

ЛИТОЛОГО-ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДДЕРЖАНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ШАХТ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАСЕЙНА

Досліджено літолого-структурні та механічні характеристики продуктивної товщі Львівсько-Волинського басейну, побудовані гістограми їх розподілу, встановлено показники складності гірничо-геологічних умов в залежності від глибини залягання.

Проблема гарантированного обеспечения углем хозяйственного комплекса страны в ранг важнейших ставит задачу повышения эффективности и интенсификации разработки угольных месторождений Львовско-Волинского бассейна (ЛВБ), являющегося основной топливно-энергетической базой Западного региона Украины [1]. По данным геологических исследований на территории бассейна (рис. 1) выделяют Нововолынский (Нововолынское месторождение), Червоноградский (Забугское, Сокальское и Межереченское месторождения) геолого-промышленные районы и Юго-Западный угленосный регион (Тягловское и Любельское месторождения) [2, 3]. Общие запасы каменного угля оценивают на уровне 2 млрд. т [1, 4].

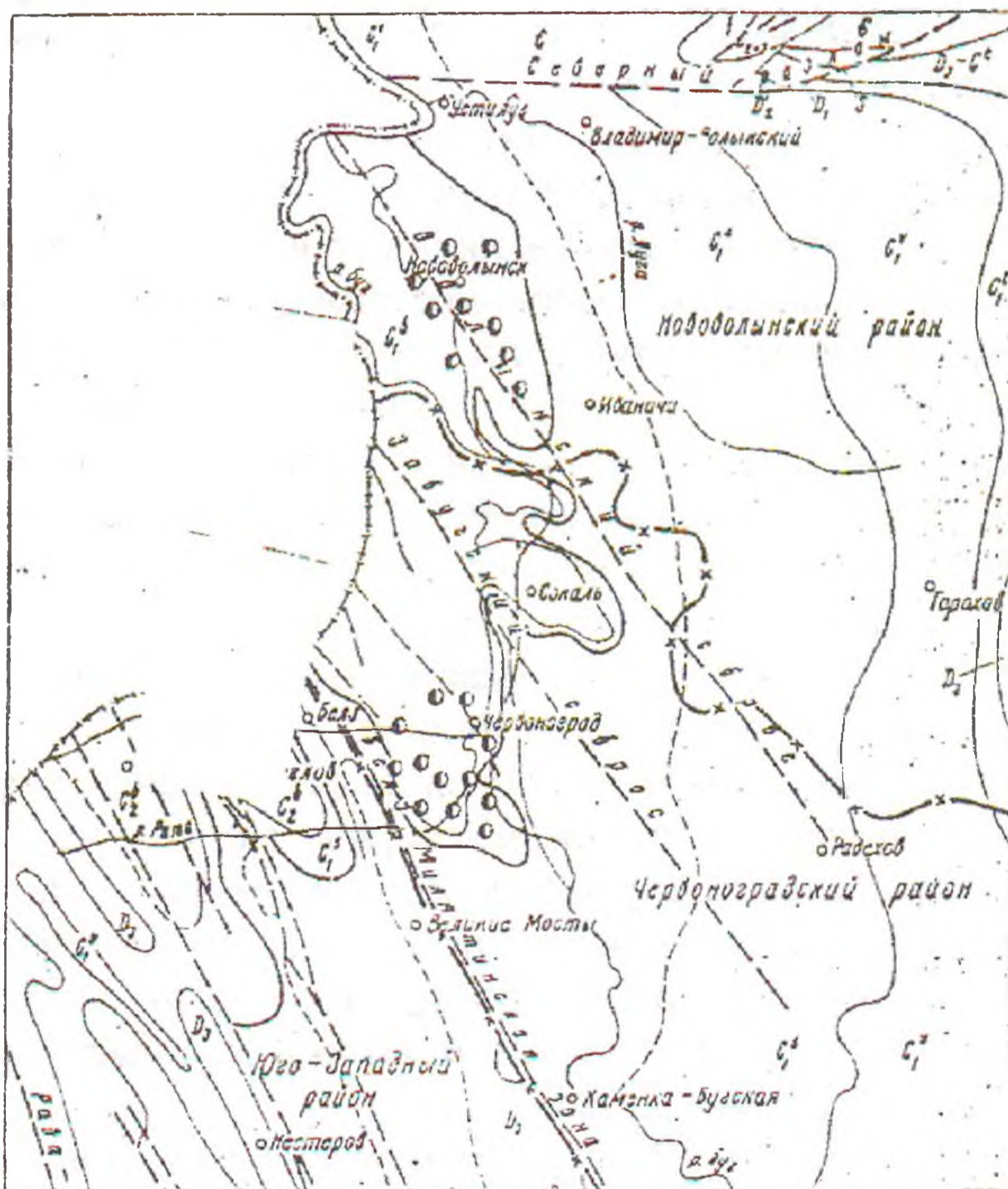


Рисунок 1 – Схематическая карта Львовско-Волинского бассейна

Обстоятельный совокупный анализ [1] конъюнктурно-экономических предпосылок, горно-технологических условий и факторов социального характера убеждает в необходимости повышения технико-экономических показате-

лей работы действующих шахт, вывода из эксплуатации в рентабельные сроки закрывающихся и строительства новых шахт. В ключе сказанного, одной из важнейших задач является повышение эффективности крепления, поддержания и охраны горных выработок угольных шахт, от состояния которых зависит работа очистных забоев, транспортных и вентиляционных систем, чем, в конечном счете, определяется себестоимость добываемого угля.

В фундаментальных работах [3-6] дана инженерно-геологическая оценка условиям разработки месторождений ЛВБ. Характеризуя эти условия, в общем, следует сказать, что в продуктивных толщах месторождений развиты пликативные и дизъюнктивные дислокации, интенсивная тектоническая нарушенность, мелкоамплитудные нарушения. Существенно осложняющим фактором процесса выемки угля является повышенная трещиноватость пород. Размеры элементарных блоков пород, образуемых расколами и