

УДК 551.243.1:622.22

М.С. Заборин (канд. геол. наук)

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Геодинамический фактор формирования геолого-экологической обстановки при ликвидации шахт

Статья посвящена исследованию влияния геодинамических зон (ГДЗ) на формирование геолого-экологической обстановки при ликвидации шахт. С помощью дешифрирования космических снимков, а также комплекса полевых геологических и геофизических методов установлено геологическое строение в пределах полей ликвидированных шахт Брянковской группы и выполнена оценка водопроницаемости и степени активности выделенных ГДЗ. Достоверно установлена ведущая роль геодинамического строения в развитии негативных геолого-экологических процессов в пределах Брянковской группы шахт.

Ключевые слова: космические снимки, геодинамические зоны, водопроницаемость массива, прогнозирование геолого-экологической обстановки.

В настоящее время широкое развитие получили исследования по оценке геодинамического строения горного массива с целью решения широкого спектра прикладных задач – строительство, безопасная эксплуатация продуктопроводов, гидротехнических сооружений и др. Вместе с тем, при решении такой актуальной проблемы угледобывающих регионов Украины, как достоверное прогнозирование негативных геолого-экологических явлений и процессов, обусловленных ликвидацией шахт, подобные исследования не получили широкого распространения. В то же время, применяемые подходы не позволяют эффективно решить данную проблему. Вследствие этого в пределах полей ликвидированных шахт сложилась напряженная геолого-экологическая обстановка, к которым также относится и территория Брянковской группы шахт, расположенная в пределах Стахановской горно-городской агломерации (Луганская область).

Оценке роли геодинамического строения в формировании негативных геолого-экологических явлений посвящена данная работа.

По геологическому районированию Донбасса Брянковская группа шахт расположена в Алмазно-Марьевском угленосном районе. В геологическом строении района принимают участие отложения каменноугольного возраста свит $C_2^2-C_2^7$, которые перекрыты маломощными (до 10 м) четвертичными суглинками и глинами. В геологическом разрезе каменноугольной толщи преобладают песчано-глинистые породы с подчиненным значением пластов известняков и углей. Угли относятся к маркам Ж и К.

Район характеризуется складчатым залеганием толщи. Простираение осей крупнейших складок субширотное. Углы падения пород до $20-25^\circ$ на южных и до 50° на северных крыльях складок. Участок исследований расположен в пределах Павловской синклинали, а также Брянской антиклинали и Брянской синклинали. Крупнейшие разрывные нарушения надвигового типа (I, IV, V Брянский, Ильичевский надвиги и др.) имеют субширотное и северо-западное ($290-300^\circ$) простираение. Сбросы развиты незначительно и имеют субмеридиональную ориентировку.

Подземные воды на исследуемой площади приурочены к суглинкам четвертичного и песчаникам, известнякам каменноугольного возрастов. Для подземных вод каменноугольных отложений характерна вертикальная зональность химического состава. Минерализация увеличивается с $1,0-1,5$ г/дм³ в интервале глубин 50-70 м до $5-7$ г/дм³ на глубинах более 500-600 м. При этом тип воды по химическому составу меняется с сульфатно-гидрокарбонатного, гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-магниевого до сульфатно-хлоридного с преобладанием ионов натрия.

По данным геодинамического картирования, выполненного с использованием дистанционных и геофизических методов, выделены структуры северо-восточного (СВ) $20-30^\circ$,

40-45°, 60-65°, 70-75°, северо-западного (СЗ) простирания 290-300°, 310-320°, 330-340°, 340-350°, а также субширотной (СШ) и субмеридиональной (СМ) ориентировки [1-4].

Исследуемые разрывные нарушения, сформировавшиеся в герцинскую и киммерийскую тектонические эпохи, в той или иной степени испытали действие тектонических сил, которые имели место в Донбассе в альпийский цикл орогенеза. Поэтому их водопроницаемость и степень активности оценивалась исходя из положения главных осей тектонических деформаций и напряжений альпийского цикла [5]. Исходя из положения осей главных тектонических деформаций и напряжений, к наиболее активным отнесены разломы субширотной (СШ), субмеридиональной (СМ), а также диагональной (СВ 40-45°) ориентировок. Наиболее водопроницаемыми являются СЗ 340-350° и меридиональные структуры, испытавшие максимальные растягивающие усилия, а также структуры, сопряженные с крупными разломами и являющиеся отрывами [5]. Меньшей проницаемостью характеризуются разломы СВ 45° ориентировки, сформировавшиеся в сдвиговом тектоническом поле, а также разломы с простиранием 10-45°. К практически непроницаемым отнесены СШ, СЗ 280-290° структуры, испытавшие воздействие наибольших сжимающих усилий [5]. Полученные результаты были подтверждены полевыми геофизическими и геологическими исследованиями [3, 4].

