

УДК 551.24.053(477.6)

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ДОНЕЦЬКО-МАКІЇВСЬКОГО РАЙОНУ ДОНБАСУ

Стовас Г. М.

(Дніпропетровське відділення УкрДГРІ, Україна)

Канін В. О.

(УкрНДМІ НАНУ, м. Донецьк, Україна)

На основаних досліджень вторичної складчатості на площах окремих шахтних полів встановлено зональність в розподілі малоамплітудної порушеності, зв'язь малоамплітудних порушень зі складчастими структурами і зональність в розподілі раптових вибухів вугля і газу і інших проявів підвищеного газовиділення в гірні виробки вугільних шахт.

Based on the studies of secondary folding at the areas of some minefields zonation in distribution of small-scale faulting, relation of small-scale faults to folded structures and zonation in distribution of sudden coal and gas outbursts and other manifestations of increased gas release into coal mine workings are determined.

Загальні уявлення. Один з основних факторів, який впливає на локалізацію скупчень метану є напружений стан вуглепородного масиву. Серед багатьох геологічних методів досліджень напруженого стану один з найбільш інформативних є вивчення структурно-тектонічних особливостей вуглепородного масиву.

Метою даної роботи є вивчення особливостей складчастих та розривних порушень, їх взаємозв'язку та співвідношення як на регіональному рівні (у межах Донецько-Макіївського району Донбасу), так і локальному – на окремих шахтопластах.

Дослідження вертикальної зональності структурно-тектонічних особливостей, проявів викидів вугілля, породи та газу у Донецько-Макіївському районі вперше було виконано у 1974-1975 рр. [1]. Тоді були розглянуті шахтні поля центральної частини Донецько-Макіївського району: «Східна», «Глибока», № 9 «Капітальна», ім. газети «Соціалістичний Донбас», «Мушкетівська-Заперевальна», «Мушкетівська-Вертикальна», ім. Калініна, «Щегловська-Глибока». У даній роботі більш детально розглянуті поля шахти ім. О.Ф. Засядька, «Щегловська-Глибока» та «Комсомолец Донбасу». Більшість з цих шахт відпрацьовували по два, або більше вугільних пластів однієї або кількох світ. Це дало можливість у досить повному обсязі розглянути особливості проявів вертикальної зональності, яка проявляється як у складчастій будові – формі та розмірах окремих складчастих структур пластів, як наприклад пласти l_3 та l_4 у полішахти «Комсомолец Донбасу», особливостях розвитку розривних порушень, як тих що є межами окремих шахтних полів, так і мало амплітудних, що ускладнюють залягання вугільних пластів. У деяких випадках на окремих зближених пластах повністю відтворюються зони мало амплітудних порушень, а у деяких випадках – це зони підвищеної тріщинуватості, або підвищеної руйнівності вугілля. Це залежить як від особливостей вміщувальних порід, їх потужності та особливостей вугілля.

На викидонебезпечних пластах – зональність проявляється у закономірностях виникнення й умов проявлення раптових викидів вугілля, породи та газу. Так, на розглянутих шахтних полях викиди тягочуть до окремих фрагментів розривних та складчастих структур у тектонічних блоках. В окремих випадках вони утворюють скупчення, як лінійної так і ізометричної форми. При сполученні зближених викидонебезпечних пластів простежується вертикальна зональність проявлення викидів яка спостерігається у пристосуванні до окремих елементів розривних та складчастих структур, інтервалам глибин, формі скупчень. При цьому, засоби відпрацювання пластів і мери безпеки не впливають суттєво на зональність що спостерігається. Це свідчить про наявність вертикальної зональності структурно-тектонічних особливостей проявів газодинамічних явищ.

Метод побудови локальної складчастості. Проблема розкладання полів на складові, у тому числі і статистичними методами, розроблялася багатьма дослідниками-геофізиками. Одним з методів цього напрямку є метод головних компонент, який в даний час представляє ефективний апарат комплексного аналізу геолого-геофізичних даних, і його програмне забезпечення є складовою частиною багатьох комп'ютерних технологій по обробці геофізичної інформації.

