

11. Черемисин А. Н. Воздействие акустического поля на фильтрацию двухфазной жидкости в пористом коллекторе / А. Н. Черемисин : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – 2010. – 17 с.

12. Шнурман И.Г. Методика определения составляющих пористости сложных трещинно-кавернозно-гранулярных коллекторов продук-

тивных отложений месторождения "Тенгиз" по данным волнового акустического каротажа / И. Г. Шнурман, Г. А. Шнурман // Геофизика. – 1994. – № 3. – С. 20-25.

Надійшла до редколегії 17.02.13

И. Безродная, канд. геол. наук, ст. науч. сотруд.
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ПУСТОТНОГО ПРОСТРАНСТВА И ТИПОВ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ СКВАЖИНЫ № 1 ЛИЩИНСКОЙ ПЛОЩАДИ ВОЛЫНО-ПОДОЛЬЯ

Исследованы возможности закономерностей изменения структуры пустотного пространства сложнопостроенных пород-коллекторов по данным ГИС скважины № 1 Лищинской площади Волино-Подолья. Определены концентрации пустот рассчитанных форматов, выделены пласты-коллекторы, оценены типы коллекторов и их перспективность.

I. Bezrodna, Cand. Sci. (Geol.), Senior Researcher
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv

EVALUATION OF STRUCTURE OF EMPTY SPACE AND TYPES OF ROCK-RESERVOIRS BOREHOLE № 1 LISHCHYNSKA AREA VOLYNO-PODILLYA

The possibilities of the determination regularities of the changes of empty space of composite reservoirs of the intervals boreholes Lishchynska № 1 Volyno-Podillya area on the data of geophysical investigation were studied. Concentration of formats emptiness rocks-collectors, types of collectors and their prospects were evaluated.

УДК 550.334

Д. Малицький, д-р фіз.-мат. наук, О. Грицай, інж.,
О. Муйла, канд. фіз.-мат. наук

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Львів

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МЕХАНІЗМІВ МІСЦЕВИХ ОСЕРЕДКІВ ЗЕМЛЕТРУСІВ НА ПРИКЛАДІ БЕРЕГІВСЬКОЇ ПОДІЇ 23.11.2006 р.

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук, проф. Г.Т. Продайводою)

Досліджено особливості побудови механізмів осередків у Карпатському регіоні України. Розглянуто принцип і особливості побудови механізму вогнища графічним методом. За допомогою запропонованого методу побудовано механізм вогнища для землетрусу, що відбувся 23.11.2006 р біля м. Берегово. Зроблено порівняння механізмів, побудованих графічним методом і з допомогою комплексу програм.

Вступ. Побудова і дослідження механізмів вогнищ землетрусів є важливою і актуальною задачею сейсмології і геофізики в цілому [4]. Відомо, що поле пружних напружень Землі, яке проявляється в деформуванні і наступному руйнуванні середовища у вогнищах землетрусів, визначає географічний розподіл джерел сейсмічних хвиль [1]. Тому, визначення зв'язків між механізмами вогнищ землетрусів і напружено-деформованим станом гірських масивів у заданому сейсмічно-активному регіоні є важливою задачею, яка потребує свого вирішення для Карпатського регіону. Зазначимо, що проблеми побудови таких механізмів у Закарпатській сейсмогенній зоні пов'язані перш за все із недостатньою кількістю сейсмічних станцій, які реєструють події, а також із невисокою сейсмічною активністю даного регіону. Такі події відрізняються невеликою магнітудою і порівняно малою глибиною залягання вогнища землетрусу. Характерною особливістю для землетрусів Закарпаття є те, що вони реєструються невеликою кількістю станцій. Відомо, що для побудови їх механізмів важливе значення мають як швидкісна модель середовища, так і точність визначення вступу повздовжніх хвиль, а також кількість та широкий азимутальний спектр станцій. На сьогоднішній день розроблено достатньо багато програмних пакетів для побудови механізму вогнища землетрусу, які використовують азимуту станції і кути виходу прямих Р- і S- сейсмічних хвиль. Зазначимо, що для даних програм основним є точні вступу, наприклад, повздовжніх хвиль на кожній станції. Відомо, що в сейсмологічних бюлетенях є інформація про станції, для яких вступу прямих хвиль Р є неточні. Це може бути пов'язано з рядом причин, головними із яких є апаратурні неточності, шуми, які викликані техногенними факторами. Але причиною неточних вступів прямої Р- хвилі

