

*д.т.н. Фрумкин Р.А.,
Лемеш И.П.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТНЫХ РАБОТ ПО ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫМ ДАННЫМ

Изложена методика обоснования эффективных технологий очистных работ по геологоразведочным данным, рассмотренная на примере отработки пл. I₁ ш/у "Луганское" ГП Луганскуголь.

Ключевые слова: технология очистных работ, угольные пласты, изменчивость условий отработки пластов, эффективность.

Под эффективной в настоящей работе понимается технология с использованием оборудования высокого технического уровня, обеспечивающая улучшение технико-экономических показателей работы очистного забоя по сравнению с аналогичной, применяемой на производстве.

В настоящее время выбор и обоснование таких технологий осуществляется с использованием нормативных документов [1] или по опыту отработки соседних шахтопластов и участков, которые, однако, не в полной мере учитывают значительную пространственную изменчивость горно-геологических, горнотехнических и геомеханических условий отработки пластов, что нередко приводит к принятию ошибочных решений и снижению эффективности работы очистных забоев.

Наиболее сложно эти вопросы решаются при необходимости обоснования технологических решений в условиях ограниченной информации, по данным геологической разведки, характеризующейся весьма низкой достоверностью [2, 3], а опыт намечаемого к отработке участка пласта в аналогичных условиях отсутствует. К тому же следует особо отметить, что термин "в аналогичных условиях", который обычно применяют в таких случаях, применительно к очистным забоям угольных шахт следует применять весьма осмотрительно. Одинаковые мощности, угол падения пласта и даже внешне похожие характеристики боковых пород еще не яв-

ляются достаточными доказательствами того, что условия применения средств механизации очистных работ аналогичны.

С учетом изложенного, основной целью настоящей статьи является разработка методики обоснования эффективных технологий очистных работ, в максимально возможной степени учитывающей указанные недостатки.

В отличие от существующих, предлагаемая методика предусматривает сопоставление альтернативных (конкурирующих) технологий одного вида, оцениваемых по одной и той же апробированной методике в одинаковых горно-геологических и геомеханических условиях, что позволяет получить достаточно надежные и сопоставимые оценки. При таком подходе наличие даже больших ошибок в исходных данных не повлияет на конечный результат, так как они взаимопогашаются.

В обобщенном виде предлагаемая методика показана на представленной ниже блок-схеме (рис. 1). Ее практическое применение покажем на примере отработки пл. I₁ ш/у "Луганское" ГП Луганскуголь.

Менее половины общей площади пласта, залегающего в пределах шахтного поля ш/у "Луганское" (выше изогипс -410 и -500), уже отработано (рис. 2). Оставшаяся для доработки часть пласта достаточно детально разведана с помощью разведочных скважин стандартной плотности (всего 86 скважин). По каждой из них авторами соб-

раны фактические данные о составе, строении, физико-механических характеристиках боковых пород и геологическом прогнозе их поведения в будущих горных выработках. Анализ полученных данных показал, что они недостаточно конкретны

и по ним сложно судить о пространственно-зональном расположении тех или иных категорий обрушаемости, устойчивости пород, образования и мощности ложной кровли, др. геомеханическим показателям.