Математичною моделлю методу служить система випадкових величин x_1, x_2, \dots, x_N . При цьому кожна випадкова величина звичайно містить n – вимірів, тобто початковий масив даних представлений матрицею X розмірністю $n \times N$:

$$X = \{x_{ij}\} \quad (1)$$

У якості числа N може бути кількість вузлів регулярної сітки уздовж однієї з осей координат (кількість профілів), і тоді за допомогою головних компонент розв'язується задача оцінки регіонального тренда (регіональної складової).

Значення n визначає кількість вузлів регулярної сітки уздовж іншої координатної осі (число точок наглядів за окремими профілями зйомки). Суть методу головних компонент полягає в переході від системи випадкових величин x_1, x_2, \dots, x_N до нової системи випадкових величин y_1, y_2, \dots, y_N , орієнтуючись на поведінку дисперсій y_i . При цьому головна компоненту визначається як лінійна комбінація початкових випадкових величин x_i ,

$$y_i = \sum_{j=1}^N a_{ij} x_j; j = 1, \dots, N, \quad (2)$$

причому перша головна компоненту y_1 :

$$y_1 = \sum_{i=1}^N a_{i1} x_i \quad (3)$$

володіє максимальною дисперсією серед всіх можливих лінійних комбінацій вигляду (1). Величини a_{ij} є коефіцієнтами переходу від однієї системи випадкових величин x_i до іншої системи випадкових величин y_i . Дисперсії лінійних комбінацій y_i розташову-

ються в убиваючому порядку, тобто $\sigma^2(y_1) > \sigma^2(y_2) > \dots > \sigma^2(y_N)$.
Перехід від системи величин x_i до системи y_j супроводжується
нормуванням коефіцієнтів a_{ij} у вигляді $\sum_{i=1}^N a_{ij}^2 = 1$.

В цілому метод головних компонент зводиться до обчислення коваріаційної матриці B . Далі для матриці B знаходяться значення λ_i , і відповідні цим значенням - коефіцієнти переходу a_{ij} .

Звичайно обмежуються обчисленням перших двох-трьох головних компонент, оскільки в цих компонентах зосереджена основна енергія початкових даних. Так, перша головна компоненту містить 70-90 % всієї енергії (дисперсії) поля.

Фізичне тлумачення головних компонент є вельми неоднозначним. Проте перша головна компонента практично завжди має однозначне тлумачення, оскільки її дисперсія відображає основну енергію поля при обробці даних по площі або енергію декількох полів і (або) їх атрибутів при комплексному аналізі даних.

Нижче розглядається алгоритм методу головних компонент при рішенні задачі оцінки регіональної складової одного поля.

Виділення регіонального тренда є поширеною процедурою обробки практично для всіх методів геофізики. Проте при рішенні цієї задачі доводиться задавати ті або інші параметри. Так, при усереднюванні поля в ковзаючому вікні треба задати розміри вікна, при перерахунку поля на висоту треба задати висоту перерахунку, при оцінці регіональної складової шляхом регресії треба задати ступінь полінома регресії і т.д.

Метод головних компонент не вимагає завдання тієї або іншої апріорної інформації. Єдине припущення, при якому відбувається вживання цього методу, полягає в тому, що регіональна складова володіє найбільшою дисперсією в порівнянні з локальними складовими, що завжди на практиці виконується.

Алгоритм оцінки регіональної складової на основі методу головних компонент зводиться до реалізації наступних процедур.

1. Обчислення середніх значень поля за кожним профілем

$\bar{x}_i = \sum_{k=1}^n a_{kj} x_i$, де n – число точок наглядів, $i = 1, \dots, N$, N – число профілів, і коваріацій даних різних пар профілів $i, j = 1, \dots, N$.

Оскільки система x_1, \dots, x_N представлена вимірюваннями одного і того ж поля, немає необхідності розраховувати коефіцієнти кореляції, які використовуються при комплексному аналізі даних, зміряних в різних фізичних одиницях.

