

**О НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ, ПОЗВОЛЯЮЩИХ
ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ
ПОРОД ДЛЯ ОХРАНЫ ВЫРОБОТОК И УМЕНЬШИТЬ ОБЪЕМЫ ИХ
ВЫДАЧИ НА ПОВЕРХНОСТЬ**

У статті обґрунтовано необхідність використання способу підготовки виїмкових стовпів штреками з малими (біля 9 м²) площинами перетинів, подальшим їх розширенням при відробці стовпів лавами і залишенням пустих порід від розширення у вироблених просторах лав. Вдосконалена методологія визначення економічного ефекту від застосування запропонованого технологічного рішення.

**ABOUT THE NEW MEANS, ALLOWING TO RAISE EFFICIENCY OF
USE OF MINE BREEDS FOR PROTECTION ВЫРОБОТОК AND TO
REDUCE VOLUMES OF THEIR DELIVERY BY THE SURFACE**

In the article the necessity of the use of method of preparation of posts of coulisse is reasonable by drifts with the small (about 8 м²) planes of crossing, at відробці стовпів their further expansion by rows and abandonment of gobs from expansion in mine-out spaces of rows. The offered methodology of determination of economic effect is from application of the offered technology decisions..

Анализ производственного опыта подземной добычи угля и результатов научно-исследовательских работ показал, что традиционный способ подготовки выемочных участков, оконтуренных выработками, в ряде случаев исчерпал свои возможности и не способен при большой глубине разработки, наличии пластов, опасных по горным ударам и внезапным выбросам, высокогазоносных (70-100 м³/мин и более) и других по сложности обеспечить повышение эффективности производства и безопасное ведение горных работ. В связи с этим целесообразными, по нашему мнению, являются пути использования достоинств комбинированной системы разработки пластов. По итогам многолетних экспериментальных и научно-исследовательских работ, проведенных в отечественных шахтах, о которых изложено в трудах [1-5, 10], и других, сформулированы научные выводы и разработаны практические рекомендации по выбору оптимальных параметров средств крепления и охраны выработок. Решен ряд задач по расчету производственных затрат при добыче угля. В частности установлено, что затраты на транспортировку пустых пород из забоев на Земную поверхность, их складирование, многолетнее хранение, рекультивацию земель, занятых под отвалы, и на другие, связанные с этими процессами мероприятия, составляют до 15% от производственной себестоимости угля, что показано в работах [5,10]. Ухудшение экологической обстановки в районах добывающих и перерабатывающих уголь предприятий связано с выдачей на земную поверхность до 25,0-30,0 млн.т в год пустых пород, с последующим их складированием на земной поверхности, сжиганием в топ-

ках, просачиванием твердых частиц в водоемы, попаданием в атмосферу в виде пыли переполнение шламовых и других хранилищ отходов и другими вредными для природы процессами [8].

