

В силу приливних явищ збоку баріцентру сонячної системи прискорення силою тяжіння на Землі змінюється в часі з періодом 12 годин (рис.1а). За три періода до землетрусу або інших геодинамічних явищ відбувається резонансне збільшення позитивного приросту сили тяжіння вдвічі протягом одного періоду і порушення знакозмінності, потім поступове зменшення приросту сили тяжіння до сталої позитивної величини протягом періоду і утримання цієї величини постійною протягом $\frac{3}{4}$ періоду. Після цього відбувається землетрус із зміною знаку приросту сили тяжіння і знакозмінний коливальний процес поновлюється. Аналогічна картина спостерігається при руйнуванні порід в умовах об'ємного стискання. За три періода до руйнування спостерігається резонансне зростання приросту деформацій на порядок, зміна знаку приросту деформації супроводжується ударною хвилею і динамічним руйнуванням.

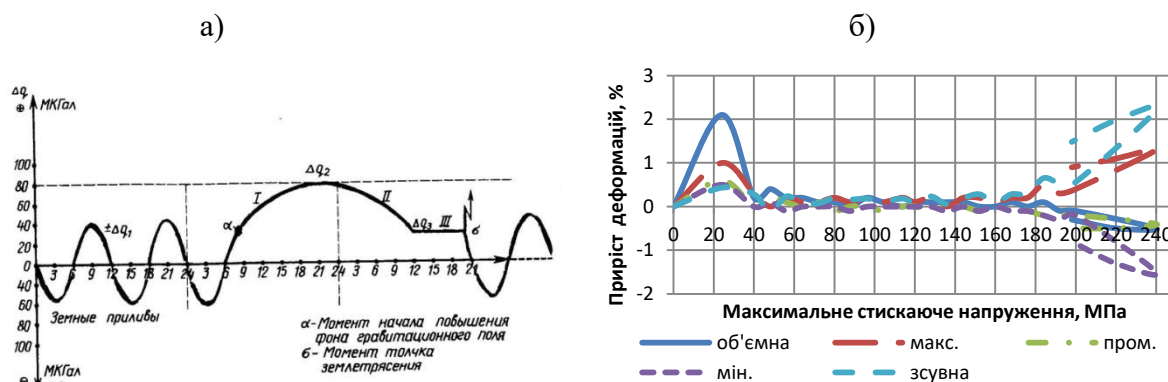


Рисунок 1 – Зміни гравітаційного поля Землі в часі перед землетрусом(а) і приросту деформацій при руйнуванні пісковика при $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 = 20 \text{ МПа}$ (б)

Як показано вище, період пульсації Землі, як твердої кулі складає 84,38 хв. Якщо на 9-й гармоніці власних поперечних коливань літосфери виникає резонанс, то «дев'ятий вал» переміщується з періодом 12,6 год., що практично співпадає з періодом припливу від баріцентру Сонячної системи. З цієї причини найбільший сплеск акустичної активності в гірському масиві спостерігається об 11⁰⁰ (рис.2а) і повторюється через кожні 6 годин (17²⁰; 0²⁰; 6²⁰). При тривалих спостереженнях максимумами акустичної активності повторюються через кожні 4 доби (рис.2б), що відповідає частоті $7 \times 10^{-5} \text{ Гц}$.

Вказані закономірності дають змогу прогнозування резонансного періоду коливань і довжини хвилі будь-якого структурного елементу земної кори і гірського масиву. Так для пласта l_1 в покрівлі якого залягає потужний пісковик біля $h = 28,7 \text{ м}$ (рис.3а), період пульсації складе

$$T_{\Pi} = \frac{2h}{V_p} = 2 \cdot 28,7 / 5002 = 0,0115 \text{ с.} \quad (7)$$

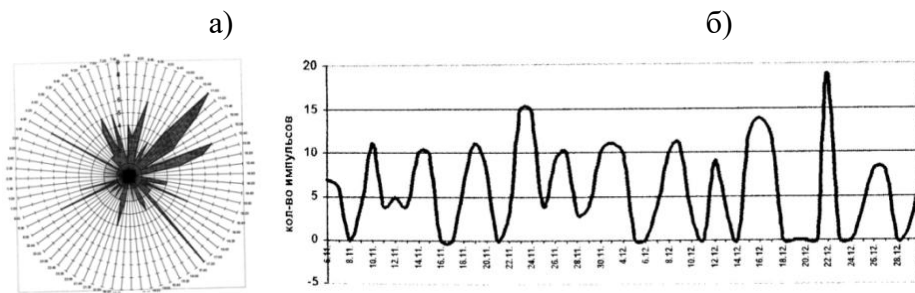


Рисунок 2 - Зміни кількості акустичних імпульсів протягом доби при інтервалі осереднення 20 хв. (а) і в часі при тривалому спостереженні (б) в гірському масиві 1-го північного конвеєрного штреку блоку №3 ПрАТ «ШУ «Покровське»

Резонансний період поперечних коливань $T_s = 9T_{\pi} = 9 \cdot 0,0115 = 0,1033 \text{ с}$.