2. Складання коваріаційної матриці початкових даних по їх коефіцієнтам коваріації b_{ij} :

$$B = \{b_{ij}\}$$

Матриця B симетрична щодо головної діагоналі, тобто $b_{ij} = b_{ji}$, а по діагоналі розташовані дисперсії значень поля кожного профілю.

3. Знаходження максимального значення λ_{max} з рівняння $|B - \lambda_{max}I| = 0$, тобто, після розкриття визначника, з цього рівняння достатньо знайти його коріння з максимальним значенням λ_{max} .

4. Обчислення значень власного вектора матриці $(B - \lambda_{max}I)$, відповідного максимальному власному значенню λ_{max} з системи лінійних рівнянь $(B - \lambda_{max}I)\bar{a}_1 = 0$. Значення власного вектора визначаються з урахуванням нормування. Фізичне значення цього нормування полягає в тому, щоб перетворені дані, тобто значення регіональної складової, не відрізнялися по масштабу від початкових значень поля. Фізичне значення значень a_{i1} полягає у визначенні вагових коефіцієнтів для кожного профілю.

5. Фізична суть значень першої головної компоненти y_{1k} ($k_i = 1, \dots, n$) полягає у тому, що вони визначають вагові коефіцієнти для кожного вузла сітки початкових даних, аналогічно тому, як значення a_{i1} ($i = 1, \dots, N$) визначають вагові коефіцієнти для кожного профілю зйомки.

6. Регіональна складова початкового поля x_{ki}^{pez} характеризується найбільшою дисперсією. Вона рівна множенню вектора-стовпця y_{1i} на вектор-рядок a_{i1} з додаванням до кожного елементу матриці середнього значення поля за профілем x_i . Оскільки значення x_{ki}^{pez} представляють оцінку регіональної складової, то різниця $x_{ki}^{ocm} = x_{ki} - x_{ki}^{pez}$ оцінює поле локальних складових.

Ефективність методу ілюструється на рисунку 1.

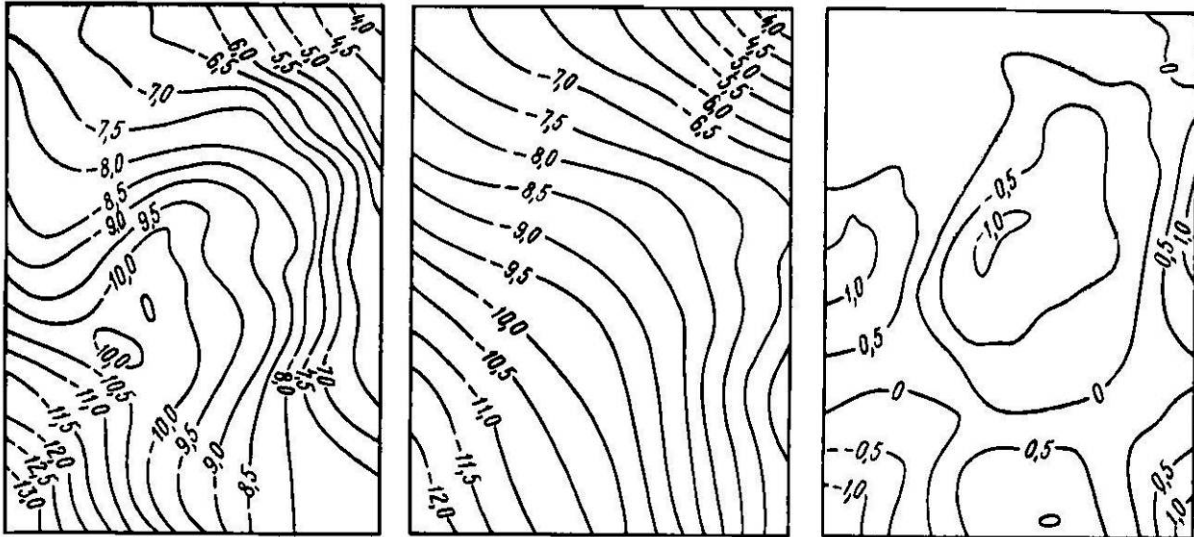


Рис. 1. Результати оцінки регіональної складової поля сили тяжіння шляхом виділення першої головної компоненти: *a* – поле сили тяжіння; *б* і *в* – відповідно регіональна (перша головна компонента) і локальна складові

