

УДК 551.24.03:553.94(477.62)

Поля деформаций, как фактор прогноза подтоплений на территории горных отводов ликвидированных шахт г. Донецка

Черняева В. В.

Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина

Поступила в редакцию 29.06.10, принята к печати 01.10.10.

Аннотация

Статья посвящена прогнозу зон подтоплений на территории ликвидируемых угольных шахт с помощью тектонофизического анализа и сопоставлению полученных данных с данными, полученными в результате гидрогеологического мониторинга, проводимого на данной территории. В качестве полигона были выбраны ликвидированные в период с 1980 по 2000 годы шахты Пролетарского и Буденновского районов г. Донецка. В результате проведенных исследований были выделены области сжатия и растяжения массива, при этом установлено, что области фактических подтоплений приурочены к областям сжатия массива.

Ключевые слова: подтопление, прогноз, ликвидация шахт.

В середине 90-х годов прошлого столетия началась реструктуризация угольной промышленности, сущность которой заключалась в ликвидации почти 100 нерентабельных шахт Украины [1]. Вывод угольных шахт из эксплуатации осуществлялся на протяжении всей истории угледобывающих работ в Донецком бассейне. Однако прежде ликвидация угольных шахт не носила массовый характер. Как в данном случае отреагирует экосистема на массовое закрытие и затопление шахт? Ответить на данный вопрос было сложно как в начальный период реструктуризации угольной промышленности, так и в настоящее время.

Опыт, накопленный за последнее десятилетие, показал, что одной из важных проблем, связанных с реструктуризацией предприятий угольной промышленности, является прогноз зон подтопления в пределах их горных отводов. Методика прогнозов участков подтопления шахтных полей базируется на тщательном анализе гидрогеологической обстановки, сложившейся на конечный период работы шахты [1]. И только после этого принимается решение о выборе способа закрытия шахты и управления шахтными водопритоками. Далее в период и после ее ликвидации на территории угольного предприятия, чаще всего в границах жилых массивов проводится гидрогеологический мониторинг, по его результатам делаются выводы для решения возникших проблем.

Настоящая статья посвящена прогнозу зон подтоплений на территории ликвидируемых угольных шахт с помощью тектонофизического анализа. Ранее такие исследования не производились. Данная методика позволяет по новому подойти к решению проблемы.

Объектом исследований стали шахты, расположенные в Пролетарском и Буденновском районах г. Донецка. Это шахты шахтоуправлений им. газеты «Правда» и «Красная Звезда», а также шахта «Мушкетовская», «Заперевальные» №1 и №2, шахта им. 60-летия Советской Украины.

Рассматриваемая территория расположена на водоразделе рек Грузская и Кальмиус. Ландшафт представляет собой степное, слабо расчлененное пространство. Гидрографическая сеть развита слабо и представлена в основном верховьями балок, среди которых можно выделить Обеточную и Богодуховскую. Повышение рельефа наблюдается с юго-запада на северо-восток. Минимальная отметка – +120 м, максимальная – +235 м.

В геологическом строении района принимают участие породы среднего карбона свит C_2^2 , C_2^3 и C_2^4 , почти повсеместно перекрытые четвертичными и местами палеоген- неогеновыми образованиями.

Четвертичные отложения представлены лессовидными желто-бурыми суглинками, бурыми и красно-бурыми глинами мощностью от 0,5 до 38 м. Палеоген-неогеновые отложения, встречающиеся в единичных случаях, имеют мощность 3–25 м и представлены глинами и разнотельными песками. Пески местами обводнены и имеют характер пльвунов.

Продуктивные отложения свит C_2^2 и C_2^3 содержат в себе 21 угольный пласт, из которых рабочую мощность имеют 9: h_{10} , h_8 , h_7 , h_6 , h_4 , h_3 , h_2^1 , h_2 и g_2 .

Исследуемый участок в геолого-структурном отношении расположен в юго-восточной части Кальмиус-Торецкой котловины, которая представляет собой обширную синклиналиную складку, открытую к западу и замыкающуюся на юго-восток. Ось синклинали простирается с юго-востока на северо-запад на протяжении 150 км. Максимальная ширина котловины 75 км.