трещинами, изменяются от 0,1-3 м в горизонтальной плоскости и 0,1-1,5 м – в вертикальной [5]. Развитие в массиве отрывных и сдвиговых трещин интенсифицирует разрушение и смещение пород, что при выемке угля затрудняет поддержание выработок. Гидрогеологические условия региона характеризуют тремя типами по величинам водопритоков: 50-70 м³/ч; 100-600 м³/ч; и более 600 м³/ч (ш. «Любельская» - мощность дренажной системы должна достигать 5000 м³/сут.). Сказанное свидетельствует о том, что ЛВБ можно отнести к месторождениям с весьма сложными горно-геологическими условиями.

Очевидно, что геологоразведочными организациями более полно изучены геология бассейна, свойства и возможности использования углей. Крайне недостаточно изучены прочностные, деформационные и реологические свойства пород в увязке с их литологическими особенностями. По литературным источникам [2, 3, 4] известны данные, полученные специалистами Львовского университета, ЛВГРЭ, ИГТМ НАН Украины. Заметим, что наименее исследованы особенности поведения пород в шахтах и устойчивость горных выработок в них под влиянием процессов отработки угольных пластов. Отмечается [4], что прочностные показатели углевмещающих пород закономерно увеличиваются в юго-западном направлении и вниз по стратиграфическому разрезу. Породы непосредственной кровли и почвы угольных пластов в основном слабо- и среднеустойчивые на севере бассейна и среднеустойчивые – на юге.

Недостаточность знаний о свойствах пород бассейна, неполнота информации о них являются причиной отсутствия инженерных методов надежного прогноза устойчивости выработок, критериев ее оценки, неэффективных проектных решений по креплению и охране выработок. Подтверждением этому является высокий процент деформированных горных выработок, который по отдельным шахтам составляет 15-25%, а объем отремонтированных выработок по отношению к проводимым составляет 50-60%.

Актуальность изучения литолого-геомеханических особенностей продуктивных толщ связана также с задачами отработки расщепляющихся и сближенных угольных пластов [7] и прогноза выбросоопасности угля и песчаников [8] на перспективных месторождениях ЛВБ.

Учитывая сказанное, нами выполнен комплекс лабораторных работ по изучению физико-механических свойств пород ЛВБ, используя керновый и монолитный материал проб горных пород.