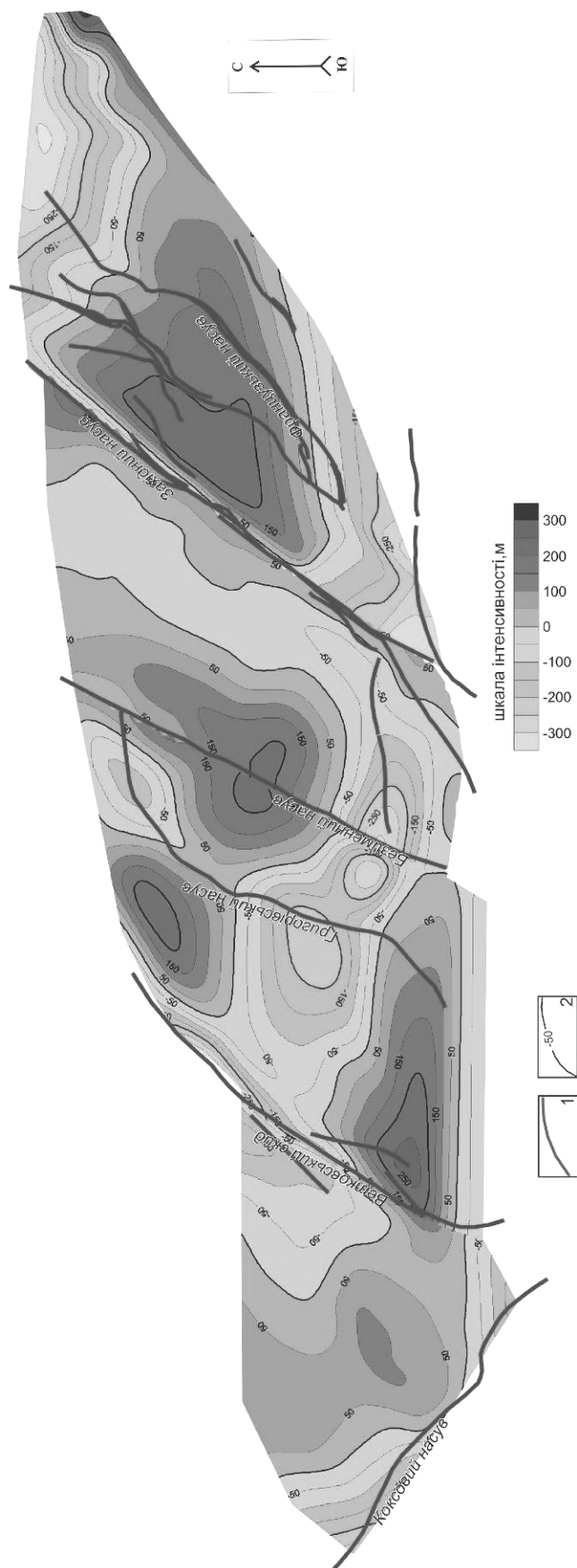
Метод головних компонент ефективний при обробці даних на достатньо обмежених площах, оскільки не враховується зміна кореляційних властивостей, тобто структури кореляційних матриць, за площею.

На закінчення відзначимо, що для практичної реалізації методу головних компонент під конкретну задачу слід використовувати найзагальніший алгоритм, представлений в [2].

Результати досліджень структурно-тектонічної побудови локальної складчастості Донецько-Макіївського району Донбасу. На початковому етапі складчасті структури були побудовані та розглянуті у межах Донецько-Макіївського району з метою виявлення характерних рис складчастої будови та ролі крупних розривних порушень в формуванні складчастих структур.