Вся описываемая площадь разбита крупными дизъюнктивами на отдельные тектонические блоки (рис. 1). Наиболее значительными разрывными нарушениями являются Мушкетовский, Первомайский, Итальянский и Восточный надвиги.

Мушкетовский надвиг – крупнейший региональный разрыв субширотного простирания. Он прослежен на протяжении 50 км с постоянным затуханием амплитуды в северо-западном направлении. Амплитуда нарушения снижается от 300 м на востоке до 90 м в центральной части и затухает в западном направлении. Приподнятым является его северо-восточное крыло. Согласно имеющимся данным, Мушкетовский надвиг смещается более молодым Первомайским надвигом.

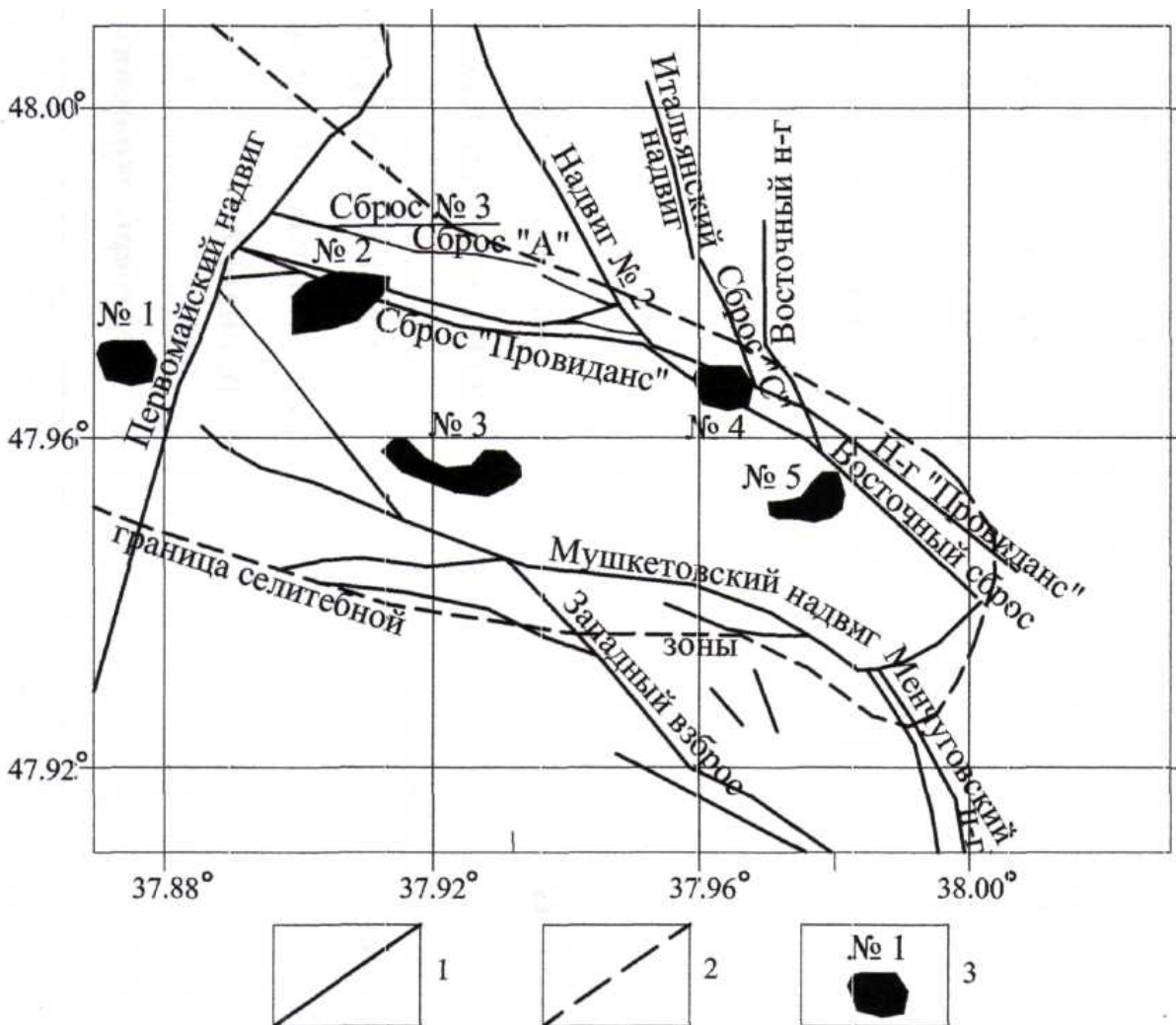


Рис. 1. Тектоническая карта Пролетарского и Буденовского районов г. Донецка
1 – разрывные нарушения, 2 – граница селитебной зоны; 3 – участки фактических подтоплений