може бути також певне розміщення станції по відношенню до гіпоцентру землетрусу, тобто близькість станції до однієї із нодальних площин на стереографічній сітці Шмідта, що буде показано нижче. Таким чином, для малої кількості станцій, які зафіксували точні вступу повздовжніх хвиль, не можливо побудувати механізм з допомогою комплексу програм. Тому в роботі запропоновано побудову механізмів вогнищ землетрусів за допомогою графічного методу, в якому використано дані як про точні, так і про неточні вступу повздовжніх хвиль. Щоб показати, на скільки ефективною і точною буде така побудова, використаємо дані з сейсмологічного бюлетеня України. 23 листопада 2006 року в районі м. Берегово відбувся достатньо сильний землетрус на території України з магнітудою $MSM=3.9$, $MD=4.2$ [5]. Згідно сейсмологічного бюлетеня за 2006 рік [5] точні вступу повздовжніх хвиль зафіксовано 9 станціями. Таким чином, для порівняльного аналізу буде побудовано механізм вогнища землетрусу, який відбувся 23 листопада 2006 року в районі м. Берегово за допомогою комплексу програм та графічним методом. Це дасть можливість використовувати графічний метод для побудови механізмів, коли стандартний пакет програм не можливо застосувати із-за недостатньої кількості станцій, на яких зареєстровано подію із точними вступами повздовжніх хвиль. Такі випадки є характерними для сейсмічних подій Карпатського регіону.

1. Принцип побудови механізму вогнища землетрусу графічним методом.

Перш ніж перейти до побудови механізму Берегівського землетрусу, який відбувся 23 листопада 2006 р., потрібно пояснити, що таке механізм вогнища землетрусу, і як він будується для будь-якого землетрусу. Під параметрами механізму вогнища землетрусу будемо розу-

міти орієнтацію в просторі нодальних площин, напрямком подвійки і також орієнтацію головних осей: стиску, розтягу і нульової [2]. Дані параметри визначено з діаграми направленості виходу променя з джерела, яку зображено на проекції сфери малого радіуса, що оточує вогнище. Таку сферу називають фокальною сферою. Положення точок на фокальній сфері представлено кутовими координатами: кутом виходу променя (i), який вимірюється у вертикальній площині і азимутом на станцію (AzSt), який визначено в горизонтальній площині від напрямку на північ (рис. 1). Величина і знак кута виходу променя залежать від таких параметрів: епіцентральної відстані, глибини вогнища та швидкісної моделі середовища [1]. Для визначення кута виходу променя і азимуту на станцію використано програму підготовки вихідних даних TOFA [7], що дає більш точний результат. Дана програма входить у програмний комплекс для побудови механізмів вогнищ землетрусів mech-Lander [7]. Вхідними даними для програми є координати гіпоцентру, полярність вступу повздовжньої хвилі на конкретній станції та швидкісна модель середовища.

Для стереографічної проекції фокальної сфери використано сітку Шмідта (рис.1). На кальці, прикладеній до сітки, зображуємо зовнішнє коло, епіцентр в центрі кола, а також напрямок на північ (North). Наступним кроком є позначення полярності вступу повздовжніх хвиль (P- хвиль) для кожної станції, яка зафіксувала землетрус [1-3;6]. Якщо P- хвиля прийшла зі знаком "+" (стиск), то будемо позначати її на сітці Шмідта червоним кружечком. Якщо P- хвиля прийшла зі знаком "-" (розтяг), то будемо позначати її блакитним кружечком (рис.2). Як зазначалось вище, неточність вступу P- хвилі на деяких станціях є також важливою інформацією для графічного методу в побудові нодальних ліній. Такі вступу позначено чорним кружечком (рис.2) [6]. Щоб позначити точку вступу P- хвилі конкретній станції на стереографічній сітці Шмідта, потрібно по зовнішньому колу на кальці від позначки напрямку на північ відзначити азимут на станцію AzSt, який відповідає даній точці. Поворотом кальки поєднаємо позначку азимута AzSt і позначку напрямку на північ North. Відрахувавши значення кута виходу i від зовнішнього кола до епіцентру, ставимо відповідну позначку, яка відповідає полярності P-хвилі конкретної станції, як показано на рис.1. При цьому слід взяти до уваги, що частина променів направлені вгору від вогнища землетрусу, а частина – вниз. У першому випадку промені проходять через верхню півкулю фокальної сфери, а в другому – через нижню [1]. Відповідно до цього, кути виходу для проекції нижньої півсфери будуть з різними знаками: "+" для променів, які йдуть вниз і "-" для тих, що йдуть вгору. Для проекції нижньої півсфери точок, що відповідають променям, які йдуть вниз, використано азимут на станцію і додатний кут виходу. Для того щоб зобразити точку, що відповідає променю у верхній півсфері, потрібно взяти азимут, який змінено на 180° , а від'ємний кут виходу вважати додатним [1].