При побудові складчастих структур по пластам m_3 та h_{10} Донецько-Макіївського району Донбасу вихідними даними були гіпсометричні плани М 1:25000.

По пласту m_3 складчаста структура побудована від Коксового до Французького насувів (рис. 2).



1 - розривні порушення; 2 - ізолії локальної складчастості
Рис. 2. Карта-схема локальної складчастості пласта m_3 Донецько-Макіївського району

Азимути простягання крупних розривних порушень, що поділяють усю площу на окремі блоки наступні: Коксовий – 310° , Ветковський – 30° - 40° , Григорівський – 25 - 30° , Безіменний – 30° , Західний – 40° , Французький – 40° . Рисунок складчастості досить складний, тому доцільно його розглянути по окремим блокам.

У блоці, що обмежений Коксовим насувом та Ветковською структурою, амплітуди складок змінюються від -150 м до $+100$ м. Більшу частину площі займає полога антиклінальна структура, з максимальними висотами до 100 м, на північному сході вздовж Ветковського скиду простежується синклінальна складка, з заглибленням до -150 м. При цьому Ветковський скид проходить вздовж її вісі. Розглядання наступних блоків, що розташовані між Ветковським скидом та Григорівським, Григорівським та Безіменним, між Безіменним та Західним насувами, Західним та Французьким насувами доцільно як окремо так і сумісно.

У північній частині блоку між Ветковським та Григорівським насувами розташована крупна антиклінальна структура з максимальними відмітками до $+200$ м. Вона складається з двох об'єднаних вузькою смугою антикліналей, вісі яких паралельні Ветковській структурі. На схід від неї – невелика за розмірами сінклінальна структура, яку перетинає Григорівський насув, та не порушує її структуру. Крупна лінійно витягнута синклінальна складка, яка розташована на південь від розглянутої простежується у межах усіх трьох сусідніх блоків. Її максимальне зниження до -250 м. Вона практично не деформована Григорівським насувом, та її структура незначно порушена Безіменним насувом.

Далі, на південь простежуються велика ізометрична антиклінальна структура, з максимальною відміткою $+250$ м. Григорівський насув її не деформує, а Безіменний – в незначній ступені. Далі, на схід від Григорівського насуву на півночі виділена асиметрична, антикліналь яка на сході має пологий схил, який простягається до Західного насуву. Як можливо простежити, Безіменний насув не вносить значних ускладнень в її структуру.

На схід від Західного насуву розташована найбільш велика за розмірами (максимальна відмітка $+200$ м) структура. На північному сході та південному заході вона заглиблюється до відміток