Первомайський надвиг має субмеридіональне простирання. Максимальна амплітуда смещень по порушенню досягає 460 м. В южному і северо-східному напрямку амплітуда надвига зменшується. Кут падіння смещителя змінюється від 15-35° до 80°. Площина смещителя падає на схід. Зона дроблення порід досягає 150 м.

Італійський надвиг має переважно субмеридіональне простирання. Поверхність смещителя нахилена під кутом 40°. Амплітуда смещення змінюється від 15 до 90 м, а потужність зони порушених порід – в діапазоні 12–55 м.

Східний надвиг змінює своє простирання від субмеридіонального на півночі до юго-східного на півдні. Падіння смещителя на захід і юго-захід під кутом 45–60°. Амплітуда порушення в центрі становить близько 30 м і поступово зменшується до півночі, надвиг затухає. На юго-сході порушення примикає до надвигу Провиданс з амплітудою 40–42 м.

Гідрогеологічна обстановка в даному районі досить складна. Внаслідок широко розвинутого фронту гірських робіт шахт району по пластах h_{10} , h_8 , h_7 , h_6 , h_4 , h_3 , h_2^I , h_2 і g_2 більшість водонесених горизонтів сдренировано.

Гірні видобутки шахт ш/у ім. газети «Правда» і ш/у «Красная Звезда», ім. 60-ліття Радянської України, «Глибока» з'єднані між собою гірськими видобутками і скважинами. Всі шахти об'єднані в єдину гідролінійну систему і представляють собою загальний водний басейн.

Шахти «Запериальна» №1 і №2, «Мушкетерська» об'єднані в окрему гідролінійну систему, не пов'язану з шахтами шахтоуправління імені газети «Правда» і «Красная Звезда».

В зв'язку зі будівництвом лінії метрополітену в м. Донецьку передбачено часткове затоплення вищеказаних шахт до позначки +30.

Для вивчення динаміки затоплення шахт і характеру його впливу на оточуюче середовище періодично, починаючи з 2000 р., ПО «Укруглегеологія» і ГРГП «Донецькгеологія», проводять роботи, включаючи: створення режимної мережі гідронаблюдальних скважин, вимірювання рівнів води в них і дослідження поверхні селітебної зони з виділенням утворених зон підтоплень.

Дослідження поверхні ліквідованих шахт дозволило встановити на розглядаєму території 5 великих ділянок підтоплення (рис. 1). По результатах виконаних робіт, гідрогеологи прийшли до єдиного висновку, що часткове затоплення шахти впливає на утворення ділянок підтоплення на поверхні. Визначальним значенням в цьому грає те, що четвертичні відкладення в розглядаєму районі зазвичай підстилаються глинистими породами каменновугільного віку, які при підготовці шахтами проявляють здатність до плавного прогибання. Через це в зоні сдвигу відбувається просідання окремих ділянок земної поверхні, при цьому рівень ґрунтових вод наближається до неї.

Немаловажну роль в утворенні ділянок підтоплень грає будівництво доріг, будівель і споруд, які перешкоджають нормальному стоку атмосферних опадів і циркуляції ґрунтових вод.

Наявність ділянки підтоплення на території приватного сектору забудови при наявності центрального водопостачання можна пояснити відсутністю водовідвідних систем, які забезпечують додаткове живлення ґрунтових вод.

Необхідно звернути увагу на те, що при виконанні вищеописаних робіт не було приділено уваги стану гірського масиву. Справа в тому, що, не знаючи дійсного стану гірського масиву в області конкретного шахтного поля, ми не можемо говорити про те, як в майбутньому після ліквідації і затоплення гірських видобуток буде поводити себе цей масив. Знаючи структурні елементи масиву гірських порід, ми можемо визначити тектонофізичні умови його формування.