Резонансна довжина поперечної хвилі (розмір структурного блоку і крок первинного обвалення)

$$\lambda = V_s T_s = 2501 \cdot 0,1033 = 258 \text{ м.} \quad (8)$$

Амплітуда коливань при цьому досягає (1,5-2)% потужності пласта або $\leq 0,6 \text{ м}$.

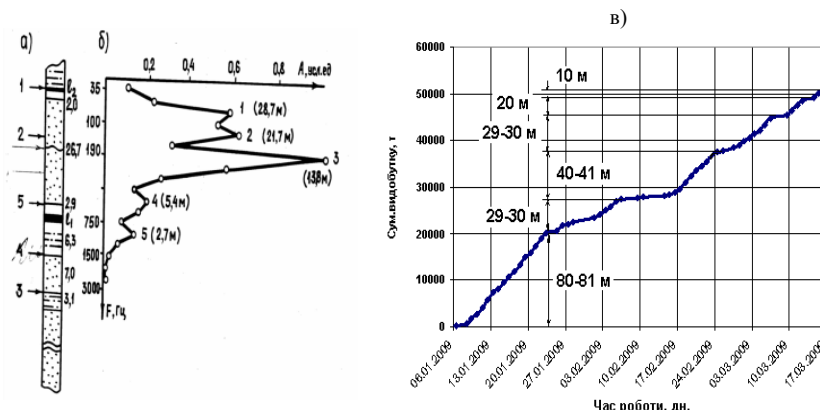


Рисунок 3 - Резонансні частоти порід покрівлі пласта ℓ_1 (а) та акумулююча крива видобутку у 1-й лаві центрального бремсбергу пласта ℓ_1 шахти «Капітальна» і кроки обвалення порід покрівлі (б)

Після первинного обвалення кроки обвалення консолей, що зависають, в сталому режимі співпадають з потужністю шарів, на які розшарувалась породна товща покрівлі, довжина консолей, що зависають, не перевищує 1,618 м.

Фактичні кроки обвалення покрівлі пласта ℓ_1 в межах шахт «Капітальна», №5/6 тощо повністю співпадають з розрахунками.

Висновок. Всі геодинамічні процеси на Землі від збільшення акустичної активності до обвалень порід і геодинамічних явищ пов'язані з пульсаційно-спіновими і спін-орбітальними резонансами. Найбільша резонансна амплітуда коливань спостерігається на дев'ятій гармоніці (так званий «дев'ятий вал»).

Список використаної літератури:

1. Кумченко Я.А. Технология и обоснование необходимости мониторинга космической погоды для прогнозирования локальных земных катастроф /Я.А. Кумченко //Авиационно-космическая техника и технология, 2009. №4 (61).- С.95-104.
2. Бутусов К.П. Новая инварианта, единая для электромагнитных и гравитационных систем /К.П. Бутусов //ЖРФМ, 1995.- С.1-6.
3. Молчанов А.М. Резонансы многочастотных колебаний //ДАН СССР.1966.-Т.168.- №2. — С.284-287.
4. Хлыстов А.И., Клиге Р.К., Сидоренков Н.С. Резонанс третьего рода в Солнечной системе. <http://lnfm1.sai.msu.ru/grav/russian/life/chteniya/sagit2011/Hlystov2011.pdf>
5. Сухарев В. Миром правит закон космических резонансов. Кн.1 /В. Сухарев.- М.: Амрита, 2012.- 288с.
6. Никольский Г.А. О пятом взаимодействии /Материалы междунар.научн.конф. «Торсионные поля и информационные взаимодействия -2009». Хоста-Сочи, 25-29 августа 2009г. – М.: 2009.- С.56-75.
7. Ермоленко С.И. Собственные колебания атмосферы и Земли по барометрическим и сейсмометрическим даным. /Дис.канд.физ.-мат.наук.Санкт-Петербург: 2016.-90с.

УДК 622.867.2

Рясний В.М., канд. техн. наук., с.н.с., завідувач лабораторії,
Науково-дослідний інститут безпеки праці та екології в гірничорудній і
металургійній промисловості ДВНЗ КНУ, м. Кривий Ріг, Україна

Чухарєв С.М., канд. техн.наук, доцент,
Національний університет водного господарства та природокористування,
м.Рівне, Україна

Євстратенко І.А., к.т.н., командир загону,
Державний воєнізований гірничорятувальний (аварійно-рятувальний) загін
Державної служби України з надзвичайних ситуацій, м. Кривий Ріг, Україна

ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ГІРНИКІВ

Анотація. Розроблений та впроваджений «План технічного прогресу гірничорятувальної служби на період до 2020 року». Проведений аналіз його виконання.

Ключові слова: гірничорятувальна служба, гірничі підприємства, ліквідація аварій, протипожежний захист.

Підземні гірничі роботи на шахтах Кривбасу наближаються до глибини 1500 метрів. У зв'язку зі зниженням рівня гірничих робіт підвищується гірничий тиск, викликаючи погіршення гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов розробки родовищ корисних копалин. Рівень технічної оснащеності гірничорятувальників, які є осередком безпеки гірничих робіт, не завжди відповідає сучасним вимогам науково-технічного прогресу.