Геолого-экологическая обстановка в пределах ликвидированных шахт определяется динамикой затопления горных выработок, а также восстановлением УПВ водоносного горизонта коры выветривания (ВГКВ) и четвертичных отложений. При оценке влияния зонально-блочного строения на режим подземных вод использовались данные замеров по гидронаблюдательным скважинам, гидрогеологических съемок, проведенных ПО «Укруглегеология», а также результаты дешифрирования космических снимков, выполненного автором.

Уровень затопления горных выработок Брянковской группы шахт контролируется скважинами Б-20гн, Б-21гн, Б-37гн, Б-43гн, Б-17гн (рис. 1).

Динамика затопления горных выработок определяется их положением относительно разлома Лозовая-верхняя. Площадь выработок по пласту l_2^1 , которые расположены максимально близко от разлома, либо частично его пересекли, составляет 227,5 тыс. м², по пласту l_3 – 55 тыс. м². Затопление выработок по пласту l_2^1 происходило более динамично, и на одинаковый временной период УПВ находился на 10-20 метра выше уровня поверхности в выработках по пласту l_3 . Кроме того, динамика УПВ в горных выработках по пласту l_3 в зоне влияния разлома Лозовая-верхняя (скв. Б-43гн) и вне его (скв. Б-37гн, Б-20гн, Б-21гн) существенно отличается. По скважине Б-43гн в период восстановления УПВ на пять-десять м опережал УПВ по скважинам Б-37гн, Б-20гн, Б-21гн. После полного затопления УПВ в скважине Б-43гн находится на 1-1,5 метра выше, и не претерпевает в течение года значительных изменений.

Гидрогеологические процессы, происходящие в водоносном горизонте коры выветривания, оцениваются по скважинам Б-25гн, Б-26гн, Б-27гн, Б-28гн, Б-30гн, Б-31гн (рис. 1). Скважины находятся в пойме р. Лозовая, либо в пределах первой надпойменной террасы, их глубина составляет 40-60 метров.

В зонально-блочном отношении скважины Б-25гн, Б-26гн, Б-27гн расположены в пределах проницаемых участков разлома Лозовая-верхняя, скважины Б-28гн и Б-30гн в пределах нарушенной зоны V Брянского надвига и надвига а-б соответственно. Скважина Б-31гн – в зоне влияния разлома Лозовая-средняя (правый сдвиг). Полученные по скважинам Б-25гн-Б-27гн значения коэффициентов фильтрации массива составляют соответственно 0,82 м/сут, 0,59 м/сут, 0,99 м/сут, при среднем для исследуемой территории – 0,3 м/сут. Очевидно, что при достаточно однородном литологическом составе пород в местах заложения скважин, такие значения показателя могут объясняться только степенью их трещиноватости. В скважинах, расположенных в пределах проницаемых участков, УПВ находится на два-три метра выше, чем в скважинах, пробуренных в пределах непроницаемых участков. Кроме того, УПВ на проницаемых участках характеризуется большими амплитудами колебаний, а также превышением уровня относительно уреза реки.