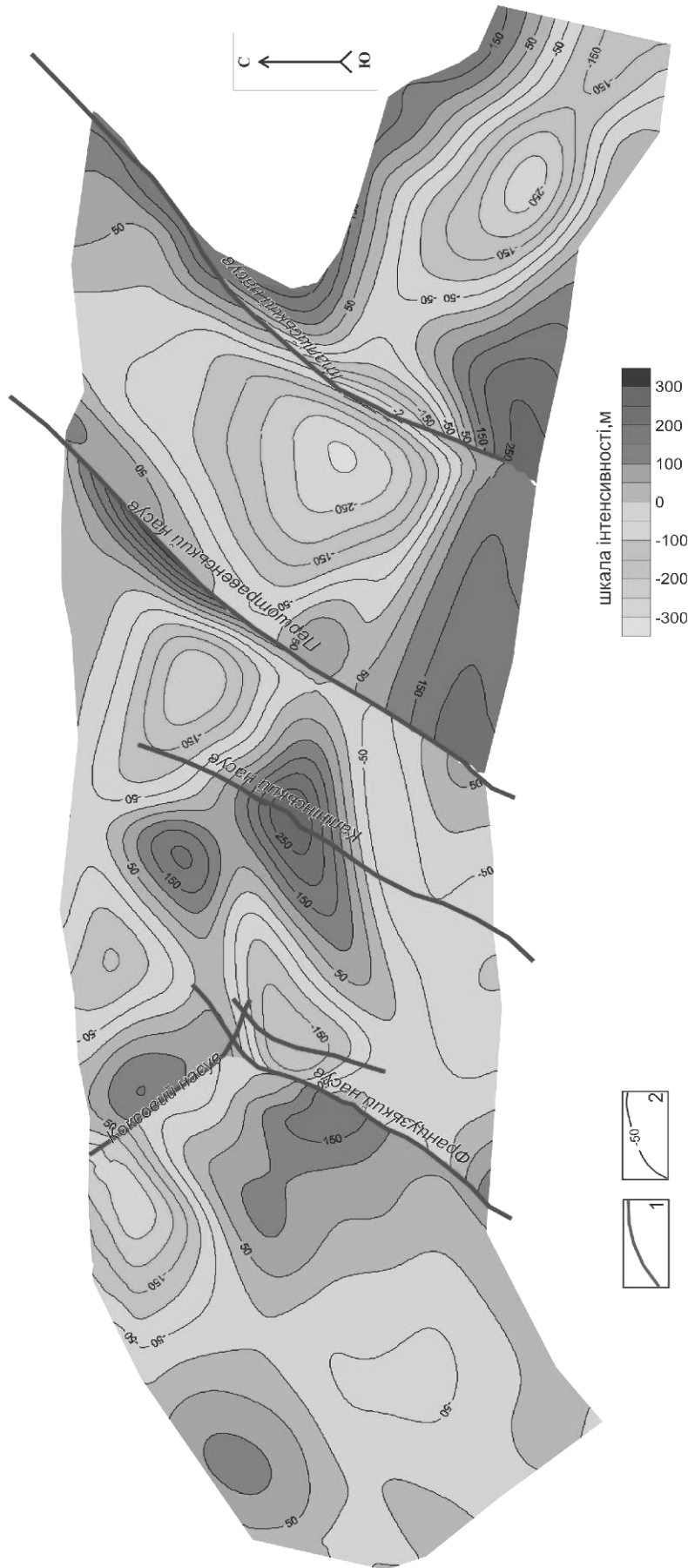
–250 м. Французький насув та його гілки, які її перетинають не вносять суттєвих ускладнень в її будову.

По пласту h_{10} складчасті структури побудовані від зони перетинання Французького та Коксового насувів до Італійського насуву (рис. 3). Вся розглянута площа крупними насувами розділена на блоки: між Французьким та Калінінським, Калінінським та Першотравневим, Першотравневим та Італійським. Азимути простягання цих структур змінюються від 30 до 40°.

На захід від зони перетинання Французького та Коксового насуву складки мають мозаїчний рисунок – антикліналі з максимальним підвищенням від 100 до 150 м, та на півночі незначних розмірів синкліналь з поглибленням до –250 м. Далі на схід два послідовуючих блоки, які розташовані між Французьким та Першотравневим насувами доцільно розглядати сумісно. Калінінський насув не вносить суттєвих змін в структуру складок. У межах цього блока простежується антикліналь складної будови, яка має два локальних підвищення – північне до 200 м, південне до 250 м. Ця структура оточена локальними синкліналями із котрих найменш виражена південна, та найбільш – північно-західна. Її заглиблення –200 м.

Більшу частину площі між Першотравневим та Італійським насувами займає ізометрична синклінальна складка. Її заглиблення досягає 250 м. На південь від неї простягається фрагмент антикліналі, яка виходить за межі Першотравневого та Італійського насувів. На схід від Італійського насуву, на південь від ділянки розмиву вугільного пласта простежується витягнута синкліналь, заглиблення якої досягає –250 м. Таким чином, крупні розривні порушення в окремих випадках розділяють блоки у межах яких формувалася складчаста будова та вони впливають на їх форми, а деякі розривні порушення, перетинаючи складчасті структури не змінюють їх структуру.