Исследовано более 200 проб образцов горных пород, вмещающих угольные пласты n_8^6, n_7^6, n_7^H, V_6 , в основном, песчаников, глинистых сланцев (аргиллитов), песчаных сланцев (алевролитов). Результаты статистической обработки данных испытаний приведены в табл. 1 и на рис. 2 и 3. На рис. 2 построены статистические распределения прочностных характеристик: σ_p^H - предела прочности на растяжение параллельно напластованию и $\sigma_{сж}^1$ - предела прочности на сжатие перпендикулярно напластованию. Эмпирические распределения сопоставлены с теоретическими кривыми нормального распределения. Вычислены основные статистические параметры: среднее, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрии, эксцесс, приближенные показатели соответствия эмпирических распределений прочности нормальному закону. Результаты статистической обработки испытаний образцов позволили установить следующее.

Прочность на сжатие глинистых сланцев варьирует в пределах 10-100 МПа, составляя в среднем 40 МПа; прочность на растяжение составляет 2-20 МПа, при этом среднее значение составляет 8 МПа. Предел прочности на сжатие песчаных сланцев колеблется в интервале 10-140 МПа, при среднем – 55 МПа; их прочность на растяжение – 2-20 МПа, при среднем – 8,0 МПа. Прочность на сжатие песчаников изменяется в диапазоне 20-200 МПа (среднее 74 МПа); предел прочности на растяжение варьирует в диапазоне 5-40 МПа, а средняя его величина составляет 13 МПа.

Используя результаты оценки прочностных характеристик пород, определены коэффициенты сложности горно-геологических условий (K_{II}) поддержания выработок на шахтах бассейна. При этом $K_{II} = \gamma H / \sigma_{сж}$ определен как для значений мгновенной прочности пород, так и с учетом фактора времени по длительной прочности. Последняя определялась из выражения [9]

$$\sigma_{сж}^{дл} = \sigma_{сж}^{np} \sqrt{1 - \frac{x}{\beta}}, \quad (1)$$

где $\sigma_{сж}^{np}$ - приведенная мгновенная прочность пород при сжатии; $0 < x/\beta \leq 1$ - реологический показатель, определяемый по методике ИГТМ НАН Украины [9]. Особенность в расчетах состоит также в том, что приведенная прочность толщи пород кровли пласта определялась не только по показателям прочности и мощности породных слоев, но и с учетом положения слоев пород относительно обнажаемой кровли [10]:

$$\sigma_{сж}^{np} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sigma_{сж} m_i / y_i}{\sum_{i=1}^{n+1} m_i / y_i}, \quad (2)$$

Таблица 1 – Сводные результаты обработки данных испытаний пород

| № п/п | Литотип | Показатели, МПа | Кол-во образцов | Среднее | Стандарт. отклоне- ние | Коэф. вариации | Асим- метрия | Эксцесс | Мера отклонения от закона распр. Гаусса | |
|----------|------------------|---------------------|--------------------|---------|------------------------------|-------------------|-----------------|---------|--|-----------|
| | | | | | | | | | n | \bar{x} |
| 1 | Песчаник | σ_p^n | 133 | 13,0 | 7,7 | 0,59 | 0,71 | 0,16 | 3,43 | 0,39 |
| 2 | Песчаник | $\sigma_{сж}^\perp$ | 136 | 74,2 | 13,5 | 0,55 | -2,26 | 1,3 | -10,9 | 3,2 |
| 3 | Сланец глинистый | σ_p^n | 89 | 7,9 | 3,8 | 0,49 | -0,37 | 1,78 | -1,46 | 3,64 |
| 4 | Сланец глинистый | $\sigma_{сж}^\perp$ | 87 | 40,4 | 17,7 | 0,44 | 0,82 | 0,23 | 4,0 | 0,46 |
| 5 | Сланец песчаный | σ_p^n | 210 | 10,8 | 2,6 | 0,24 | -1,32 | 7,47 | -7,9 | 22,71 |
| 6 | Сланец песчаный | $\sigma_{сж}^\perp$ | 209 | 55,1 | 22,5 | 0,41 | 0,84 | 1,19 | 5,03 | 3,62 |

