

УДК 622.831.24

## ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ШАХТ

**Васютина В. В. Питаленко Е. И.**  
(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

*Наведено дані про розвиток деформаційних процесів в умовах розробки вугільних родовищ з різною мірою метаморфізму гірських порід для урахування цього фактора при прогнозі активізації геомеханічних процесів у підробленому масиві при затопленні вугільних шахт.*

*Development of different metamorphic grade-coal deposits is accompanied by deformations considered in order to account this factor in predicting the growing activity of geomechanical processes in the undermined rock mass for coal mines subjected to water hazard.*

Закрытие отработавших запасы угля или нерентабельных горнодобывающих предприятий в современных экономических условиях выявило целый ряд неисследованных факторов и закономерностей, которые могут повлиять на развитие деформационных процессов при затоплении выработанного пространства и последующего увлажнения окружающего его горного массива. Как показывает опыт после закрытия шахт, не все процессы, происходящие в угольном массиве, при его увлажнении были спрогнозированы.

Чтобы предварительно спрогнозировать ситуацию, которая может сложиться после затопления, необходимо рассмотреть некоторые особенности протекания геомеханических процессов в горном массиве после его отработки, с учетом факторов, которые могут повлиять на изменение физико-механических свойств углевмещающих пород при «мокрой» консервации [1, 2].

Так как одной из причин активизации геомеханических процессов в массиве горных пород является изменение параметров их физико-механических свойств, вследствие их намочения, то прежде чем рассматривать механизм деформационных процессов необходимо учитывать такие горно-геологические условия как глубина залегания пород, степень метаморфизма, литологический состав и влажность.

Рассмотрим, как влияет метаморфизм горных пород на особенности протекания в нем деформационных процессов.

Как известно, метаморфизму подвержены не только угли, но и слагающие угленосную толщу породы. С повышением степени метаморфизма породы становятся более прочными, в меньшей степени проявляется влияние на процесс деформации и сдвигения боковых пород наличие контакта между мощными слоями песчаников и глинистых сланцев.

Если рассматривать геологию Донбасского угольного бассейна, то на его территории разрабатываются угли различной степени метаморфизма: на завороте антиклинали (ГП «Дзержинскуголь») отрабатываются пласты в основном марок К и Ж, а по мере удаления на восток, в сторону антрацитовых районов, степень метаморфизма угля повышается, о чем свидетельствуют пласты марок ОС и Т, отрабатываемые на шахтах ГП «Орджоникидзеуголь».

При исследованиях анализируя горно-геологические условия необходимо учитывать то, что слои породы могут изменяться по мощности, протяженности, структуре, текстуре, типу и составу цемента, количеству карбонатного и углистого вещества, т. е. метаморфическим свойствам и петрографическим особенностям. Изменчивость, обусловленную влиянием случайно и закономерно изменяющихся факторов, можно оценить коэффициентом вариации. Коэффициент вариации прочностных характеристик песчаников не превышает 30 %, аргиллитов и алевролитов несколько выше 30–40 % и более. Из определяемых физико-механических показателей наибольшей изменчивостью обладает пористость 30–60 % [3, 4]. В большей степени здесь сказывается влияние петрографических особенностей, таких как структура, текстура и особенно наличие примеси углистого вещества.

На изменения параметров физико-механических свойств горных пород, при увлажнении оказывает влияние не только плотность углей ( $\rho$ ), характеризующая пористость, но и плотность минеральной части ( $\rho_0$ ), которая также обладает значительной изменчивостью [5].

Прослеживается тенденция к повышению неоднородности пород по прочностным свойствам с понижением степени их катагенеза - наибольшей неоднородностью обладают породы, вмещающие угли групп метаморфизма ГЖ и Ж. Разные показатели неоднородности прочностных свойств пород, наблюдаются у алевролитов и аргиллитов, вследствие их водонасыщения, что указывает на различную степень понижения под воздействием воды прочности пород одного литологического типа с разными петрографическими особенностями [6].