Головною задачею тектонофізичного аналізу є реконструкція цих тектонічних полів великих деформацій, які визначають стан масиву. В результаті такої реконструкції можна не тільки оцінити і прогнозувати гірно-геологічні умови проведення підземних розвідочних або експлуатаційних видобуток, але і дати прогноз по виділенню ділянок можливих підтоплень на поверхні після ліквідації гірського підприємства [2, 3, 4].

Реконструкция поля хрупких деформаций проводится по элементам залегания трещин, борозд и штрихов на зеркалах скольжения трещин и тектонических нарушений. Вручную обработать такой массив полевых данных очень сложно. Поэтому автор кинематического метода О. И. Гущенко с А. О. Мострюковым для решения данной задачи разработали специальную компьютерную программу «GEOS» [4]. Программа позволяет проводить реконструкции поля хрупких деформаций по совокупности трещин и зеркал скольжений. Реконструкция поля деформаций включает в себя: нахождение положения в пространстве трех осей эллипсоида деформации – ε_1 , ε_2 , ε_3 ; графическое изображение этих осей на стереограмме; расчет элементов залегания осей деформаций; расчет показателя Лодэ-Надаи (μ_e). Показатель Лодэ-Надаи отражает условия, в которых происходило деформирование массива горных пород в целом. Измеряется он от +1 (одноосное сжатие массива) до –1 (одноосное растяжение массива).

При частичном затоплении угольной шахты наибольший интерес для прогноза подтопления подработанных территорий будут представлять области с одноосным сжатием, так породы в этих зонах плотно спрессованы и препятствуют дренированию грунтовых вод в выработанное пространство ликвидированных шахт.

С целью проверки выдвинутых предположений и была выполнена реконструкция полей хрупких деформаций на территории ликвидированных шахт Пролетарского и Буденновского района г. Донецка. Для этого использовались замеры зеркал скольжений с определением направления смещений, выполненные сотрудниками кафедры «Полезные ископаемые и экологическая геология» ДонНТУ и автором в период с 1980 по 2000 гг. в горных выработках вышеуказанных шахт. Ранее данные замеры использовались для прогноза горнотехнических условий эксплуатации.

Обработка данных сводилась к следующему. Исходные данные были объединены в группы (74 группы) по 20–30 и более разрывов в соответствии с размещением в однородных структурных блоках для реконструкции в них параметров поля. Компьютерная программа сформировала равномерную сеть узлов при неравномерной исходной сети наблюдений. Для этого был выбран шаг сети $0,002^\circ$ и радиус охвата $0,001^\circ$. В дальнейшем исходные данные относились к узлу созданной сетки и сглаживались.

По таким сглаженным данным были рассчитаны значения параметров поля суммарных хрупких деформаций в каждом узле сетки, при этом были получены данные по зеркалам скольжения и общей трещиноватости. Были определены ориентировки осей главных нормальных деформаций (ε_1 , ε_2 , ε_3), их соотношения (коэффициент Лодэ-Надаи).

После получения результатов с помощью программы Excel были составлены выборки по значениям коэффициента Лодэ-Надаи. Далее была построена карта распределения этого показателя в пространстве с помощью программ Surfer (рис. 2).

Анализируя данную карту можно выделить 3 области с преобладанием растягивающих усилий (отрицательными значениями коэффициента Лодэ-Надаи). Наиболее крупная область с преобладанием растягивающих усилий прослеживается в юго-восточной части рассматриваемой территории. Значения коэффициента μ_e изменяется в пределах от –0,30 до –0,80 (рис. 2).

Вторая область с такими же значениями μ_e , но меньшая по площади прослеживается северо-восточной части данного участка. Третья область со значениями μ_e от 0 до –0,4 расположена на северо-западе (рис. 2).

При сопоставлении полученных данных с данными мониторинга было установлено, что все 5 участков подтоплений расположены в зоне одноосного сжатия массива, т.е. в области, где породы сильно уплотнены (рис. 3).

Выдвинутые предположения подтвердились.