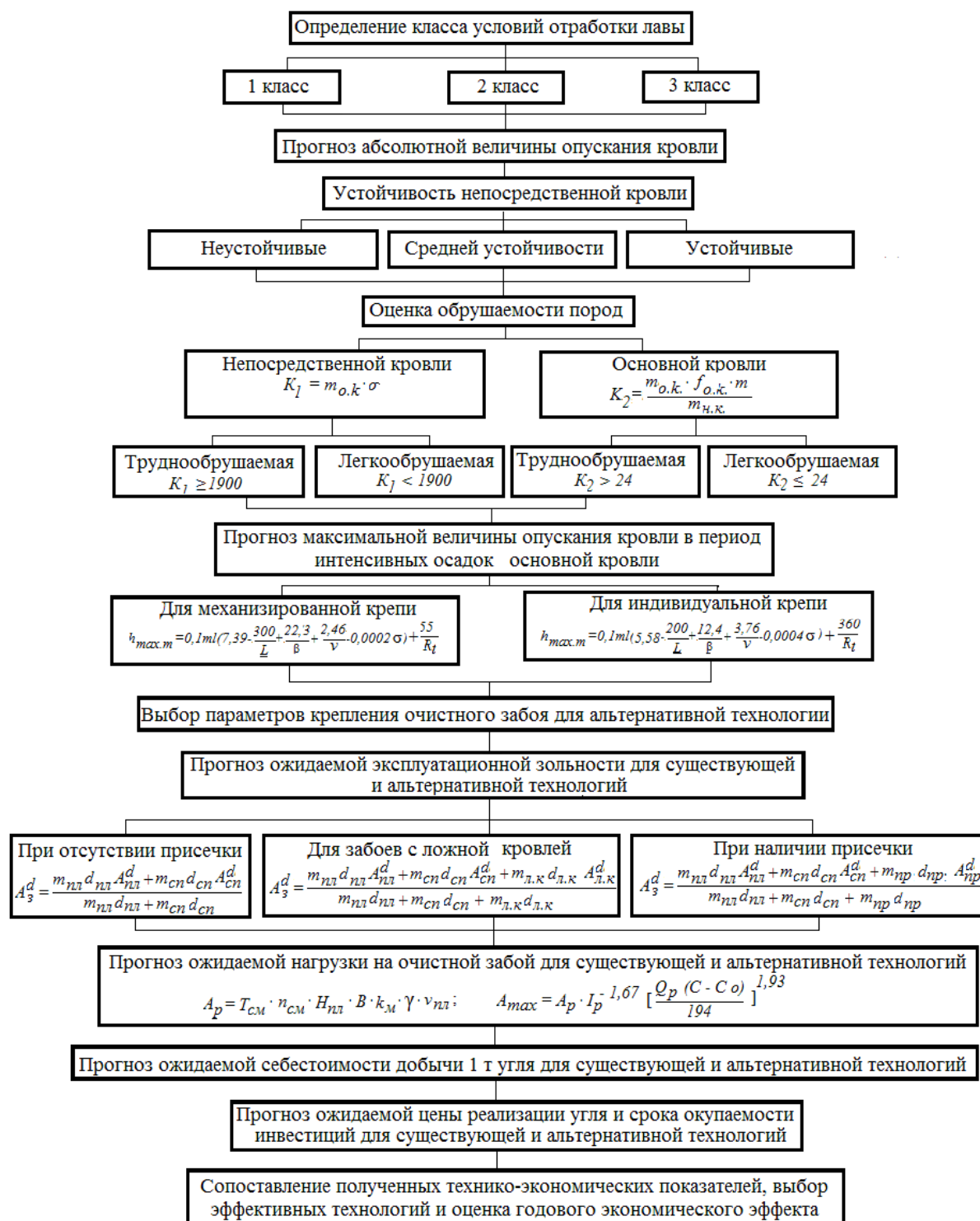


Рисунок 1 – Методика обоснования эффективных технологий

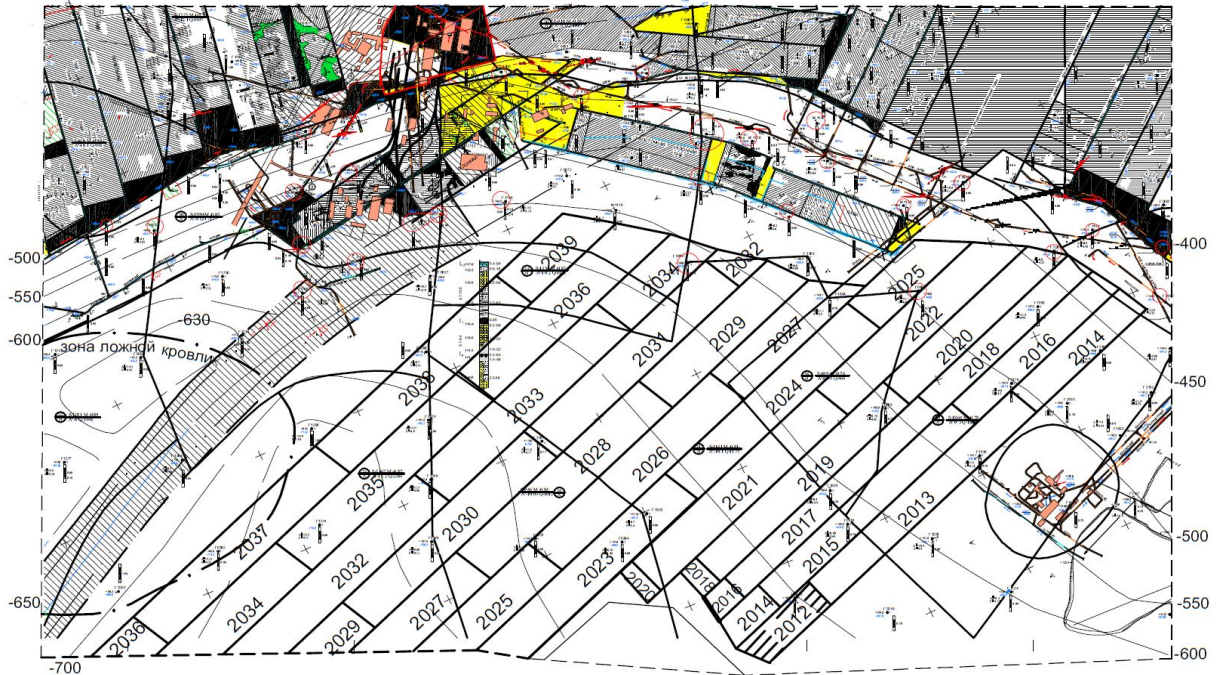


Рисунок 2 – Совмещенный план отработки пласта I_1 и развития горных работ до 2040 г.

Так, например, при наличии ложной кровли в лаве в одних случаях (при весьма малой ее мощности) ее целесообразно присекавать в процессе выемки угля и она не будет существенно осложнять его доставку. В других случаях ее можно подхватить, применив соответствующую схему передвижения крепи (например, с резервированием шага задвижки). Наиболее же неблагоприятна ситуация, когда подхватить ложную кровлю невозможно. Именно в этом случае она существенно осложняет добычу. Поэтому участки пласта, на которых наиболее вероятно появление ложной кровли, необходимо выявлять заранее по результатам ее прогнозной оценки. Данные об ожидаемой величине средних абсолютных и максимальных опусканий кровли, часто оказывающих решающее влияние на выбор очистного оборудования и вида применяемой технологии, в геологических отчетах вообще отсутствуют. Не содержится в них и сведений об ожидаемых технико-экономических показателях, являющихся функцией большой пространственной изменчивости (колеблемости) геологических факторов.

На рисунке 3 в качестве примера показана колеблемость рабочей мощности пл. I_1 на разведанной площади. Из него видно, что она изменяется почти в 2,2 раза

(от 0,55 до 1,2 м). Учитывая наличие тесных прямых и обратных корреляционных связей этого фактора с другими показателями, в том числе и технико-экономическими (например, нагрузкой на очистной забой), следует ожидать и их весьма значительную колеблемость. В случае же с нагрузкой на очистной забой говорить о стабильной работе очистного забоя уже не приходится.

С учетом изложенного выше для всесторонней оценки геомеханических условий отработки пласта по геологоразведочным данным, являющейся первым этапом предлагаемой методики, нами рекомендуется методика, изложенная в работе [4], достаточно широко апробированная на практике и рекомендованная Б. Минуглепромом СССР в качестве нормативного документа. В части полноты номенклатуры прогнозируемых показателей и надежности прогнозов она является безальтернативной из-за отсутствия других более надежных методик.

В таблице 1 приведены фрагменты результатов прогнозирования ожидаемого поведения пород пл. I_1 по каждой из 86-ти разведочных скважин, выполненного по методике [4], в которой представлены только начало и конец процедуры прогноза.