Таким чином, на сітку Шмідта (рис. 2) наносимо вступу P- хвиль на усіх станціях, які зафіксували Берегівський землетрус, який відбувся 23 листопада 2006 року, використовуючи табл.1. Після того, як всі вступу P- хвиль нанесено на кальку, потрібно розділити нодальними лініями області стиску від областей розтягу. Для зображення нодальних ліній використано меридіани стереографічної сітки. Повертаючи кальку довкола центру, знайдено положення, яке найкраще відділяє точки стиску від точок розтягу. При цьому можна нанести декілька варіантів нодальних ліній із різними азимутами простирання і кутами падіння. Для запропонованого графічного методу

корисними є позначки неточних вступів, які уточнюють розміщення нодальних ліній, а саме вказують на їх проходження біля даних точок (чорні точки на рис. 2). Хоча це є не обов'язковою умовою, так як причиною неточного вступу може бути не лише нульова амплітуда. Для кожної нодальної лінії будемо ще одну, яка розміщена перпендикулярно до неї. Для першої нодальної площини визначаємо її полюс: середину дуги нодальної лінії з'єднуємо з центром і продовжуємо її на відстань 90° . Через визначений полюс проходить друга нодальна лінія, при чому її полюс має бути на першій нодальній лінії, що свідчатиме про перпендикулярність нодальних площин. Друга нодальна лінія теж повинна розділяти точки стиску і розтягу. Якщо точного розділення на квадранти стиску і розтягу не відбулось, то слід повторити побудову нодальних площин.

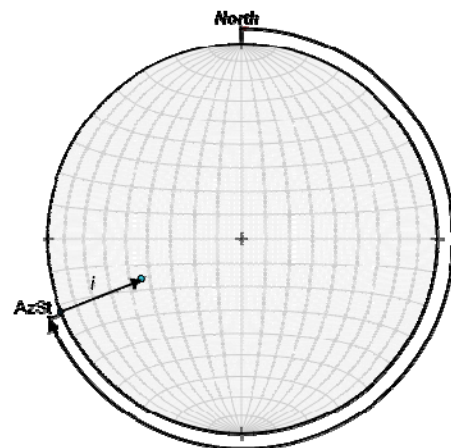


Рис.1. Зображення точки вступу P- хвилі на сітку Шмідта

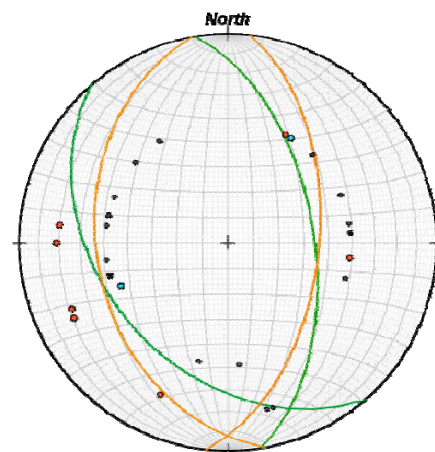


Рис. 2. Зображення точок вступу P- хвиль на стереографічній сітці Шмідта і розділення їх на зони стиску і розтягу нодальними лініями, побудованими допомогою програмного комплексу mech-Lander (зелений колір) і графічним методом (оранжевий колір) для Берегівського землетрусу 23 листопада 2006 року з використанням табл.1.

Зазначимо, що у випадку використання пакету програм може існувати сотні, а інколи і тисячі можливих варіантів побудови механізму вогнища землетрусу. Критерієм кращого розподілення вважають, коли в потрібні квадранти попадає максимальна кількість станцій. Можливий випадок, коли маємо кілька нодальних ліній, які достатньо добре розділяють точки з різною полярністю. Такий випадок є можливий для недостатньої кількості станцій із точними вступами P- хвиль, або коли станції є недостатньо широко роз-

поділені по азимуту довкола епіцентру на стереографічній сітці Шмідта. Порівняння механізмів побудованих програмою і графічною побудовою дає привід

вважати найкращим варіантом лінію із середнім значенням азимуту простирання і середнім значенням кута падіння для графічного методу.

Таблиця 1

Дані з вихідного файлу програми TOFA

Назва станції	Вступ Р- хвилі	Епіцентральна відстань	Азимут на станцію	Кут виходу променя
BERU	-iPg	0.91	67.9	-43.8
MUKU	+iPg	0.277	23.5	-21
BRIU	+iPg	0.360	67.3	-19.8
KORU	+iPg	0.412	95.8	-19.6
ONO	ePg	0.480	345.1	-19.4
NSLU	+iPg	0.625	89.8	-19.3
MEZ	+iPg	0.729	64.3	-19.3
KOLS	ePg	0.752	347.3	-19.3
RAK	+iPn	1.13	96.8	40.6
SHIU	+iPn	1.16	28.1	40.6
MORU	ePn	1.29	43.6	40.6
KECS	ePn	1.38	282.6	40.6
DRGR	ePn	1.41	174.7	40.6
STHS	ePn	1.48	325.9	40.6
KSV	ePn	1.70	85.2	40.6
PZS	ePn	1.78	261.9	40.6
NIE	ePn	1.90	310.8	40.6
LVV	-iPn	1.90	30.9	40.6
BURAR	ePn	1.90	106.9	40.6
CHRU	ePn	2.27	86.3	40.6
LIKS	ePn	2.41	291.9	40.6
BUD	ePn	2.45	254.3	40.6
VYHS	ePn	2.47	278.2	40.6
BZS	ePn	2.66	193.8	40.6
HORU	ePn	2.77	67.1	40.6
PKSG	ePn	2.89	255.3	40.6
NDNU	ePn	3.24	81.2	40.6