Особливості складчастої будови окремих шахтних полів.
При детальному розгляді складчастої будови окремих шахтопластів ураховуються не тільки гіпсометричні відмітки розвідувальних свердловин, але і відмітки магістральних та допоміжних виробок.



1 - розривні порушення; 2 - ізолінії локальної складчастості
Рис. 3. Карта-схема локальної складчастості пласта h_{10} Донецько-Макіївського району

При деталізації складчастої будови окремих шахтних полів проявляються деякі особливості, які не можливо урахувати на оглядових картах. Наприклад, карта локальної складчастості по пласту m_3 шахти ім. О. Ф. Засядька (рис. 4). Її межею на заході є лінія між свердловинами 3461, 3431, 900, 641; на півдні – 3322, ДМ-1900, 3331, 3382, МС-495, східна межі проходить по лінії свердловин МС-495, 3392, 3408, 3460, 3970; та на півночі -3970, 3790, 380, 3461. У цілому побудована складчастість уявляє значно більш ускладнену картину ніж на регіональній карті. Основною рисою її є підпорядкованість основних плікативних структур крупним розривним порушенням, які є природними межами шахтного поля – Ветковському та його гілкам – на заході, та на півдні – субширотним насувам, частково – фрагменту Григорівського насуву.



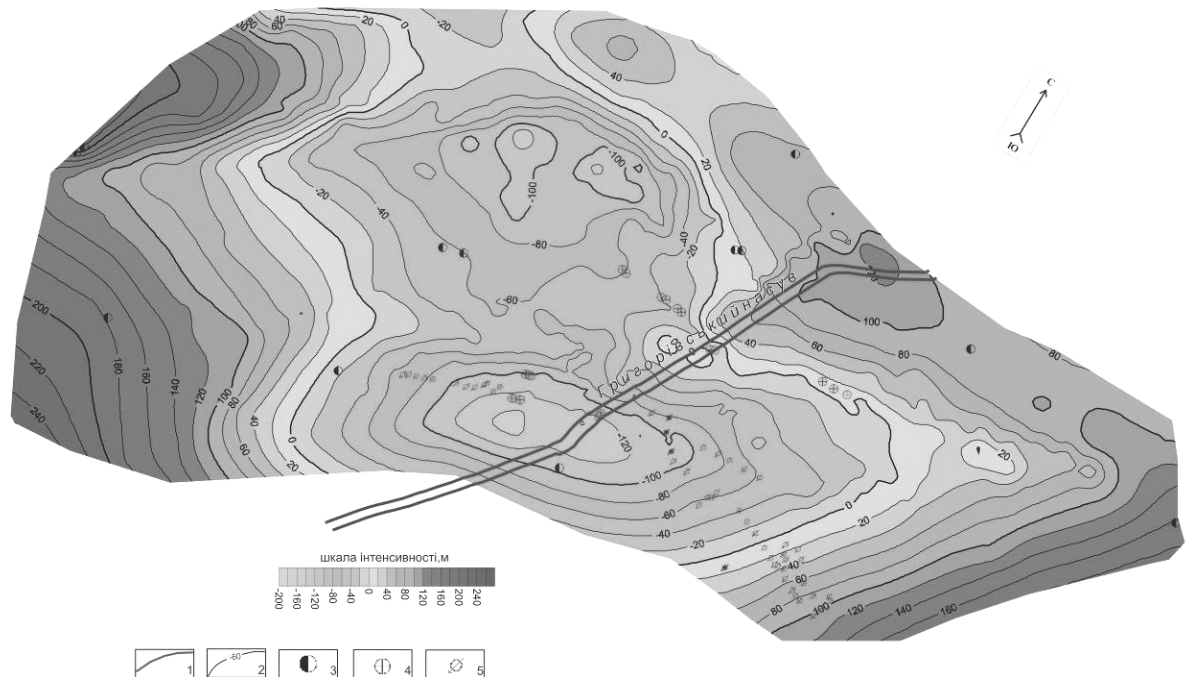
Рис. 4. Карта локальної складчастості по пласту m_3 поля шахти ім. О. Ф. Засядька

Вздовж північної межі (св. 3461-3447-3970) простежується північна частина досить великої синклінальної складки, її занурення досягає –24 м. Далі ця структура простежується на більшій частині шахтного поля. Її вісь паралельна Ветковському насуву. Найбільше занурення спостерігається в районі св. 3055 –34 м, далі, до св. 3018, в районі якої занурення поступово зменшується і в районі св. ДМ 1135 дорівнює – 16 м.