В районах с более высокой степенью метаморфизма углей в частности (марки А и ПА) наблюдается повышенная хрупкость углевмещающих пород, а в районах средней степени метаморфизма (угли марок Ж) этот показатель понижается.

Техногенная трещиноватость в горном массиве также зависит от степени метаморфизма пород, с повышением которой возрастает отношение пределов прочности на сжатие и растяжение, поэтому породы становятся более хрупкими, а при подработке образуется обширная система техногенных трещин, которые в дальнейшем заполняются водой, породы увлажняясь, теряют прочность, что является следствием возобновления деформационных процессов. Зона интенсивной трещиноватости способствует свободному перетеканию воды в нарушенном массиве.

Значительные проявления трещиноватости после технологического процесса фиксируются на углях средних и высоких стадий метаморфизма.

При прогнозировании участков подработанного горного массива наиболее опасных по активизации геомеханических процессов вследствие намокания рассматриваются области, характерные по образованию зон водопроводящих трещин. Это зоны нарушенной углевмещающей толщи, по системе трещин которой подземные и поверхностные воды поступают в выработки. Это также могут быть участки массива, связанные с крупными текто-

ническими нарушениями, карстовыми явлениями, области техногенной трещиноватости, образованные вследствие деформационных процессов в горном массиве над отработанными участками и породах почвы, в результате которых образуются трещины, обуславливающие связь водоносных горизонтов и поверхностных вод с выработанным пространством. Параметры развития зон водопроводящих трещин зависят от вынимаемой мощности пласта (с учётом повторной подработки массива), глубины разработки залежи и угла её падения, прочностных и деформационных характеристик покрывающих пород, их естественной трещиноватости, размеров выработанного пространства, способа управления кровлей.

Для исследований особенностей протекания геомеханических процессов в подработанном горном массиве использовались данные по горным отводам шахт разных районов, где добывался уголь с различной степенью метаморфизма.

В основном такие расчеты проводят при определении безопасных условий отработки месторождений полезных ископаемых, расположенных рядом с затопленными выработками, при прогнозировании водопритокков в горные выработки, а также при оценке отрицательного влияния горных работ на окружающую среду [7].

При проведении замеров использовались планы горных работ и шахтная документация таких объектов:

– ш. Заперевальная № 2 в Буденовско – Пролетарского района и ш. им. С.М. Кирова ПО «Макеевуголь», где в основном отрабатывались пласты марок ОС и Т со средней и высокой степенью метаморфизма;

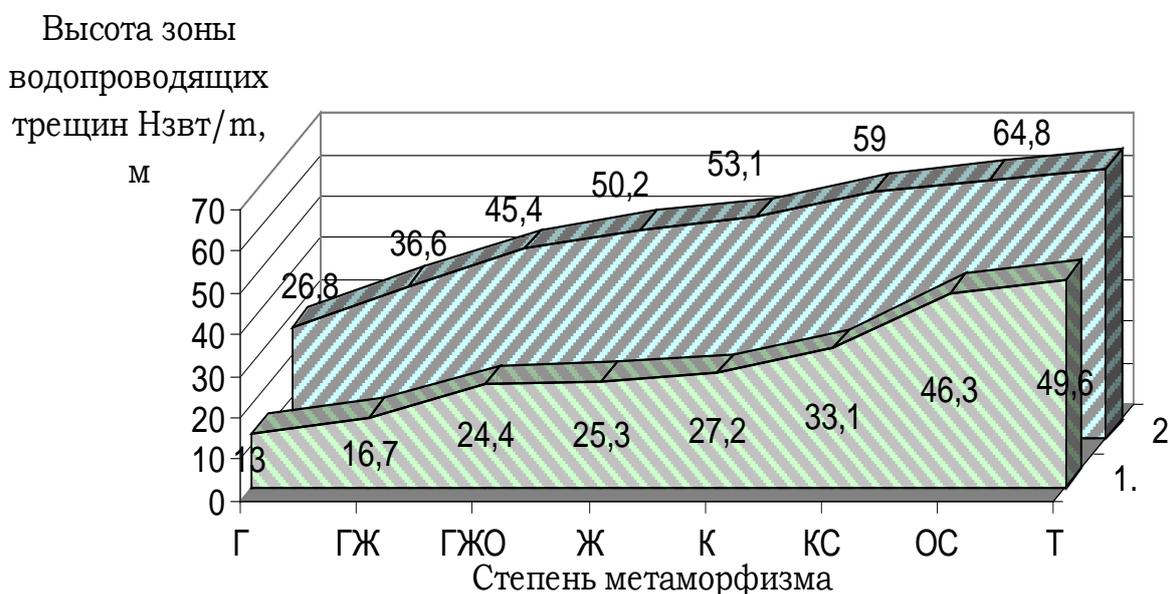
– ш. «Новодзержинская» и ш. Торецкая ГП «Дзержинскуголь» марки угля К и Ж средняя степенью метаморфизма;