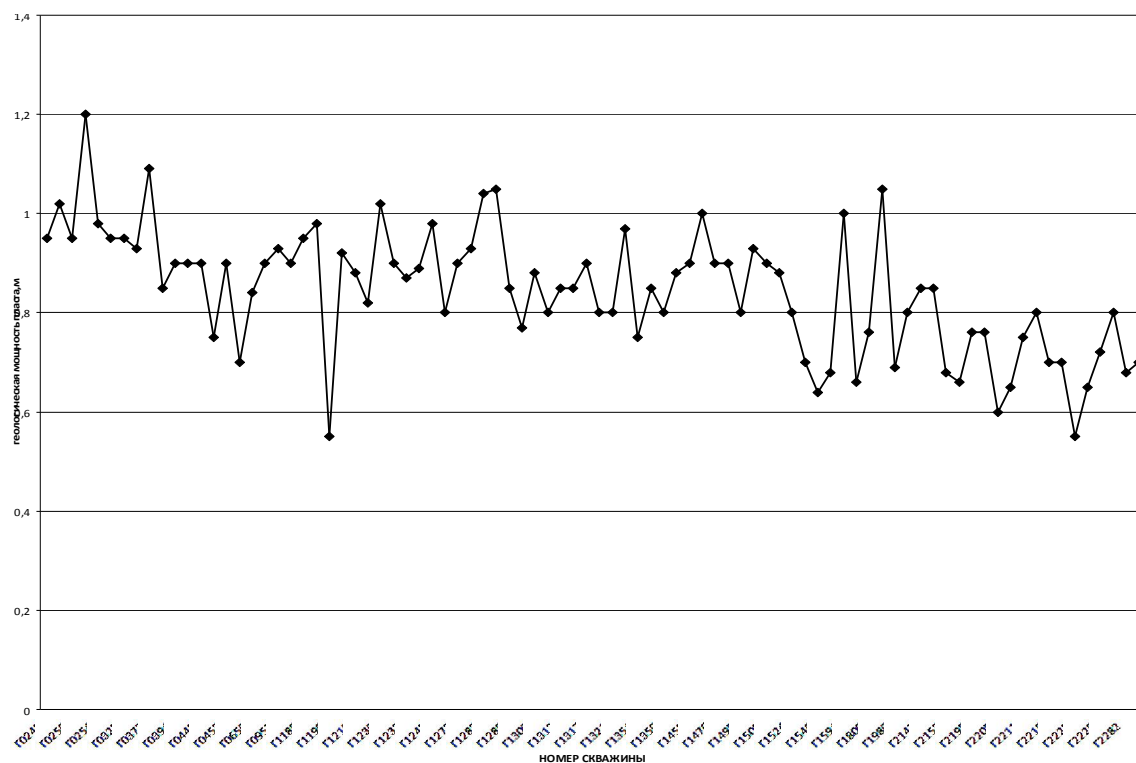


Рисунок 3 – Колебания мощности пласта по геологоразведочным данным

Таблица 1 – Фрагменты результатов прогнозирования ожидаемого поведения пород пласта l_1

№ геологической скважины	Прочность пород непосредственной кровли, МПа	Прочность пород основной кровли, МПа	Устойчивость непосредственной кровли	Обрушаемость пород непосредственной кровли	Обрушаемость пород основной кровли	Наличие ложной кровли	Ожидаемое опускание непосредственной кровли, м
Г0248	30	40	неуст.	легко обрушаемая	легко обрушаемая	не образуется	0,056
Г0249	40	50	неуст.	легко обрушаемая	легко обрушаемая	не образуется	0,059
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Г2282	39	57	неуст.	легко обрушаемая	легко обрушаемая	не образуется	0,038
Г2283	22	49	неуст.	легко обрушаемая	легко обрушаемая	не образуется	0,043

Анализ полученных результатов показывает, что на преобладающей площади пл. l_1 кровля представлена легкообрушающимися породами. По 5-ти из 86-ти скважин установлено наличие ложной кровли. Зона с возможным ее образова-

ем указана на плане горных работ (рис. 2) в районе скважин 0399, 1270, 1283, 1285, 1312. Изменение категорий устойчивости и обрушаемости пород на разведанной площади не выявлено и потому их можно считать неизменными. Среднее значение

абсолютных величин опусканий кровли составило 0,049 м, которое в большинстве случаев не превышает запаса раздвижности крепи применяемого на шахте комплекса КД-80. Таким образом, прогнозная оценка поведения пород в очистном забое показала, что пласт l_1 залегает в относительно благоприятных условиях.

Выбор мехкомплекса КД-80 с комбайном 1К101 обоснован, исходя из опыта его применения в ш/у "Луганское". Однако данный комплекс является технически устаревшим и потому авторы рекомендуют перейти на альтернативную технологию с применением комплекса более высокого технического уровня 1МКД-90 с комбайном 1К-103М, имеющего улучшенные технические характеристики мехкрепей, комбайна, скребкового конвейера и вспомогательного оборудования. Судя по технической характеристике, которой можно пользоваться лишь в первом приближении, первый из них (КД-80) рекомендуется применять при мощности пласта 0,85-1,2 м, а второй (1МКД-90) – 0,80-1,25 м, т.е. он охватывает несколько большую пространственную изменчивость мощности пласта.

Учитывая сложности и большую стоимость замены одного оборудования другим, нами предлагается продолжить вести очистные работы комплексом КД-80 до полного исчерпания его ресурса, что по данным службы главного механика произойдет в 2013 г. в районе скважин Г1800, Г0451, Г1536 (рис. 2), и только после этого перейти на технологию ведения очистных работ комплексом 1МКД-90.