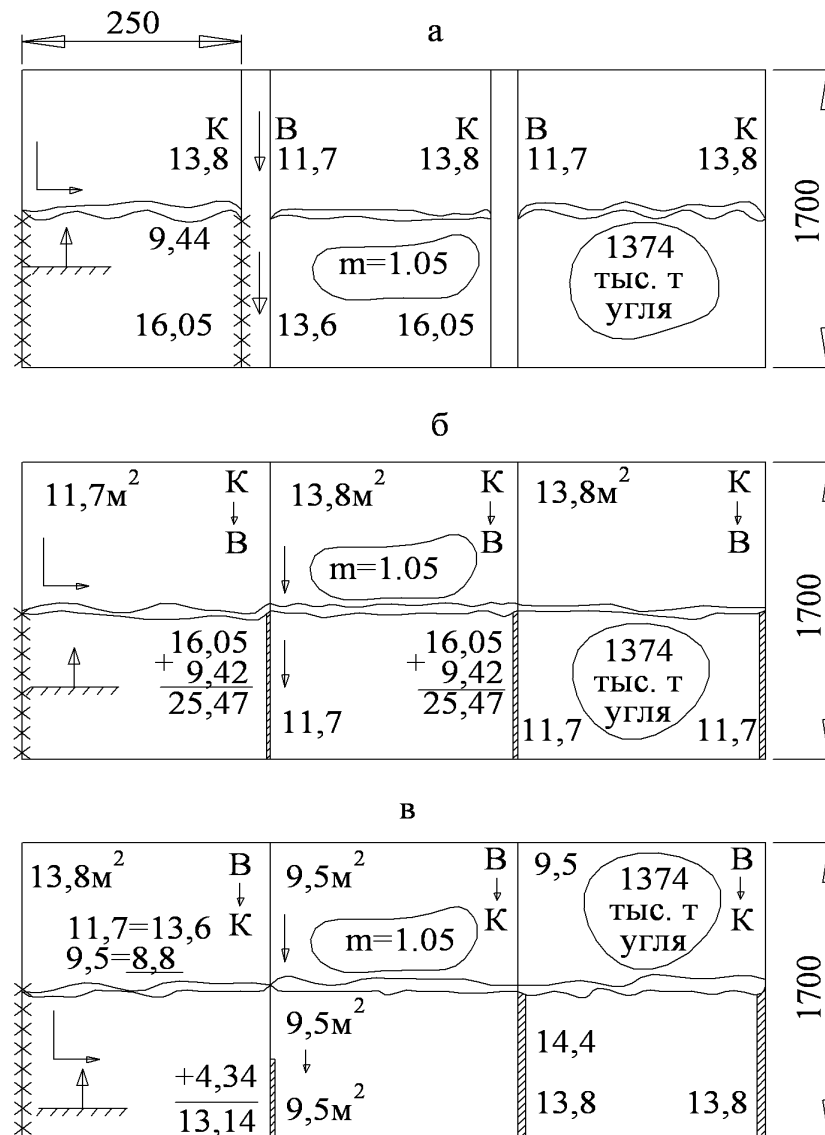
Взамен известных предлагается способ, изложенный в [11], который тоже включает подготовку выемочных участков квершлагами, штреками и отработку участков лавами. Однако, площади поперечных сечений штреков рассчитывают так, чтобы были обеспечены: оптимальное проветривание лавы и штреков, габариты для размещения оборудования, проходы для персонала, и т.п., в том числе учитывают обязательное уменьшение плоскости сечения штрека под действием горного давления. Площадь поперечного сечения штрека при его проведении существенно большая, чем это необходимо для его проведения и поддержки до начала отработки выемочного участка. Но все виды затрат на проходку штрека, скорость его проведения, производительность работы горняков, и т.п. напрямую зависят от площади сечения, т.е. от объемов горной массы, которая вынимается, и от площади поверхности штрека, которую нужно закреплять и поддерживать в эксплуатации. Устойчивость выработки наоборот обратнопропорциональна площади его сечения при тех средствах и технологиях крепления, которые были до применения рамно-анкерного крепления. От устойчивости штрека и его сопряжения с лавой зависит уровень безопасности работы горняков. В практике отработки участков есть случаи, когда штреки используют повторно без анкерного крепления и породных полос. Тем не менее все виды затрат для этого настолько велики, что превышают проведение нового штрека [2, 3, 5]. Поэтому известные способы имеют не столько главный недостаток, сколько им присущи принципиальная невозможность или неэффективность удержания штреков в постоянстве при отработке участка. В настоящее время для этого возможно применять целостный охранный комплекс из анкерной крепи и породных полос, сооруженных в лавной части сопряжения “лава - штрек”. Существенное уменьшение площади сечения штрека под действием горного давления позади забоя лавы во многих случаях делает невозможным повторное его использование для соседнего участка, обрабатываемого в настоящее время. Поскольку на проходку 1 км штрека затрачивают более, чем 8 млн.грн, то становится очевидным объем затрат по шахте в целом при необходимости ежегодного проведения 10-15 км таких штреков для восстановления фронта очистительных работ.

При проведении штреков малого сечения, а также при их расширении предлагается использовать прогрессивную технологию анкерного крепления. При этом расширение штреков и оставление пустых пород в шахте осуществляется с помощью оборудования и горных машин, которые выпускают серийно, а сами штреки используются повторно.

Такие решения разработаны нами на уровне изобретений [11], которые позволяют повысить эффективность отработки выемочной панели за счет уменьшения затрат при проходке вентиляционных штреков уменьшенным по сравнению с базовым сечением и повторным использованием штреков; со-

кращения затрат на транспорт пород от проходки, ремонта выработок, их подъем и размещение в отвалах.