– ш. Белозерская и ш. Белицкая ГХК «Добропольеуголь» марки угля ГЖО, ш. им. Е. Т. Абакумова ГХК «Донуголь» с углями марок Г – более низкая степенью метаморфизма.

Учитывалось также наличия различного содержания в подработанном массиве пород глинистого состава. Глинистые породы, как правило, способны к набуханию, а с увеличением степени метаморфизма эта способность теряется.

Известно что, чем выше степень метаморфизма горных пород, тем выше хрупкость в направлении от коксовой марки к антрациту [2].

Проведен анализ, систематизация данных и обработаны результаты расчетов для марок угля с различной степенью метаморфизма. По данным [8] отстроены контуры зон водопроводящих трещин над отработанными участками разных пластов. На основании полученных данных можно утверждать, что с увеличением степени метаморфизма вмещающих пород размеры зон водопроводящих трещин увеличиваются (рис. 1).



1 - высота зоны водопроводящих трещин в долях вынимаемой мощности при содержании пород глинистого состава  $A \geq 70\%$ ; 2 - высота зоны водопроводящих трещин в долях вынимаемой мощности при содержании пород глинистого состава  $A = 20\%$ .

Рис. 1. Зависимость высоты зоны водопроводящих трещин вдоль напластования от степени метаморфизма

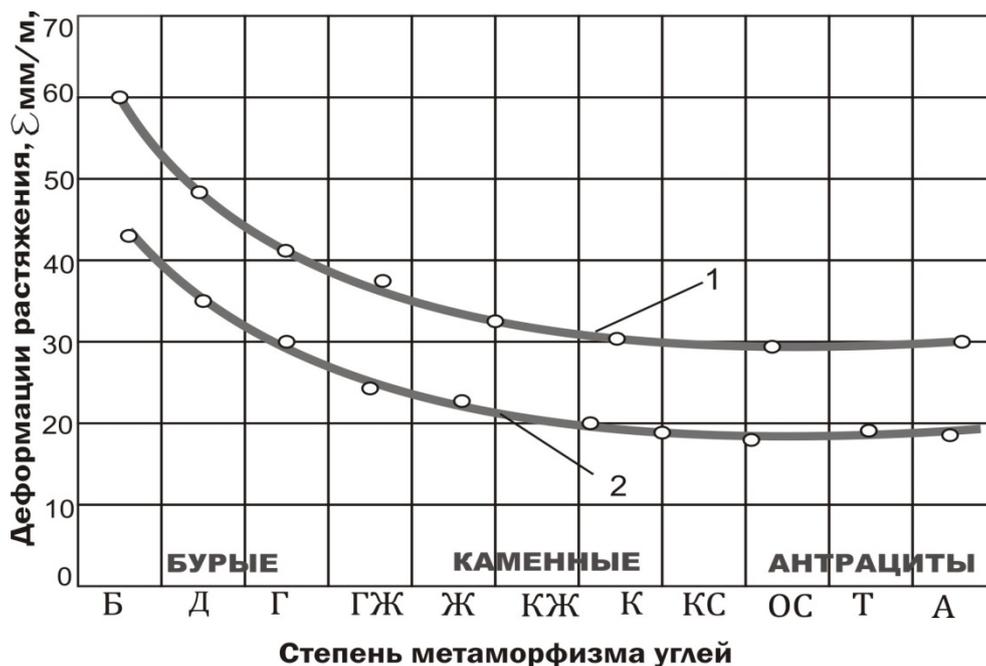
С ростом степени метаморфизма породы становятся более хрупкими, так как возрастают величины пределов прочности на сжатие и растяжение следовательно параметры зоны водопроводящих трещин над выработанным пространством пород с высокой степенью метаморфизма значительно выше (64,8 м), где  $m$  – вынутая мощность пласта, чем с низкой (26,8 м), при содержании