Следовательно, на образование участков подтоплений на территории ликвидированных шахт Пролетарского и Буденновского районов г. Донецка влияет не только наличие глинистых пород каменноугольного возраста, строительство дорог, зданий и сооружений, отсутствие водоотводящих систем на территории частного сектора застройки, но и состояние горного массива.

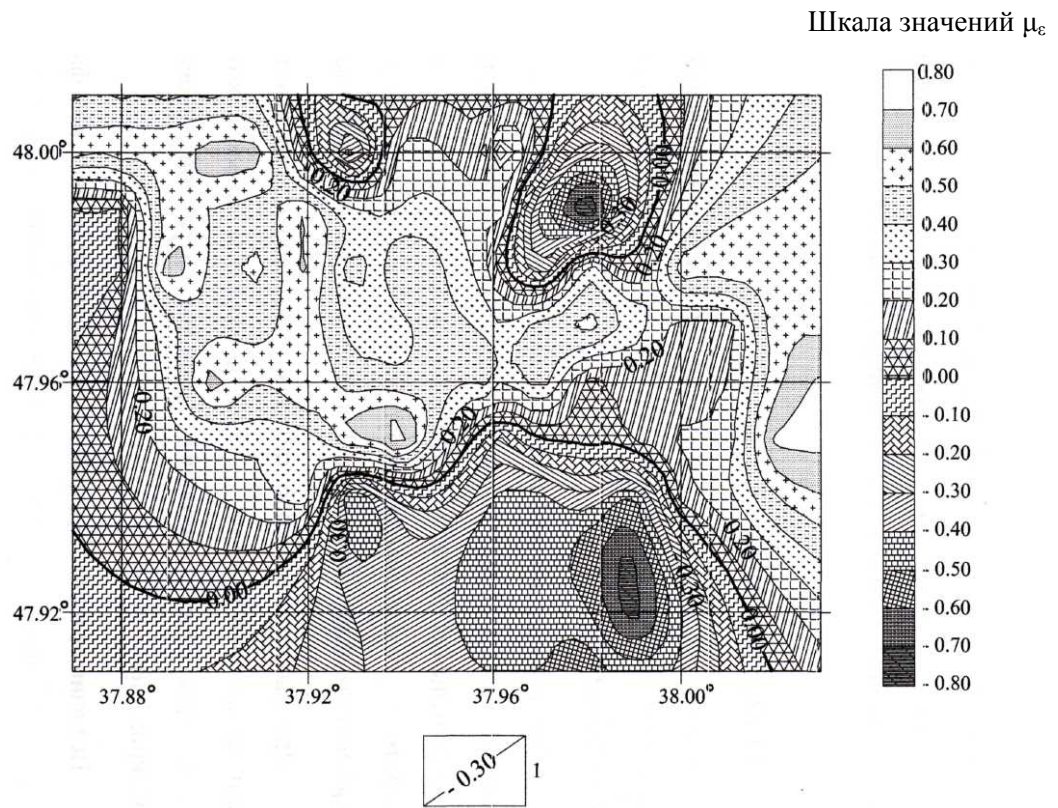


Рис. 2. Карта распределения значений коэффициента Лодэ-Надаи
1 – изолинии значений коэффициента μ_e