Після побудови нодальних ліній визначено орієнтацію нодальних площин і кут нахилу подвійки. Азимут простирання Strike визначається по азимуту зовнішнього кола, відраховуючи від напрямку на північ до перетину нодальної лінії і зовнішнього кола. Поєднавши дугу нодальної лінії з меридіаном, відраховуємо кут падіння Dip по центральній паралелі від зовнішнього кола до епіцентру. Кут нахилу подвійки $Slip$ відраховано по дузі нодальної лінії від зовнішнього кола до полюсу, який позначено на даній лінії. Якщо епіцентр розміщено в області розтягу, то кут нахилу буде від'ємний і буде рахуватись від азимуту простирання, якщо в області стиску, то кут нахилу буде додатним і буде рахуватись від азимуту зміненого на 180° . Важливим параметром механізму вогнища землетрусу є напрямки осей напружень стиску і розтягу, які зображують точками на дузі, що проходить через два полюси. Щоб їх показати на стереографічній сітці, потрібно помістити два полюси на один меридіан. Точка вісі стиску P знаходиться в квадранті розтягу на відстані 45° від точки полюсу, а точка вісі розтягу T – в області стиску і також на відстані 45° . Точка перетину нодальних ліній N – це проекція нульової лінії, яка є лінією перетину нодальних площин. Напрямок кожної осі визначається азимутом в горизонтальній площині Azm і кутом напрямку осі з горизонтальною площиною $Plunge$ (табл.2). Щоб визначити ці параметри, потрібно точку проекції осі повертанням кальки помістити на центральний меридіан і зробити позначку для азимуту Azm і відрахувати від зовнішнього кола до точки кут $Plunge$. Напрями осей стиску і розтягу для Берегівського землетрусу 23 листопада 2006 року показано на рис. 4-5.

2. Механізм вогнища Берегівського землетрусу 23.11.2006 р. ($\varphi=48.2^\circ$, $\lambda= 22.52^\circ$, $h=12.3$ км., $MD=4.2$).

Побудову механізму вогнища землетрусу 23.11.2006 р. біля м. Берегово здійснено за допомогою

програмного комплексу для побудови механізмів вогнищ землетрусів *mech-Lander* і за допомогою графічного методу, описаного вище. Вхідними даними є назви станцій і полярність вступу повздовжніх хвиль, отриманих із сейсмологічного бюлетеня України за 2006 рік [5], а також швидкісна модель середовища для Карпатського регіону. За допомогою програми TOFA визначено кути виходу і азимуту на кожну станцію. Для графічної побудови механізму використано дані з вихідного файлу цієї програми (табл.1). У колонці "Вступ Р- хвилі" зазначено знак вступу, точність вступу (i – точний вступ, e – неточний) і тип хвилі. Епіцентральну відстань, азимут на станцію і кут виходу вказано у градусах. Зазначимо, що спосіб побудови нодальних площин за знаками зміщень у повздовжніх хвилях є найбільш простий і надійний для визначення двох можливих положень поверхні розриву і осей головних напружень, які діють у вогнищі.

Використовуючи дані з табл. 1, на стереографічну проекцію Шмідта нанесено точки вступу Р- хвилі за методикою, яка описана вище (рис.2). Червоним кольором позначено точки, що відповідають точному вступу Р-хвилі зі знаком "+", тобто точки стиску. Блакитним кольором – точки, що відповідають точному вступу Р-хвилі зі знаком "-", тобто точки розтягу. Нодальними лініями розділили точки стиску і розтягу, і для їх побудови враховано розміщення точок, що позначають неточні вступу Р-хвиль. Ці точки зображені чорним кольором (рис. 2)

У процесі побудови через брак достатньої кількості станцій побудовано кілька варіантів нодальних ліній, які достатньо точно розділяли області стиску і розтягу. Параметри орієнтації відповідних нодальних площин варіювали в діапазоні: азимут простирання від 158° до 170° і кут падіння від 42° до 36° для однієї нодальної площини і азимут простирання від 344° до 28° і кут падіння від 48° до 60° для іншої нодальної площини. Для

вибору найкращого варіанту було усереднено значення параметрів орієнтації однієї з нодальних площин. За ними побудовано дві нодальні лінії і визначено решта параметрів (Slip, Strike, Dip) за методом описаним вище. Паралельно було здійснено побудову даного механізму за допомогою програмного комплексу mech-Lander. Зображення точок вступу Р- хвиль для кожної станції, яка зафіксувала землетрус на стереографічній сітці і розділення їх на зони стиску і розтягу нодальними лініями показано на рис.2. Для порівняння механізмів, побудованих за допомогою комплексу програм і графічним методом, нодальні лінії для двох методів зображено на одному рисунку різними кольорами: зеленим – для механізму побудованого з допомогою комплексу програм і оранжевим – для механізму побудованого графічним методом (рис. 2).