Определим годовой экономический эффект от применения новой технологии вместо базового варианта, например, для условий шахт ОАО «Павлоград-уголь» с учетом указанных ранее по тексту факторов эффективности. Принято, что в базовом варианте длины комплексно-механизированных лав в среднем составляют 220-280 м, а выемочных столбов 1200-1700 м при геологической и вынимаемой мощностях пласта, соответственно, 0,7-0,9 и 1,05 м. Сечения в свету вентиляционного и конвейерного штреков составляют, соответственно, 11,7 и 13,8 м². Эти выработки повторно не используются. Ход производственных затрат проиллюстрирован на рис. 1.



а) длинными столбами без повторного использования штреков и с их повторным использованием - б) по применяемой технологии, в) по предлагаемой (с расширением штрека и оставлением породы в шахте)

Рис. 1 - Ход производственных затрат при подготовке выемочных участков

Длина части квершлагов, проводимых для оконтуривания выемочного столба, одинаковая для базового и нового вариантов технологии. Для раскройки панели, показанной на рис. 1, общая длина квершлагов равна 1500 м. Стоимость проходки 1 погонного метра пластовых выработок сечением 11,7 м² составляет в среднем 8 тыс. грн. Учитывая, что площадь сечения каждого квершлага равна 13,8 м², затраты на их проведение составят:

$$Z_{ПК} = 1500 \cdot 8 \frac{13,8}{11,7} = 14153,846, \text{ тыс. грн} \quad (1)$$

В базовом варианте технологии подготовки панели предусматривается проходка 6-ти выемочных штреков: 3-х – сечением 11,7 м² и 3-х – сечением 13,8 м², соответственно, вентиляционных и конвейерных. Затраты на их проведение составят:

$$Z_{ПВШ} = 1700 \left(8 + 8 \frac{13,8}{11,7} \right) \cdot 3 = 88923,069, \text{ тыс. грн} \quad (2)$$

На ряде шахт ОАО «Павлоградуголь» выемочные штреки используют или пытаются использовать повторно. При рамном креплении выработок конвейерный штрек (рис 1б) используется повторно в качестве вентиляционного для отработки соседней лавы в блоке. Однако затраты на сохранение сечения штрека для его повторного использования соизмеримы с проходкой нового штрека.

Кроме того, порода от ремонта штрека для его повторного использования из-за отсутствия технологии оставления в шахте, попадает в общешахтный поток горной массы, увеличивая ее зольность.

Затраты на подготовку панели при таком варианте технологии составят:

$$Z_{III}^{\phi} = 14153,846 + 1700 \left(8 + 3 \cdot 8 \frac{13,8}{11,7} \right) + 5,54 \cdot 3 \cdot 1700 = 104130,91 \text{ тыс. грн.} = 104,12 \text{ млн. грн.}, \quad (3)$$

где 5,54 – стоимость восстановления сечения конвейерного штрека для его повторного использования в качестве вентиляционного при отработке соседней лавы, тыс. грн/погонный метр.

Удельные затраты по этому варианту подготовки панели по аналогии с выражением (3) составят:

$$Z_{удIII}^{\phi} = \frac{104,13}{1,374} = 75,79, \text{ грн./ м} \quad (4)$$

Как видно из расчетов затраты на подготовку панели при повторном использовании штреков, поддерживаемых рамной крепью больше, чем при тра-

диционной технологии подготовки (рис. 1а). Вариант б) имеет преимущество в том, что средства на проходческие работы «заморожены» в меньшем объеме, чем в варианте а), кроме этого вместо 6-ти выемочных штреков проводят 4-е из которых 3 сечением 13,8 м² и один 11,7 м². Требуемое количество проходческих бригад на шахте в варианте б) меньше, но при этом большее количество горнорабочих необходимо для восстановления сечения штреков.

Предлагаемая технология предусматривает для подготовки панели (рис. 1в) проходку 2-х квершлагов сечением 13,8 м², одного конвейерного штрека таким же сечением и 3-х вентиляционных штреков сечением 9,5 м². При отработке выемочных столбов каждый вентиляционный штрек расширяют за окном лавы и породу от расширения укладывают в ее выработанное пространство вдоль штрека. Для крепления квершлагов и конвейерного штрека предусмотрено рамно-анкерное крепление, а вентиляционных - чисто анкерное. Для повторного использования вентиляционных штреков в качестве конвейерных предусмотрено в забоях их расширения дополнительно к анкерной возводить рамную крепь.