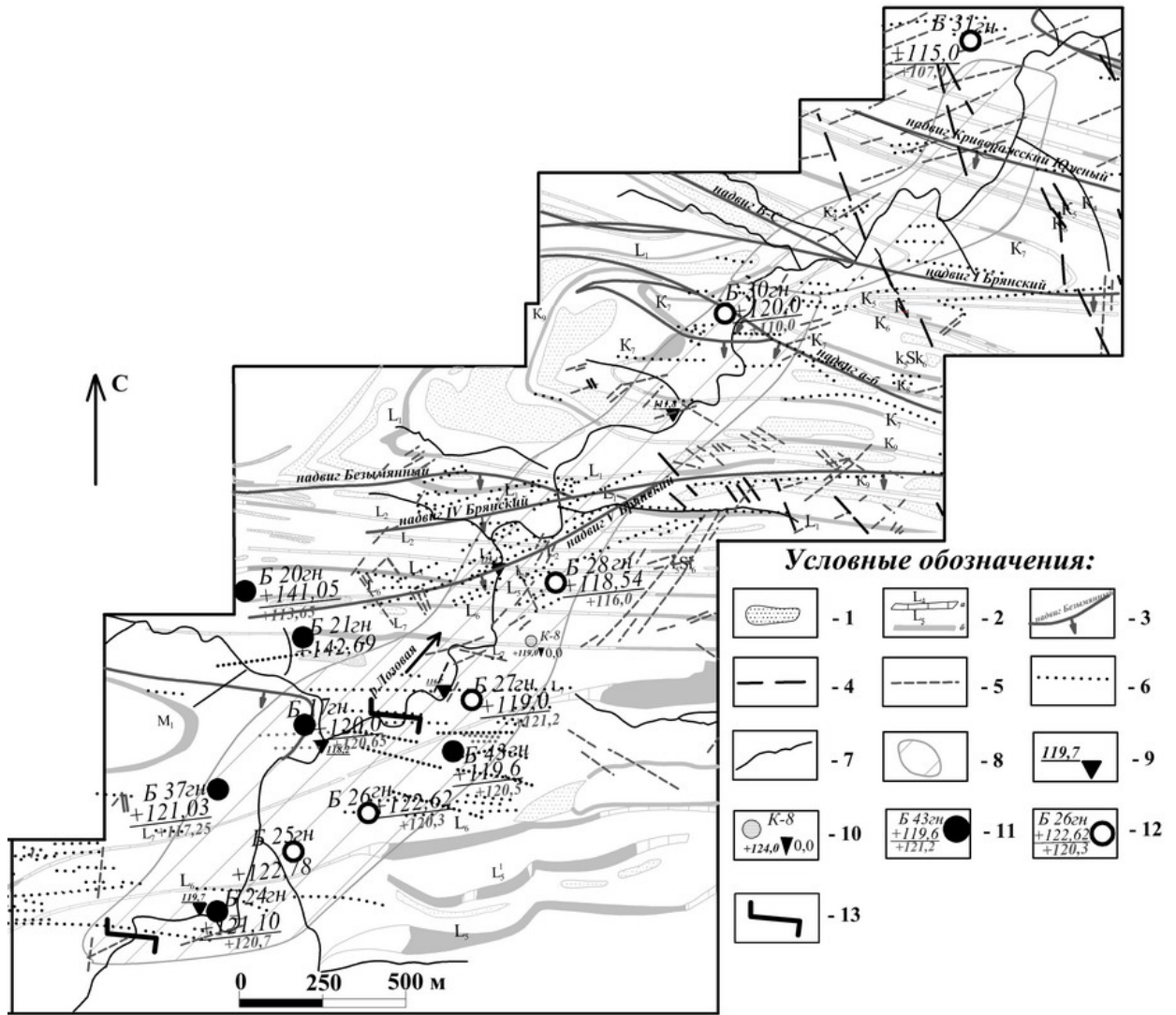


Рис. 1. Зонально-блочное строение участка исследований и расположение пунктов гидрогеологических наблюдений:

1 – песчаники; 2 – известняки: а – построенный, б – выход; 3 – разрывные нарушения; 4 – проницаемые разломы; 5 – полупроницаемые разломы; 6 – малопроницаемые разломы; 7 – гидрографическая сеть; 8 – прогнозная зона подтопления; 9 – абс. отм. уреза реки; 10 – колодцы, абс. отм. устья, глубина УПВ; 11 – скважины на горные выработки, абс. отм. устья, глубина УПВ; 12 – скважины на кору выветривания, абс. отм. устья, глубина УПВ; 13 – гидрометрические створы.

На различную проницаемость ГДЗ также указывают гидрогеохимические аномалии. Так, по скважинам, расположенным в пределах проницаемых (Б-26гн и Б-27гн) и «полупроницаемых» (Б-31гн) участков тип подземных вод, а также минерализация характерны для более глубоких водоносных горизонтов. Вместе с тем, по скважинам Б-28гн, Б-30гн, расположенным в малопроницаемых зонах химический состав и минерализация в целом соответствуют региональным закономерностям.

Зонально-блочное строение также в значительной степени определяет динамику грунтового водоносного горизонта, который расположен в аллювиальных отложениях р.Лозовая. Часть участков с многолетним подтоплением (свыше 25 лет и с 1993 г.) приурочена к трещиноватой зоне разлома Лозовая-верхняя, не осложненной малопроницаемыми разрывами высокого порядка, и обусловлена подтоком подземных вод из нижележащих горизонтов. На это указывает динамика УПВ по скважине Б-27гн, расположенной в пределах указанных участков, а также изменение химического состава воды в колодце №8, находящемся там же (рис. 2). По результатам опробования в 1998, 2002 и 2003 г.г. минерализация составляет соответственно 2,3, 2,7 и 2,8 г/дм³, тип подземных вод – сульфатно-хлоридный (хлоридно-сульфатный) кальциево-

магнийевый, что соответствует глубинам 70-200 м. Участки с развитием процессов подтопления с 1993 г., января 1997 г. приурочены к зоне дробления V Брянского надвига. При этом динамика УГВ носит сезонный характер и не зависит от положения УПВ в ВГКВ (скв. Б-28гн).