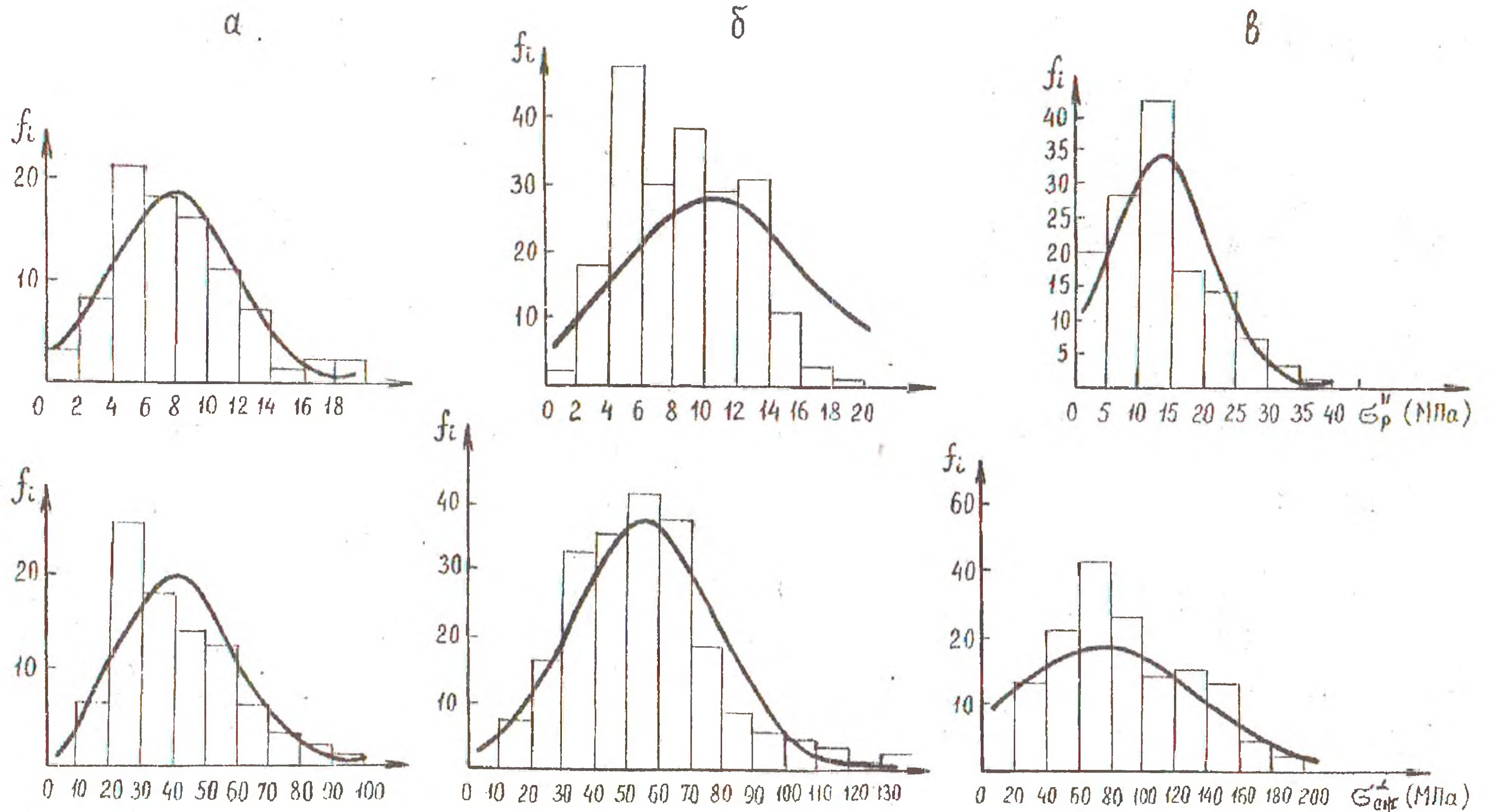


Рисунок 2. Гистограммы и теоретические распределения прочности на растяжение и сжатие.
 а) глинистые сланцы; б) песчанистые сланцы; в) песчаники.

где m_i – мощность породного слоя; y_i – координата расположения слоя над кровлей пласта.