Последующие этапы предлагаемой методики предусматривают экономическую оценку принятого технологического решения по замене одной технологии другой.

Основными источниками экономической эффективности (ущерба) является при этом рост (снижение) нагрузки на очистной забой, зольности, себестоимости добываемого угля и цены его реализации.

Для оценки зольности добываемого угля с применением существующей и альтернативной технологий необходимо сначала по каждой из 86-ти скважин определить ожидаемую величину запаса гидрав-

лической раздвижности мехкрепей для комплексов КД-80 и 1МКД-90 [4], а затем ожидаемую величину производимой ими присечки, что удобно осуществлять в табличной форме (табл. 2).

Расчеты, выполненные по данным 86-ти скважин, показали, что мехкрепь КД-80 из-за малой мощности пласта (менее 0,85 м) в районе 50-ти скважин может применяться только с присечкой боковых пород, в то время как мехкрепь КД-90 по этой же причине в районе 37 скважин. По скважинам, в районе которых будет производиться присечка, необходимо оценить также ее ожидаемую величину и эксплуатационную зольность добываемого угля (рис. 1). Выполненные расчеты показали, что применение комплекса 1МКД-90 целесообразно не только по причине его более высокого технического уровня, но и потому, что оно снижает ожидаемую эксплуатационную зольность дорабатываемой части пласта на 15% за счет снижения количества присекаемых скважин на 26% и ожидаемой величины присечки пород на 54%.

Нагрузка на очистной забой оценивалась по отраслевой методике [5]. При этом по каждой из 86-ти скважин рассчитывалась нормативная нагрузка, которая проверялась затем по газовому фактору. По организационно-техническому фактору она не подсчитывалась из-за отсутствия ряда исходных данных на оцениваемой стадии.

Выполненные расчеты показали, что ожидаемая среднесуточная нагрузка на очистной забой при применении комплекса 1МКД-90 на 7% выше, чем при применении комплекса КД-80.

Перспективный план развития горных работ до 2040 г., выполненный согласно планируемой нагрузки с учетом скорости подвигания забоя, представлен на рисунке 2.

В процессе оценки себестоимости очистных работ, проводимых с применением сравниваемых технологий, учитывались следующие элементы затрат: затраты на оплату труда, единый социальный взнос, материальные расходы, стоимость электроэнергии и амортизационные отчисления.

В таблице 3 представлены результаты

РАЗРАБОТКА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

расчетов ожидаемой себестоимости 1 т угля по очистному забою при применении сравниваемых технологий.

Из нее видно, что применение комплекса повышенного технического уровня приводит тем не менее к росту себестоимости добываемого угля на 2,6%, который при определенных условиях может быть компенсирован за счет других ранее указанных эффектов.

Для окончательной экономической оценки предложенной технологии ведения очистных работ по отраслевой методике определена расчетная цена [6] реализации угля, добываемого комплексами КД-80 и

1МКД-90 с учетом действующих в отрасли прецедентов цен и системы надбавок (скидок) за выпуск продукции улучшенного качества (зольности). При этом установлено, что для комплекса КД-80 она составляет 240 грн./т, а 1МКД-90 – 252 грн./т. Тогда ожидаемая годовая прибыль от реализации продукции, добываемой с применением существующей и альтернативной технологий, составит соответственно 55714365 и 62890951 грн., а ожидаемый годовоей эффект от применения последней $62890951 - 55714365 = 7176586$ грн./год при сроке окупаемости инвестиций 1 год.

Таблица 2 – Фрагменты результатов прогноза ожидаемых величин запаса гидравлической подвижности и присечки боковых пород при применении шахтной и предлагаемой технологий

№ геологической скважины	Мощность пласта, м	Ожидаемая величина опускания кровли, м	Комплекс КД-80		Комплекс 1МКД-90	
			Запас гидравлической подвижности, м	Ожидаемая величина присечки пород, м	Запас гидравлической подвижности, м	Ожидаемая величина присечки пород, м
Г0248	0,95	0,056	0,044	0	0,094	0
Г0249	1,02	0,059	0,112	0	0,162	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Г2147	0,85	0,050	-0,050	0,050	0,050	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Г2282	0,68	0,038	-0,208	0,208	-0,158	0,158
Г2283	0,70	0,043	-0,193	0,193	-0,143	0,143

Таблица 3 – Результаты расчетов ожидаемой себестоимости 1 т угля по очистному забою при применении сравниваемых технологий