В целом развитие процессов подтопления и заболачивания на 77% территории прогнозируемого подтопления контролируется геодинамическим строением массива, на 23% – техногенной нарушенностью [6].

Локализация участков подтопления и заболачивания, выделенных по данным дешифрирования космических снимков за пределами зоны прогнозного подтопления также подчиняется закономерностям зонально-блочного строения горного массива (рис. 2).

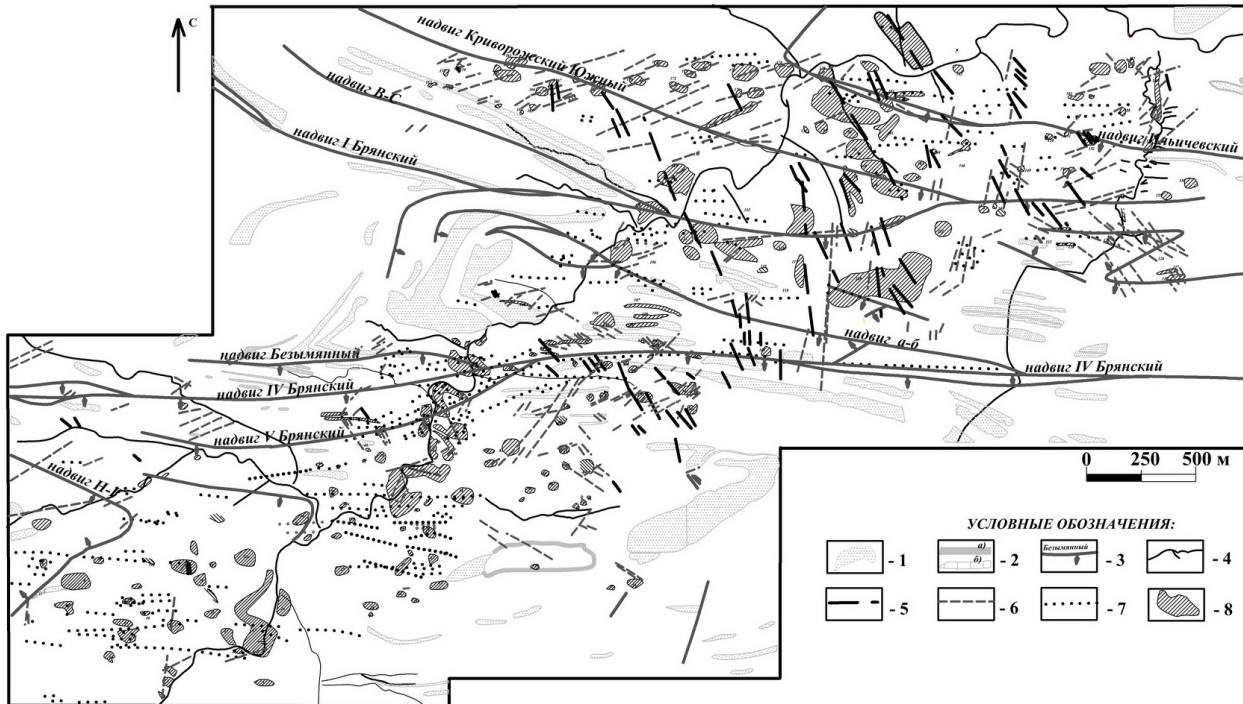


Рис. 2. Локализация зон подтопления по данным дистанционных методов:

1 – песчаник, 2 – известняк: а – выход, б – построенный; 3 – разрывные нарушения; 4 – гидрографическая сеть; 5 – проницаемые разломы; 6 – полупроницаемые разломы; 7 – малопроницаемые разломы; 8 – зоны подтопления по данным дистанционных методов.