Затраты на проведение выемочных штреков в этом варианте составят:

$$Z_{\text{пвш}} = 1700 \left(8 \frac{13,8}{11,7} + 5,6 \cdot 3 \right) = 44608,0, \text{ тыс. грн} \quad (5)$$

где 5,6 тыс. грн/п.м. – стоимость проходки 1 п.м. штрека сечением 9,5 м² с чисто анкерным креплением.

Затраты на подготовку выемочной панели к отработке будут равными:

$$Z_{\text{шт}}^{\circ} = 14,15 + 44,61 = 58,76, \text{ млн. грн} \quad (6)$$

Для расширения сечения выемочных штреков с установкой рамной крепи и оставлением породы в выработанных пространствах лав потребуется дополнительное оборудование и материалы.

При отработке 1-го в панели выемочного столба расходная часть увеличится за счет оплаты стоимости: породоподдирочной машины МПР для расширения сечения штрека – 3450,0; наклонного скребкового конвейера для укладки породы в выработанном пространстве лав – 500,0; узкого скребкового перегружателя породы – 125,0; гидрофицированных столов передвижки приводов конвейеров – 125,0.

Итого – 4200,0 тыс. грн.

Сохранение штрека длиной 1,7 км для повторного использования потребует затрат на оплату труда обслуживающего персонала, доставку грузов к забою, погашение стоимости крепи, электроэнергии и материалов в размере 3,38 млн. грн. Общие затраты на сохранение 1-го штрека и его повторное использование с оставлением породы в выработанном пространстве лав составят:

$$Z_{\text{ПСО}}^1 = 4,2 + 3,38 = 7,58, \text{ млн. грн} \quad (7)$$

Ресурс породокладочного комплекса рассчитан на восстановление сечения 3-х выемочных штреков протяженностью 1,7 км каждый. Поэтому затраты на сохранение для повторного использования 2-го и 3-го штреков в панели (рис. 1в) составят:

$$Z_{\text{ПСО}}^{2,3} = 3,38 \cdot 2 = 6,76, \text{ млн. грн} \quad (8)$$

Общие затраты на сохранение 3-х выемочных штреков в панели и их повторное использование составят:

$$Z_{\text{ПСО}}^{1-3} = 7,58 + 6,76 = 14,34, \text{ млн. грн} \quad (9)$$

Сравнение технико-экономических показателей применяемого и предлагаемого способа подготовки выемочной панели к обработке представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1 на проходку квершлагов и выемочных штреков при предлагаемой технологии на 15,82 млн. грн меньше, чем при существующей без повторного использования штреков, закрепленных рамами. Кроме того, количество породы, выданной на поверхность при подготовке панели, меньше на 114,735 и 84,155 тыс. т в соответствии с рассмотренными в табл. 1 вариантами.

Для транспорта и выдачи породы от проходки и ремонта выработок на поверхность шахты применяют ленточные конвейеры и скиповой подъем, а для вывоза ее в отвалы – автомобильный транспорт. В расчетах производственных затрат на эти процессы учтены: оплата труда, потребленная электроэнергия, амортизационные расходы и оплата услуг автотранспорта (самосвалов).

Породная «цепочка» ленточных конвейеров задействована в течении суток. Энергоемкость транспорта породы ленточным конвейером (1ЛТ100) при номинальной мощности 220 кВт равна 0,272 кВт ч/т.

Затраты на потребленную электроэнергию при тарифе 0,77 грн/кВт ч составят за год:

$$Z_{\text{год}}^{\text{э}} = 271,56 \cdot 0,272 \cdot 0,77 = 56,875, \text{ тыс. грн} \quad (10)$$

За год работы скипового подъема затраты на потребленную электроэнергию составят:

$$Z_{\text{год}}^{\text{ск}} = 271,56 \cdot 14,65 \cdot 0,77 = 3063,33, \text{ тыс. грн}, \quad (11)$$

Таблица 1 – Сравнение технико-экономических показателей применяемой и предлагаемой технологий подготовки выемочной панели