На схід від цієї синкліналі спостерігається підвищення до 12-20 м. На захід від неї відмічається антиклінальна складка з максимальним підвищенням в районі св. 891 до до 38 м. Її вісь (умовна лінія між св. ДМ 1904-891-ДМ1133 також паралельна Ветковському насуву. Далі на південь спостерігається ще одна антиклінальна складка, форма якої ускладнена впливом як Ветковського насуву, так і субширотними насувами на півдні шахтного поля. Далі на схід, до східної межі площі побудови складчастості спостерігається ще одна антиклінальна структура с підвищенням на східній межі до 20 м (св. 3408), та простяганням вісі паралельно гілці Григорівського насуву. Раптові викиди вугілля та газу, що винесені на карту складчастості сконцентровані переважно в лінійні зони та тяжіють до зон підвищених градієнтів складчастих структур.

Більша частина площі поля пласта m_3 шахти «Щегловська-Глибока» (рис. 5) займає синклінальна структура, яка також ускладнена двома заглибленнями, але їх конфігурація більш складна.

Необхідно відмітити, що Григорівський насув, який перетинає південну частину синкліналі не порушує її структуру. Синклінальну структуру обрамляють фрагменти антиклінальних складок, підвищення яких досягає більш ніж 200 м. На побудовану карту винесені точки проявлення раптових викидів вугілля та газу. Вони згруповані у дві зони. Одна зона (північна) простягається лінійно на ділянці підвищених градієнтів. Цю зону можна трасувати до зустрічі з зоною скупчень викидів на полі шахти ім. О. Ф. Засядька. У другій зоні викиди згруповані у найбільш заглибленій частині синклінальної структури, яку перетинає Григорівський насув.



1 - розривні порушення; 2 - ізолінії локальної складчатості; 3 - вентиляційний ствол; 4 - викиди вугілля; 5 - газопрояви

Рис. 5. Карта-схема локальної складчатості пласта m_3 поля шахти “Щегловська Глибока”

Висновки.

1. На першому етапі доцільно виконати з’ясування структурно-тектонічної позиції ділянок дослідження на побудованих регіональних картах вторинної складчатості та з’ясувати роль розривних структур в формуванні вторинної складчатості.

2. На побудованих картах вторинної складчатості на площі окремих шахтних полів можливо простежити наявність впливу крупних розривних порушень, наявність зональності в розподілі мало амплітудної порушеності та взаємозв’язку мало амплітудних порушень з складчастими структурами, наявність зональності в розподілі раптових викидів вугілля та газу та інших проявлень підвищеного газовиділення у гірничі виробки вугільних шахт.

3. При подальшому виконанні роботи доцільно виконати аналіз розподілу тріщинуватості і розвиток локальних мікроде-

формацій вугільного пласта (флексур та ін.), встановити зв'язок зі складчастими структурами та мало амплітудною порушеністю та проаналізувати розподіл руйнівності вугілля на різній відстані від розривних порушень та у різних частинах складчастих структур.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Забигайло В.Е., Кратенко Л.Я, Стівас Г.М., Пимоненко Л.И. О вертикальной зональности выбросов угля и газа на пластах свиты S^3_2 Донецко-Макеевского района Донбасса. В кн. Выбросы угля породы и газа. К. «Наукова думка», 1976, С. 65 – 73.
2. Йереског К.Г., Клован Д.И., Реймет Р.А. Геологический факторный анализ: Пер. с англ. – Л.: Недра, 1980. – 223 с.