За допомогою програмного комплексу mech-Lander можна зробити оцінку правильності побудови механізму вогнища землетрусу графічним методом. Якщо значення параметрів визначені комплексом програм mech-Lander вважати 1-м найкращим варіантом з 4970 можливих варіантів, то значення параметрів, які визначені побудовою графічним методом будуть 17-м найкращим варіантом із 4970. Якщо ж детально розглянути побудову, то відзначено, що дві точки з дуже близькими

значеннями азимуту і кута виходу позначають різну полярність вступу Р-хвилі. А це означає, що одну з них доведеться не враховувати. Від цього вибору і буде залежати найкращий варіант. У побудові механізму комплексом програм не враховано точки, яка позначає розтяг. У графічній побудові цю точку вважали корисною, так як за браком кількості точних вступів, є лише дві точки, які позначають розтяг. Крім того, чорні точки для неточних вступів Р- хвиль розміщені на близькій відстані від нодальних площин, що використано для побудови механізму вогнища графічним методом.

Параметри механізму вогнища, визначені програмним комплексом mech-Lander (Пр.к.) і методом графічної побудови (Гр.п.) наведено в табл. 2. За даними параметрами зроблено висновок, що даний землетрус відбувся під дією близько-вертикальних сил стиску і близько-горизонтальних сил розтягу (рис. 4–5). Тип подвійки у вогнищі, що відповідає даним параметрам – скид із зсувом. Вид деформації – розтяг. Відмінність між параметрами механізму, побудованого з допомогою програм і графічним методом є незначною для параметрів кута падіння площини Dip і кута нахилу подвійки Slip. Більш суттєво відрізняється простирання площини Strike, що зумовлено суб'єктивним вибором станції з правильним вступом (рис. 2).

Таблиця 2

Параметри механізму вогнища землетрусу 23.11.2006 р. в районі Берегово												
	Нодальна площина 1			Нодальна площина 2			вісь P		вісь T		вісь N	
	Strike	Dip	Slip	Strike	Dip	Slip	Azm	Plunge	Azm	Plunge	Azm	Plunge
Пр.к.	139°	39°	-116°	351°	56°	-71°	309°	72°	67°	9°	159°	16°
Гр.п.	170°	37°	-104°	6°	54°	-80°	311°	78°	89°	8°	180°	9°

Зображення механізму вогнища Березівського землетрусу 23.11.2006 р. у вигляді проекції фокальної сфери із затіненими областями стиску і світлими областями розтягу а також точки виходу осей стиску і розтягу показано на рис.3.

На рис.4 і рис.5 зображено розломи, що відповідають кожній із нодальних площин з використанням програми Styles of Faulting from the Wolfram Demonstrations Project [8]. На рис.4 зображено можливі розломи для механізму, знайденого з допомогою комплексу програм, а на рис.5 – можливі розломи для механізму, знайденого з допомогою графічного методу. Оранжевим кольором показано півсферу, що містить ймовірну площину розлому. Щоб визначити, яка саме нодальна площина буде площиною розлому, потрібна додаткова інформа-

ція, наприклад про простирання активізованих розломів в області вогнища землетрусу.

На рис. 6 зображено діаграми випромінювання Р- хвиль для механізмів, побудованих за допомогою комплексу програм mech-Lander і графічним методом. На основі представлених графіків на рис.6 і за параметрами осей головних напружень із табл.2, можна зробити висновок про подібність механізмів побудованих за допомогою програми і графічним методом. Таким чином, графічний метод можна успішно використовувати для побудови механізмів вогнищ для подій, коли стандартними процедурами не можливо виявити нодальні площини і, відповідно, визначити параметри вогнища землетрусу.