Показатели	Без повторного использования штреков, крепление рамами	С повторным использованием штреков и креплением	
		Рамами, частично анкерами	Анкерами, рамами и породной полосой
1. Производственные затраты, млн. грн, на			
а) проходку квершлагов	14,15	14,15	14,15
б) выемочных штреков	88,92	61,72	58,76
в) сохранение и повторное использованием штреков	-	28,25	14,34
Итого	103,07	104,12	87,25
2. Количество породы, тыс. т	271,56	240,98	156,825
а) выданной на поверхность шахты	-	-	54,825
б) оставленной в шахте			
3. Производственные затраты, млн. грн,:			
а) выдача породы из шахты	4,747	4,212	2,741
б) вывоз породы от шахты в отвалы	4,686	3,514	2,811
Итого по п. 1-3	112,503	111,846	92,802
4. Уменьшение затрат по сравнению с базовым вариантом, млн. грн/год, в том числе за счет:	-	0,657	19,728
а) крепления анкерами и породной полосой	-	-	15,82
б) сокращения объемов выдачи и размещения породы в отвалах	-	1,707	3,891

«Цепочку» ленточных конвейеров и скиповую установку для подъема породы ежесуточно обслуживают 30 горнорабочих. Производственные расходы на оплату их труда при средней заработной плате (с отчислениями на социальное страхование) 3500 грн составят:

$$ЗП_{год}^{ц.ск} = 30 \cdot 3,5 \cdot 12 = 1260, \text{ тыс. грн/ год} \quad (12)$$

Эксплуатация «цепочки» ленточных конвейеров включает расходы на амортизацию электромеханического оборудования, которые втрое превыша-

ют расходы на электроэнергию, а также расходы на ленту, амортизацию камер и прочие. С учетом этого общие расходы на эксплуатацию «цепочки» в течение года составят:

$$Z_{\Sigma}^y = 548,75(1 + 3 + 3 + 0,25 + 0,1) = 426,525, \text{ тыс. грн} \quad (13)$$

Таким образом общие и удельные затраты на выдачу из шахты породы для варианта подготовки панели (рис. 1а) будут равными:

$$Z_{ВПА}^y = 426,525 + 3063,33 + 1260 = 4746,86, \text{ тыс. грн} \quad (14)$$

$$C_{ВПА}^y = \frac{4746,86}{271,56} = 17,48, \text{ грн/т} \quad (15)$$

Для вывоза породы от скипового подъема до отвалов применяются автосамосвалы КраЗ-251 грузоподъемностью 11 т. Средняя длина маршрута вывоза 5 км, а средняя эксплуатационная скорость 25 км/ч. С учетом погрузочно-разгрузочных процессов, технологических пауз и других операций продолжительность технологического цикла вывоза породы одним самосвалом равна 1 ч. Количество рейсов, выполняемых одним самосвалом в течении рабочей смены – 7, т.е. за этот период времени будет вывезено 77 т породы. Затраты на оплату труда 10-ти водителей при заработной плате с отчислениями на социальное страхование 2500 грн составят:

$$Z_{отв} = 10 \cdot 2500 = 25000, \text{ грн} \quad (16)$$

Кроме этого, эксплуатационные расходы включают – амортизационные отчисления – до 50 % от общих, из них 40 % реновация, 10% - капитальный ремонт, более 10 % - ремонт и восстановление шин, 4 % - затраты на содержание, ремонт и восстановление дорог и прочее. С учетом этого, общие эксплуатационные расходы в течение месяца составят:

$$Z_{\Sigma \text{мес}}^{ac} = 205,538 + 25(1 + 4 + 1 + 1 + 0,4) = 390,538, \text{ тыс. грн} \quad (17)$$

а за год работы будут равны:

$$Z_{\Sigma \text{год}}^{ac} = 390,538 \times 12 = 4686,456, \text{ тыс. грн} \quad (18)$$

Удельные затраты на вывоз породы от скипового подъема до отвала автосамосвалами за год работы составят:

$$C_{ВП}^{ac} = \frac{4686,456}{271,56} = 17,26, \text{ грн/т} \quad (19)$$

Общие затраты на выдачу породы из шахты и ее вывоз в отвалы при подготовке выемочной панели по варианту а) (рис. 1) составят:

$$Z_{\Sigma}^{u,ac} = 4746,86 + 4686,458 = 9433,22, \text{ тыс. грн} \quad (20)$$

а себестоимость выдачи на поверхность и вывоза в отвалы породы:

$$C_{\text{ВВП}a} = \frac{9433,32}{271,56} = 34,738 \text{ грн/т} \quad (21)$$

Аналогичным образом рассчитаны общие производственные затраты по вариантам б) и в), показанные на рис. 1, а расчеты по всем вариантам представлены в табл. 1.