Изменение K_{Π} , характеризующего степень сложности условий поддержания горных выработок на шахтах бассейна иллюстрирует график рис. 3.

Из указанного рисунка видно увеличение в 1,2-1,34 раза коэффициента K_{Π} с учетом фактора времени. Принимая известный принцип разделения горно-геологических условий по значениям K_{Π} можно выделить три характерные зоны по ее величине: первая – до 0,25; вторая – 0,25-0,45 и третья – 0,45-0,80. Анализ полученных данных показывает, что большинство пород с увеличением глубины и под влиянием временных эффектов будут переходить в неустойчивое состояние. Учитывая, что продуктивные толщи месторождений бассейна сложены на 33-42% слабыми глинистыми разновидностями, обоснование предельной глубины устойчивости пород и выбор технологических решений по креплению, поддержанию и охране горных выработок следует производить по наименее прочным глинистым сланцам (аргиллитам).

Полученные количественные показатели о свойствах пород и зависимости оценки условий поддержания горных выработок положены в основу аналитических решений и технологических разработок.

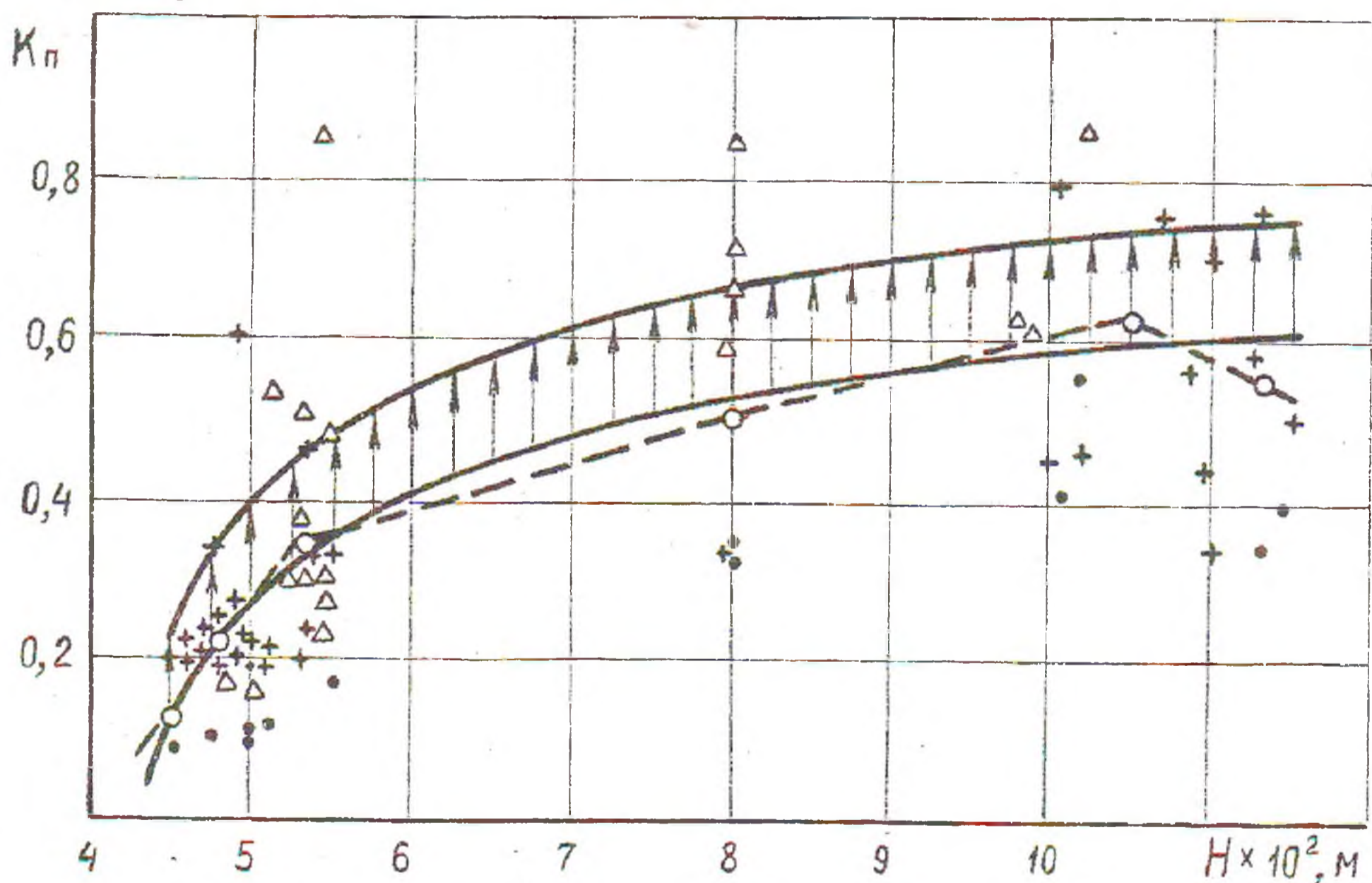


Рисунок 3 – Характер изменения показателя сложности условий (K_{Π}) в зависимости от глубины

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полтавец В.Н., Прядко Н.А. Львовско-Волынский бассейн – основная топливно-экспериментальная база Западного региона Украины// Уголь Украины. – 1995. - № 6. – С. 2-4.

2. Каменные угли Львовско-Волынского бассейна. Под общ. ред. В.З. Ершова. Львов, «Вища школа», изд-во при Львовском ун-те, 1975. – 175 с.
3. Львовско-Волынский каменно-угольный бассейн. Геолого-промышленный очерк/ Струев М.И., Исаков В.Н., Шпакова В.Б. и др. – Киев: Наук. думка, 1984. – 272 с.
4. Горно-геологическая характеристика Львовско-Волынского бассейна/ Шульга В.Ф., Караваев В.Я., Лелик Б.И. и др.// Уголь Украины. – 1995. - № 12. – С. 2-9.
5. Комплексна оцінка родовищ південно-західного вугленосного району Львівсько-Волинського басейну/ Б.І. Лелик, Е.Й. Гірний, М.Я. Решко, С.Г. Храпкін// Уголь Украины. – 1995. – № 2. – С. 9-12.