Элементы затрат	Комплекс КД-80			Комплекс 1МКД-90		
	Сумма затрат за месяц, грн.	Объем работ за месяц, т	Себестоимость 1 т, грн.	Сумма затрат за месяц, грн.	Объем работ за месяц, т	Себестоимость 1 т, грн.
Затраты на оплату труда	423962,9	28088	15,09	435957,0	29890	14,58
Единый социальный взнос	210709,6		7,50	216670,6		7,24
Материальные расходы	369135,0		13,14	379345,6		12,69
Электроэнергия	151806,6		5,40	200835,0		6,71
Амортизация	943071,4		33,57	1059458,3		35,44
Итого			74,70			76,66

Таким образом, обобщая результаты изложенного, можно сделать следующие **выводы**:

- разработана методика обоснования эффективных технологий по геологоразведочным данным, отличающаяся от известных детальней дифференциацией геологических и геомеханических условий отработки угольных пластов и количественной оценкой принимаемых с ее помощью решений;

- с использованием предложенной методики доказано, что применяемая в ш/у "Луганское" технология отработки пласта I_1 не эффективна и должна быть заменена более прогрессивной с применением комплекса повышенного технического уровня 1МКД-90;

- показано, что с применением предложенной технологии количество скважин, вблизи которых будет осуществляться присечка боковых пород, снизится на 26% по сравнению с технологией, применяемой

на шахте; ожидаемая величина присечки боковых пород снизится при этом на 54%, ожидаемая эксплуатационная зольность – на 15%, а среднесуточная нагрузка на очистной забой увеличится на 7%;

- ожидаемый годовой экономический эффект от предложенной авторами альтернативной технологии несмотря на некоторый рост капитальных вложений и себестоимости добываемого угля на 2,6% превышает 7,1 млн. грн./год;

- работа рекомендуется к использованию геологической, технологической и экономической службам ш/у "Луганское" и ее руководству при составлении перспективных программ развития горных работ, разработке бизнес-планов и инвестиционных проектов, а также проектным организациям и вузам при подготовке специалистов горного профиля.

Библиографический список

1. *Технологические схемы разработки пологих пластов на шахтах Украины.* – Донецк: ДонУГИ, 1999. – 244 с.
2. *Ходжаев Р.Ш. Оценка и учет неопределенности геолого-экономической информации при перспективном планировании и проектировании шахт / Р.Ш. Ходжаев, В.А. Ли, А.А. Руцин // Уголь.* – 1984. - № 11. – С. 9-14.
3. *Фрумкин Р.А. Оценка достоверности прогнозов условий разработки пластов / Р.А. Фрумкин, В.Н. Окалелов // Уголь Украины.* – 1983. - № 9. – С. 43-44.
4. *Рекомендации по прогнозированию условий отработки лав пологих пластов Донбасса и выбору рациональных параметров их крепления / Р.А. Фрумкин, В.Н. Окалелов, М.А. Сребный и др.* – Коммунарск: Ворошиловградская правда, 1980. – 63 с.
5. *Нормативы нагрузки на очистные забои и скорости проведения подготовительных выработок на шахтах.* – Донецк: ДонУГИ, 2007. – 39 с.
6. *Кабанов А.И. Экономические методы формирования и реализации государственной научно-технической политики в угольной промышленности / А.И. Кабанов.* – Донецк: ИЭП НАН Украины, 1998. – 448 с.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.

Статья поступила в редакцию 28.05.2013.

д.т.н. Фрумкін Р.А., Лемеш І.П. (ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОЧИСНИХ РОБІТ З ГЕОЛОГОРОЗВІДУВАЛЬНИХ ДАНИХ

Наведена методика обґрунтування ефективних технологій очисних робіт за даними геологічної розвідки, яка розглянута на прикладі відробки пл. l₁ ш/у "Луганське" ДП Лугансквугілля.

Ключові слова: технологія очисних робіт, вугільні пласти, змінення умов відробки пластів, ефективність.

Frumkin R. A, Lemesh I.P. (*DonSTU, Alchevsk, Ukraine*)

TECHNIQUE OF A SUBSTANTIATION OF EFFECTIVE TECHNOLOGIES OF CLEARING WORKS UNDER THE PROSPECTING DATA

The technique of a substantiation of effective technologies of clearing works under the prospecting data, considered on an example of working off of square l₁ mine administration "Lugansk" GP Luganskugol is stated.

Key words: technology of clearing works, coal layers, variability of conditions of working off of layers, efficiency.