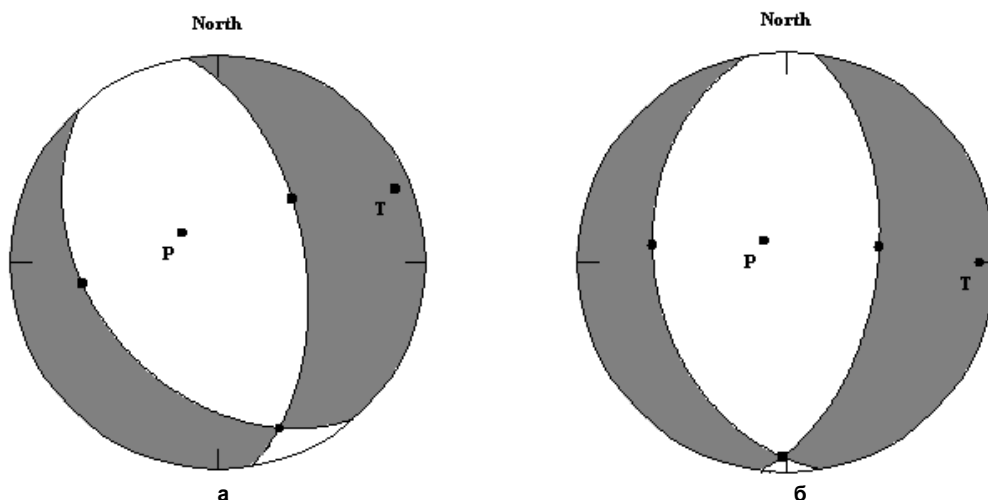


Рис.3 .Механізми землетрусу 23.11.2006 р. в районі Берегово ($\phi=48.2^\circ$, $\lambda= 22.52^\circ$, $h=12.3$ км., $MD=4.2$):

а – механізм побудований з допомогою комплексу програм mech-Lander; б – механізм побудований графічним методом

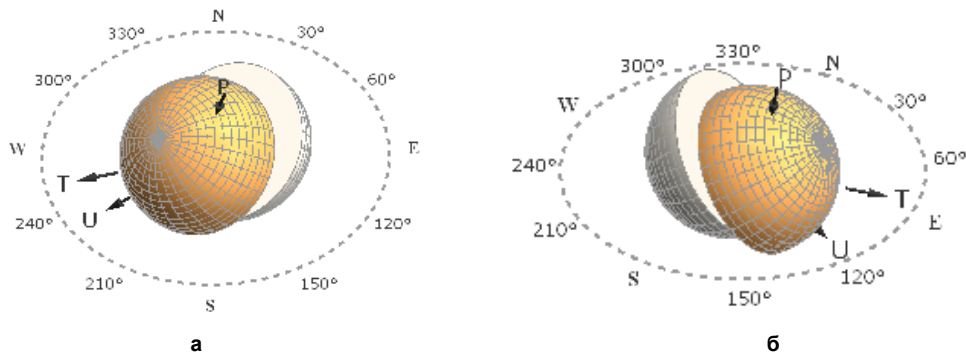


Рис. 4. Зображення розлому для механізму землетрусу 23.11.2006 р. в районі Берегово ($\varphi=48.2^\circ$, $\lambda=22.52^\circ$, $h=12.3$ км., $MD=4.2$), знайденого з допомогою комплексу програм mech-Lander:
 а – розлом з параметрами площини розриву: Strike – 139° , Dip – 39° , Slip – -116° ;
 б – розлом з параметрами площини розриву: Strike – 351° , Dip – 56° , Slip – -71°

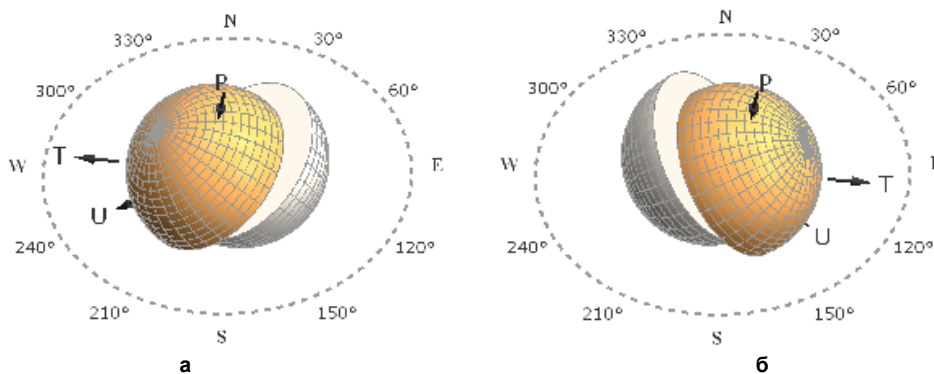


Рис. 5. Зображення розлому для механізму землетрусу 23.11.2006 р. в районі Берегово ($\varphi=48.2^\circ$, $\lambda=22.52^\circ$, $h=12.3$ км., $MD=4.2$), знайденого з допомогою графічного методу:
 а – розлом з параметрами площини розриву Strike – 170° , Dip – 37° , Slip – -104° ;
 б – розлом з параметрами площини розриву Strike – 6° , Dip – 54° , Slip – -80°