пород глинистого состава  $A \geq 70\%$  и соответственно (49,6 м) и 13 м при содержании пород глинистого состава  $A = 20\%$ .

При процессах деформирования в глинистых породах трещины могут образовываться менее интенсивно, так как породы имеют хорошую пластичность.

При высокой степени метаморфизма горные породы более хрупкие и после технологического процесса выемки угля толща горного массива разбита многочисленными техногенными трещинами, следовательно, водонасыщение в породах протекает интенсивнее, чем в породах с низкой степенью метаморфизма, что подтверждается значительным расхождением по размерам зон водопротягивающих трещин

Деформации растяжения на участках зон водопротягивающих трещин можно представить в следующем виде (рис. 2).



1 – деформации растяжения вдоль слоев при содержании пород глинистого состава  $A \geq 70\%$ ; 2 - критические деформации растяжения вдоль слоев при содержании пород глинистого состава  $A = 20\%$ .

Рис. 2. Зависимость деформации растяжения вдоль напластования от степени метаморфизма

### **Выводы.**

1. Установлено что с ростом степени метаморфизма пород уменьшается зона деформирования породных слоев, что приводит к более интенсивному образованию водопроводящих трещин массиве горных пород.

2. Проанализировав ряд случаев, где учитывалась степень метаморфизма при определении размеров зон водопродоющих трещин, можно утверждать, что наиболее характерными с точки зрения возможной активизации являются антрацитовые районы и участки с углями ОС и Т средней и высокой степени метаморфизма, а в районах залегания углей марок Д низкой степени метаморфизма деформационные процессы при затоплении выработанного пространства будут проявляться менее активно.

### **СПИСОК ССЫЛОК**

1. Питаленко Е. И., Геомеханические процессы отработки крутых пластов: новые исследования и решения [Текст]: / Е. И. Питаленко, С. Б. Кулибаба, Ю. Н. Гавриленко, М. Г. Тиркель, Ю. А. Пивень. — Донецк. 2007. — 380 с.
2. Борисов А. А. Механика горных пород и массивов [Текст]: / А. А. Борисов. М. : «Недра». — 1980. — 258 с.
3. Янукович В. Ф. Решение геозкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт [Текст]: / В. Ф. Янукович, Н. Я. Азаров, А. Д. Алексеев, А. В. Анциферов, Е. И. Питаленко. — Донецк. Алан, 2002. — 480 с.
4. Мэркс И. Горная механика [Текст] / И. Мэркс, Г. Юнгниц. Углетехиздат, 1957. — 756 с.
5. Кацнельсон Н. Н., Подработка затопленных выработок в Донецком бассейне [Текст] / Н. Н. Кацнельсон, Б. Я. Гвирцман, В. В. Гусев // Труды ВНИМИ вып. 52. — Л : ВНИМИ. 1964. — С. 111—126.
6. Булат А. Ф. Исследование структурной нарушенности массива горных пород [Текст]: / А. Ф. Булат, Пилипенко Ю. Н., Вакарчук С. Б. // Горная геофизика — Тбилиси, 1989. — С. 40 — 41.

7. Баклашов И. В. Механика горных пород [Текст] / И. В. Баклашов, Б. А. Картозия. — М. : Недра, 1975. — 272 с.
8. Питаленко Е. И. Влияние структурных особенностей горного массива на геомеханические процессы при затоплении шахт / Е. И. Питаленко, В. В. Васютина // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. Донецьк. — 2013. — № 13. — С. 153—165.