Выводы. Области эффективного использования комбинированной системы подземной разработки пологих пластов угля целесообразно обосновывать, исходя из комплексных расчетов, в том числе с использованием разработанной экономико-математической модели, которая позволяет количественно определить значения технических и технологических параметров и связать их с внешними макроэкономическими факторами. При этом выбор оптимальных параметров технологических схем и паспортов крепления подготовительных выработок анкерной или комбинированной крепью в различных горногеологических условиях разработки угольных пластов значительно облегчится и станет более точным.

Экономический эффект от применения технологии подготовки выемочной панели с анкерным креплением выработок и комплексно-механизированной укладкой породы в выработанном пространстве лав достигается путем уменьшения производственных затрат за счет:

а) проходки вентиляционных штреков уменьшенным до 9,5 м² сечением, их закреплением анкерной крепью до начала очистных работ, с расширением штреков позади окна лавы в процессе отработки столба и оставлением породы от расширения в ее выработанном пространстве породопогрузочным комплексом машин:

$$Э_1 = Z_{B1} - Z_{H1} = 103,07 - 87,25 = 15,82, \text{ млн. грн в год}$$

где Z_{B1} - годовые затраты на проходку 2-х квершлагов длиной по 0,75 км и 6-ти выемочных штреков длиной по 1,7 км, что позволяет подготовить до 1446 тыс. т угля при вынимаемой мощности пласта 1,05 м, млн. грн; Z_{H1} - затраты на проходку 2-х таких же квершлагов и 4-х выемочных штреков, три из которых используются повторно, млн. грн.

б) уменьшения с 271,56 до 156,825 тыс. т объемов породы от проходки и ремонта штреков, выдаваемой из шахты и вывозимой в отвалы, а также оставление в шахте свыше 54,8 тыс. т породы в год:

$$\mathcal{E}_2 = Z_{B2} - Z_{H2} = 9,433 - 5,552 = 3,881, \text{ млн.грн в год}$$

Общий расчетный годовой экономический эффект от применения новой технологии по результатам отработки выемочной панели, содержащей до 1,4 млн.т угля, составляет:

$$\mathcal{E}_\Sigma = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 15,82 + 3,881 = 19,701 \text{ млн.грн в год.}$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головнин С.Д. Оценка результатов хозяйственной деятельности промышленных предприятий. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 64 с., ил.
2. . Кияшко А.И. Взаимодействие механизированных крепей с боковыми породами / А.И. Кияшко, С.А. Саратикянц, Н.П. Овчинников, Ю.И. Кияшко. - М.: Недра, 1990. – 128 с.
3. Булат. А.Ф. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / Булат. А.Ф., Виноградов В.В. - Днепропетровск: Арт-пресс, 2002. – 245 с..
4. Плющев В. Реконструкция угольной отрасли, без учета требований экологической составляющей непременно приведет к экологическому кризису // Уголь Украины. – 2001. – № 6. – С. 27-67.
- 5 Транспорт на горных предприятиях: / Под. общ. ред. проф. Б.А. Кузнецова. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Недра, 1976. – 552 с
6. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. - М.: Экономика, 1977. – 45 с.
7. Кияшко Ю.И. Об альтернативном пути развития технологий подземной угледобычи в усложняющихся горно-геологических условиях их применения // Уголь Украины, - 2004 - №7, С. 11-14.
8. Кияшко Ю.И. Методические предпосылки к разработке альтернативных технологий подземной угледобычи // Гірничодобувна промисловість України і Польщі: Актуальні проблеми і перспективи: Матеріали Українсько-Польського форуму гірників – 2004 (Крим, Ялта. 2004). – Дніпропетровськ:НГУ. 2004. –С.186-195.
9. Кияшко Ю.И., Кириченко А.В. Минимизация производственных затрат на крепление горных выработок в тяжелых условиях эксплуатации // Геотехническая механика. - 2009. – С. 105-113
10. Амоша А.И. Методика оценки эффективности инноваций в угольном производстве: Монография / А.И. Амоша, А.И. Кабанов, В.Е. Нейенбург, Ю.З. Драчук / НАН Украины. – Донецк: ИЭП, 2005. – 250 с.
11. Рішення про видачу патенту на винахід №а2009 13298 від 21.12.2009р. Спосіб підготовки і відробки виймкових дільниць / Булат. А.Ф., Виноградов В.В., Кияшко Ю.І. та інш.