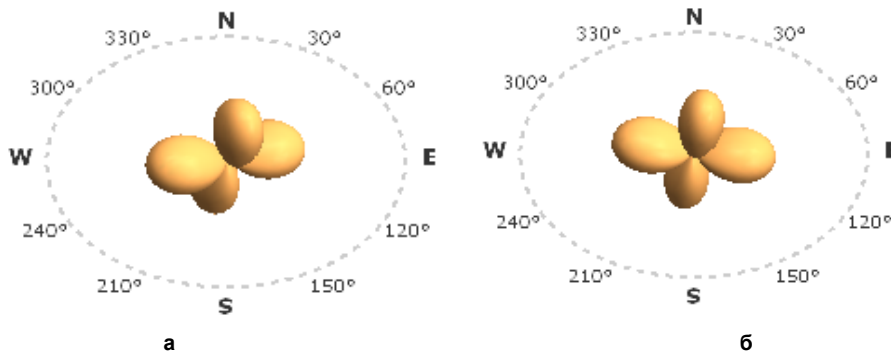


Рис. 6. Напрямок випромінювання Р- хвиль для землетрусу 23.11.2006 р. в районі Берегово:
 а – випромінювання Р-хвиль для механізму знайденого з допомогою комплексу програм mech-Lander.
 б – випромінювання Р-хвиль для механізму, знайденого за допомогою графічного методу.

Висновок. У роботі побудовано механізм вогнища Берегівського землетрусу 23.11.2006р. ($\varphi = 48.2^\circ$, $\lambda = 22.52^\circ$, $h = 12.3$ км., $MD = 4.2$) графічним методом. Точність побудови механізму вогнища будь-яким методом залежить від точності і кількості вихідних даних. На основі усіх порівнянь можна вважати, що побудова механізму графічним методом є досить точною процедурою. Як показано в роботі, для слабких землетрусів є досить важко побудувати точні механізми вогнищ, а з використанням пакету програм інколи і не можливо. Тому запропонований графічний метод, який використовує крім точних вступів і неточні вступу хвиль для багатьох випадків може бути використано для побудови механізму вогнища землетрусу, що несуть інформацію про тип подвижки у вогнищі і орієнтацію сил, під дією яких відбувся землетрус. Порівнявши орієнтацію площин з орієнтацією активізованих розломів в області вогнища землетрусу, можна отримати більш точний

механізм. Отримані результати для Берегівського землетрусу 23.11.2006 р. графічним способом буде використано для побудов механізмів місцевих подій, що буде показано у наступних публікаціях.

Список використаних джерел

1. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. / [Балакина Л. А., Введенская А. В., Голубева Н.В. и др.] – М.: Наука, 1972. – 198 с.
2. Воронина Е.В. Механика очага землетрясения. Спецкурс. – М.: Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. – 92 с.
3. Касахара К. Механика землетрясений. – М.: Мир, 1985 – 264 с.
4. Пустовивитенко А. А. Механизм очага Берегівського землетрясєния 23 ноября 2006 г./ А. А. Пустовивитенко, Р. С Пронишин // Геодинаміка – 2011. – № 2(11) – С. 260–262.
5. Сейсмологический бюллетень Украины за 2006 год. / под ред. Б.Г.Пустовивитенко. – Севастополь: НГЦ "Экоси-Гидрофизика", 2008. – 295 с.
6. Vince Cronin. A Draft Primer on Focal Mechanism Solutions for Geologists. – Baylor University, 2004.
7. http://grinikos.com/view_post.php?id=153
8. <http://demonstrations.wolfram.com/StylesOfFaulting/>

Надійшла до редколегії 09.02.13

Д. Малицький, д-р физ.-мат. наук, О. Грицай, инж., О. Муйла, канд. физ.-мат. наук
Карпатское отделение Института геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, Львов

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ МЕСТНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ БЕРЕГОВСКОГО СОБЫТИЯ 23.11.2006 г.

Исследованы особенности построения механизмов очагов для землетрясений в Карпатском регионе Украины. Рассмотрено принцип и особенности построения механизма очага графическим методом. С помощью предложенного метода построено механизм очага для землетрясения, произошедшего 23.11.2006г. около г. Берегово. Сделано сравнение механизмов, построенных графическим методом и с помощью комплекса программ.

D. Malyskyy, Dr. Sci. (Phys.-Math.), O.Hrytsai, Engineer., O. Muyla, Cand. Sci. (Phys.-Math.),
Carpathian branch of Institute of Geophysics National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv

THE FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF THE FOCAL MECHANISMS OF LOCAL EARTHQUAKES USING THE EXAMPLE OF AN EVENT NEAR BEREGOVO 23.11.2006

The features of the construction of the focal mechanisms for earthquakes in the Carpathian region is researched. Principle and features of the construction of the focal mechanism using graphic method are considered. Focal mechanism is built for earthquake, occurred 23.11.2006 near Beregovo, using this method. The constructed mechanism using graphical method is compared with the mechanism, which is built using complex of programs.