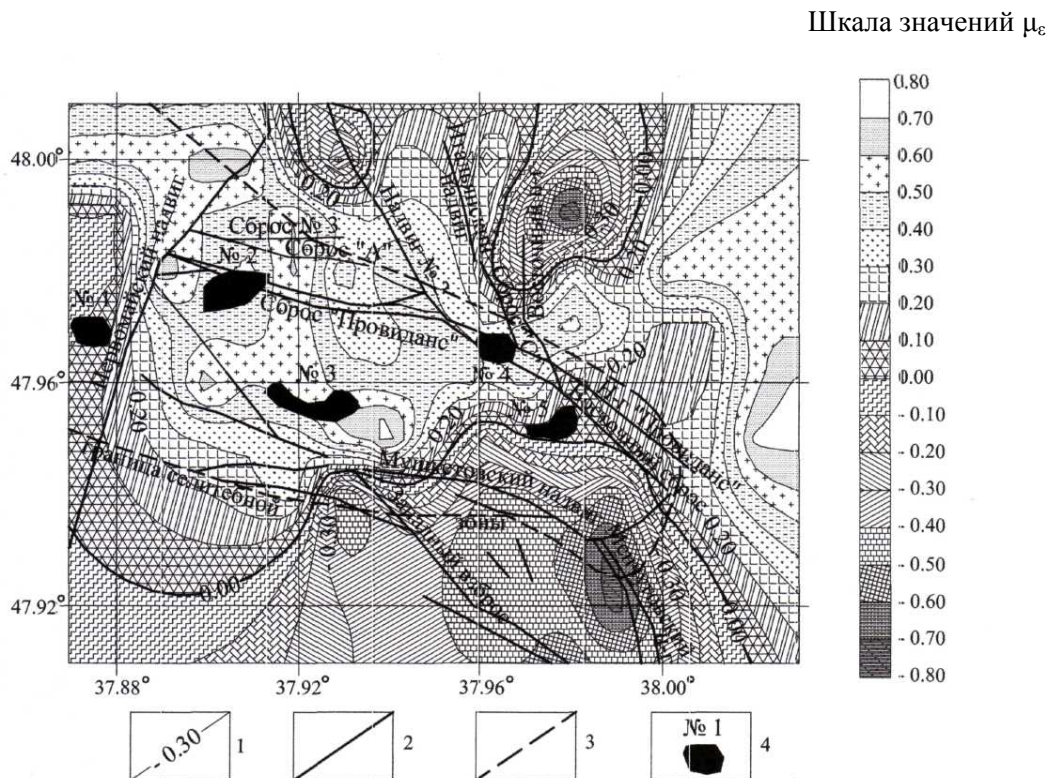


Рис. 3. Совмещенная карта распределения значений коэффициента Лодэ-Надаи, тектонических нарушений, границы селитебной зоны и фактических зон подтоплений
1 – изолинии значений коэффициента μ_e , 2 – разрывные нарушения, 3 – граница селитебной зоны; 4 – участки фактических подтоплений

Поэтому поля деформаций можно рассматривать, как фактор прогноза подтоплений на территории горных отводов ликвидированных шахт Пролетарского и Буденновского районов г. Донецка.

Библиографический список

1. Гавриленко, Ю. Н. Техногенные последствия закрытия угольных шахт Украины / Ю. Н. Гавриленко, В. Н. Ермаков, Ю. Ф. Кренида и др.; под редакцией Ю. Н. Гавриленко, В. Н. Ермакова. – Донецк: Норд-Пресс, 2004. – 631 с.
2. Гущенко, О.И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений / О.И. Гущенко // Поля напряжений и деформаций в литосфере / Наука – М., 1979. – С. 7–25.
3. Корчемагин, В.А. К методике выделения и реконструкции наложенных тектонических полей напряжений / В.А. Корчемагин, В.С. Емец // ДАН СССР – 1982. – Т. 263, № 1. – С. 163–168.
4. Гущенко, О. И. Тектонический стресс-мониторинг Причерноморского региона / О. И. Гущенко, Н. Ю. Гущенко, А. О. Мострюков и др. // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Сер. гірничо-геологічна / Донец. нац. техн. ун-т. – 2001. – Вип. 32. – С. 104–117.

© Черняева В. В., 2011.

Анотація

Стаття присвячена прогнозу зон підтоплень на території ліквідованих вугільних шахт за допомогою тектонофізичного аналізу та зіставленню отриманих даних з даними, отриманими в результаті гідрогеологічного моніторингу, що проводиться на даній території. Як полігон були обрані ліквідовані в період з 1980 по 2000 роки шахти Пролетарського та Будьоннівського районів м. Донецька. У результаті проведених досліджень були виділені області стиснення і розтягування масиву, при цьому встановлено, що області фактичних підтоплень приурочені до областей стиснення масиву.

Abstract

The article is devoted to forecast underflooding zones at the liquidated coal mines by the use of tectonic analysis and comparison of the obtained data with the hydrogeological monitoring's data, conducted at the area. The mines of Proletarian and Budennovsky regions of Donetsk, liquidated in the period from 1980 to 2000 were chosen as a test site. As a result zones of compression and stretching of the massif were allocated and established that the real underflooding zones confined to compression massif.