Из 178 выделенных участков общей площадью 55,5 га, наибольшее их количество приурочено к местам распространения проницаемых и полупроницаемых разломов, а также их пересечения с водоносными горизонтами [6]. Разломы СШ, СЗ 290-310° не оказывают практически никакого влияния на развитие процессов подтопления и заболачивания. В площадной структуре 78% участков подтопления и заболачивания связаны с влиянием геодинамических зон, 16% – с выходами водоносных горизонтов, 6% – с техногенной нарушенностью. В количественном отношении локализация 75% участков подтопления и заболачивания связана с влиянием ГДЗ.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что развитие процессов подтопления и заболачивания, обусловленных ликвидацией шахт, для углепромышленных районов Донбасса, характеризующихся складчатым залеганием пород, в значительной степени контролируется геодинамическим строением горного массива. Рассмотренный подход позволяет повысить достоверность прогнозирования динамики геолого-экологической обстановки, а также повысить эффективность реализации защитных мероприятий.

Библиографический список

1. Заборин М.С. Геодинамическое картирование в пределах поля закрытой шахты «Брянковская» (Луганская область) / М.С. Заборин, Б.И. Воевода, А.Н. Хромов // «Наукова парадигма географічної освіти України в

- XXI столітті»: сб. научных статей 3-й межвузовской научно-практической конференции. – Донецк: ДИСО. – 2007. – С. 25 – 33.
2. Заборин М.С. Геодинамическое строение поля закрытой шахты «Брянковская» по данным аэрокосмического метода: (итоги 15 Международной конференции «Ломоносов-2008») / М.С. Заборин // [электронный ресурс] – Режим доступа к журн. : http://lomonosov-msu.ru/2008/06/06_6.pdf.
 3. Заборин М.С. Геофизическая идентификация водопроницаемости геодинамических зон на шахтном поле / М.С. Заборин, Л.А. Иванов, А.В. Савченко [и др.] // Науковий вісник НГУ. – 2009. – №2. – С. 65-71.
 4. Заборин М.С. Особенности геодинамического строения угленосной толщи в связи с ликвидацией шахт / М.С. Заборин, А.Н. Хромов // Труды Пятой Сибирской международной конференции молодых ученых по наукам о Земле. – Новосибирск: http://sibconf.igm.nsc.ru/sbornik_2010/05_regional/469.pdf.
 5. Проницаемость геодинамических зон в пределах поля шахты «Брянковская» / М.С. Заборин, В.А. Корчемагин, И.К. Решетов [и др.] // Вісник ХНУ ім.В.Н.Каразіна, серія «Геологія, географія, екологія». – 2009. – №864 – С. 39-46.
 6. Заборин М.С. Особенности геодинамического строения поля ликвидированной шахты «Брянковская» и формирование эколого-гидрогеологической обстановки / М.С. Заборин, А.Н. Хромов // «Молодежь в науке»: сб. трудов Международной конференции. – 2010. – Ч.1 – С. 119-123.

© Заборин М.С., 2011

Стаття надійшла до редакції 21.07.2011.

М.С. ЗАБОРИН

Донецький національний технічний університет, м.Донецьк, Україна

ГЕОДИНАМІЧНИЙ ФАКТОР ФОРМУВАННЯ ГЕОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ШАХТ

Стаття присвячена дослідженню впливу геодинамічних зон (ГДЗ) на формування геолого-екологічних умов при ліквідації шахт. За допомогою дешифрування космічних знімків, а також комплексу польових геологічних та геофізичних методів встановлена геодинамічна будова в межах полів ліквідованих шахт Брянківської групи та зроблена оцінка водопроникності та ступеню активності ГДЗ. Достовірно встановлена провідна роль геодинамічної будови у розвитку негативних геолого-екологічних процесів у межах Брянківської групи шахт.

Ключові слова: космічні знімки, геодинамічні зони, водопроникність масиву, прогнозування геолого-екологічної обстановки.

M.S. ZABORIN

Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine

GEODYNAMICAL FACTOR IN THE FORMATION OF GEOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL CONDITIONS DURING MINE ABANDON

Scientific paper is devoted to studying of a geodynamic structure features of coal-bearing series and grounding of the geodynamic zones (GDZ) role in forming the geology-ecological conditions in limits of the abandoned mines fields. With the help of interpretation of space photographs as well as with the help of the field geological and geophysical methods complex the geodynamic structure in limits of abandoned mines fields of Bryankovskaya group (Lugansk area) has been determined and water permeability and activity degree of the marked GDZ has been made. The leading role of geodynamic structure in forming negative geology-ecological processes among Brjankovskaya group mines is reliably established.

Keywords: space photographs, geodynamic zones, water permeability of mass, prediction of geological-ecological situation.