УДК 551.2/.3:537.315:(551.508.94+551.14)

В. Бублясь, канд. геол.-мінералог. наук, ст. наук співроб.,
М. Бублясь, мол. наук співроб.
Інститут геологічних наук НАН України, Київ

ПРОЦЕСИ І ЯВИЩА В МІКРОГЕОДИНАМІЧНИХ ЗОНАХ ПОКРИВНИХ ВІДКЛАДІВ РІВНИННИХ ТЕРИТОРІЙ

(Рекомендовано членом редакційної колегії чл.-кор. НАН України, д-ром фіз.-мат. наук, проф. М.А. Якимчуком) Розглянуто нові дані про підвищену активність більшості процесів, які відбуваються в мікрогеодинамічних зонах, порівняно з фоновими ділянками. У першу чергу це стосується геомагнітного поля, електромагнітних і електричних полів, питомої активності радіоактивних газів ($Rn^{222-220}$), геохімічних процесів, руху порових розчинів.

Вступ. Земна кора є досить складною структурованою системою. Структурними елементами покривних відкладів є макро-, мезо-, мікро- і пікозони із певним рівнем порушення порід. С.І. Субботін (1968), розглядаючи роль спонтанно глибинних процесів в структуроутворенні, висловив гіпотезу про їх виникнення і активізацію під впливом зміни швидкості обертання Землі. Більш детально цю гіпотезу було досліджено І.І. Чабаненком [14] і Т.Ф. Тяпкіним [9]. Відповідно до нових гіпотез, що пояснюють природу геодинамічних процесів і причини формування структури земної кори, крім теплових глибинних переміщень певних мас геологічних тіл велику роль відіграють гравітаційні і ротаційні сили [9]. У результаті дії ротаційних сил в земній корі і верхній мантії накопичуються напруження, які при перевищенні межі міцності порід певних ділянок приводять до її тектонічної активізації з утворенням системи ортогональної тріщинуватості, яка розділяє земну кору на блоки різного порядку – від сотень кілометрів до декількох сотень метрів. А більш дрібними коливальними тектонічними рухами із меншими силами, що не в змозі розірвати геологічні тіла, сформовані зони із підвищеним напружено-деформаційним станом порід. Їх розміри складають від декількох кілометрів до декількох метрів. На сьогодні встановлено велику низку різновидів зон із підвищеним або пониженим (порівняно із фоновими ділянками) напружено-деформаційним станом порід [4].

Найбільший інтерес, з точки зору пізнання процесів енергомасообміну і практичних цілей, представляють зони із переважаючими нисхідними потоками високорухомих складових порід покривних відкладів. За класифікаційним поділом [4] ці зони були віднесені до рангу мікрогеодинамічних зон (МГЗ). У рельєфі вони часто виражені пониженими (депресивними) морфоскульптурами. Характерною їх особливістю є певна ритмічна зміна напружено-деформаційного стану порід і підвищений енергомасообмін між атмосферою і літосферою [1-4]. Викликані ротаційними силами пружні хвилі в різ-

них геологічних умовах (відмінних за щільністю, вологістю, літологічним складом порід) будуть мати різні фізичні характеристики (частоту, амплітуду, швидкість переміщення). У покривних відкладах на рівнинних територіях, не вражених розломними зонами, ймовірно кожна ділянка може знаходитись (переважно) в стані періодичного стиснення, розтягнення або відносного спокою. В першому випадку можуть формуватися додатні, а в другому – від'ємні форми мікрорельєфу. На таких ділянках відбуваються переважно процеси акумуляції і розвантаження механічної енергії. Напружено-деформаційні сили постійно змінюються в часі за величиною і характером – мають певну циклічність зміни. Мікрорельєф, сформований під впливом напружено-деформаційних коливань, у більшості випадків, як і розломні зони, також орієнтований за чотирма азимутами [13], що підтверджує думку про поєднання ендогенних і екзогенних процесів у їх походженні.

Оскільки геологічне середовище за своєю природою є неоднорідним, то і всі процеси будуть відбуватися в ньому неоднаково, що відображено у внутрішній і зовнішній структурі МГЗ, які відрізняються за розмірами, формою, глибиною ерозійних процесів, характером розповсюдження тощо.

На сьогодні залишається ще багато нерозв'язаних проблем у дослідженні мікрогеодинамічних зон, і в першу чергу – наукових і науково-методичних. Не з'ясовано питання щодо: 1) формування і розвитку мікроструктури покривних відкладів; 2) впливу мікроструктури на енергомасообмін; 3) розвитку геохімічних ареалів у межах цих форм; 4) нерівномірного вологообміну в порівняно однорідних за літологічним складом породах; 5) надзвичайно глибокого проникнення за короткий проміжок часу ряду привнесених хімічних елементів (факти фіксації радіонуклідів чорнобильського походження в підземних водах глибоких водоносних горизонтів); 6) періодичної зміни напрямку і швидкості руху вологи в зоні аерації без зміни зволоження і температури; 7) ритмічного коливання рів-