6. Шульга В.Ф. Сравнительный анализ карбоновых угленосных формаций Донецкого и Львовско-Волынского бассейнов// Геологічний журнал. – 1993. - № 4. – С. 92-102.
7. Нагорный Ю.Н., Сафронов И.Л., Ишков В.В. Горно-геологические условия отработки расщепляющихся и сближенных угольных пластов (на примере Львовско-Волынского бассейна)// Геотехническая механика. – 1998. - № 10. – С. 126-130.
8. Гончаренко В.А. Решение проблемы прогноза выбросоопасности угольных пластов и песчаников на перспективных месторождениях Львовско-Волынского бассейна// Геотехническая механика. – 1998. - № 10. – С. 79-84.
9. Усаченко Б.М. Свойства пород и устойчивость горных выработок. – Киев: Наук. думка, 1979. – 136 с.
10. Грядущий Ю.Б. Геомеханические основы управления вывалоопасными кровлями в очистных забоях: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Днепропетровск, 1997. – 36 с.

УДК 622.281.424

С.П. Мусиенко, Н.В. Гуреев

К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ФОРМИРОВАНИЯ ОХРАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Розглянуті недоліки кріплення штреків шахт Західного Донбасу і шляхи його удосконалення та технології зведення. Можливість реалізації запропонованих рішень показана на прикладі технології зведення рамно-анкерного обмежено-піддатливого кріплення і тампонажу простору за кріпленням. Показані переваги використання бетоноукладацької машини типу МБМ для виконання тампонажних робіт.

По утвержденным проектам в выработках шахт Западного Донбасса устанавливается металлическая арочная или замкнутая податливая крепь из прокатных профилей СВП – 22, – 27 и – 33 с шагом установки рам крепи 1, 0,7 и 0,3 м. Однако, вследствие сложных горно-геологических условий крепь быстро деформируется и разрушается. Тенденция изменения горно-геологической ситуации в зоне, оставшейся для ведения очистных работ, не позволяет надеяться на возможность предотвращения дальнейшего роста средней конвергенции без дополнительных мероприятий в выемочных штреках, не говоря уже о ее снижении. Наряду с общими моментами, усложняющими ведение очистных работ,