

## **КОНЬЮНКТУРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ ШТРЕКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ**

У ретроспективному плані розглянуті концептуальні, наукові та технологічні аспекти підтримки гірничих виробок. На прикладі досвіду шахти “Красноармійська-Західна № 1” показано подальший розвиток комбінованих охоронних конструкцій виїмкових штреків.

## **MARKETEERING - ECONOMIC AND MINING - TECHNOLOGICAL ASPECTS OF THE MAINTENANCE OF THE COAL MINE'S DRIFTS**

Conception, scientific and technological aspects of the coal-mine's maintenance are considered in the retrospective plane. The development of the combined protection constructions of the drifts are demonstrated of the example of the coal-mine “Krasnoarmeyskaya-Zapadnaya № 1”

Задача повышения эффективности и безопасности проведения и поддержания горных выработок требует реализации новых управленческих и научных концепций, которые способны не только поддержать достигнутый технологический уровень шахтных производств, но и обеспечить, если не прорыв, то хотя бы стабильный его рост. Сейчас многие специалисты пришли к выводу, что в проблеме обеспечения охраны горных выработок угольных шахт характерным является не только противоречивость мнений по поводу оценок достигнутых научных результатов, но и в еще большей степени по поводу целей, которых можно достигнуть при их использовании. Полагаем, что это связано, в первую очередь, с тем, что их применение осуществляется в весьма широком диапазоне многообразных и сложных горно-геологических условий поддержания выработок, для которых зачастую используемые знания и закономерности не были установлены. Заметим, что, несмотря на выявленные в последнее время фундаментальные закономерности об особенностях деформирования и разрушения породных массивов, ослабленных горными выработками [1-5], наиболее неясным остается геомеханическое поведение углепородных толщ в условиях изменения напряженно-деформированного и структурно-фазового состояния породных массивов. Очевидно, что для более глубокого понимания этих процессов необходимо всестороннее изучение физических механизмов самоорганизации массива пород вблизи подземных выработок в широком диапазоне горно-геологических условий и при различных конструкциях подземных геотехнических систем. Поэтому основная задача геомеханики состоит в постоянном расширении условий и объемов проведения экспериментальных исследований, как базы для теоретических обобщений. Отсюда важными являются шахтные эксперименты, которые в последнее время проводятся крайне недостаточно, хотя только на их основе можно получить совершенно неожиданные и столь же интересные результаты.

Практикам горного производства следует осознать, что постановка шахтных экспериментов это не удовлетворение наукой любопытства за их средства, а жгучая потребность угольных шахт, о чем свидетельствуют последние события.

На повестке дня стоит задача обобщения имеющихся и получения новых экспериментальных данных, как для создания элементов фундаментальной теории, так и феноменологических теорий описания геомеханических процессов, происходящих в подземных геотехнических системах угольных шахт. Здесь уместно привести слова Ю. Швингера [6], что «...истинная роль фундаментальной теории заключается не в том, чтобы описать сразу же имеющийся необработанный теоретически экспериментальный материал, а в том, чтобы объяснить относительно небольшое число параметров феноменологической теории в терминах, которых было описано огромное количество экспериментальных данных».

Очевидно, что именно феноменологические теории позволят обосновать ряд практических правил и технологий управления горным давлением в выработках угольных шахт. Сегодня можно утверждать, что прорывных технологий в области крепления, поддержания и охраны горных выработок не существует - все они носят эволюционный характер. Главных причин тому несколько.

Первая – никогда угольной промышленности не выделялись достаточные средства на прогнозирование и формирование стратегии разработки указанной проблемы.

Вторая – имеющийся научно-технический потенциал, наработанный академическими, отраслевыми институтами и ВУЗами, по-прежнему, остается не востребованным, а его использование и развитие не обеспечивается финансовой поддержкой.

Третья - отрасль, будь-то в части применения металлокрепей, анкерных крепей или охранных конструкций с неметаллическими материалами, к сожалению, с опозданием, а порой и неумело повторяла зарубежный опыт (Германия, Великобритания, США), игнорируя достижения своих ученых.

Четвертая – (нынешняя) – целый ряд малых венчурных фирм, имея необходимую базу и специалистов, разрабатывают и испытывают на шахтах отрасли инновационные новшества за счет собственных средств, но отрасль не координирует их работы, не оказывает стимулирующую поддержку, поэтому даже качественно новые разработки применяются в весьма ограниченных объемах. Очевидно, что крайне актуальным является развитие известных базисных форм инновационных процессов: административно-хозяйственной (шахты), программно – целевой (отрасль), инициативной (ученые, венчурные фирмы, специалисты).

И, наконец, пятая причина – это отсутствие объективной оценки эффективности технических новшеств и экономического механизма определения и получения финансовой статисфакции разработчиками, производителями и потребителями технических новшеств.

Говоря об экономической стороне проблемы, следует указать на два ее аспекта. Первый связан с тем, что в оценке экономической эффективности внедряемых новшеств в большинстве случаев присутствуют элементы произвольности и искажения исходной базы, принимаемой в расчетах. Другой аспект, который связан с острой необходимостью существенного снижения капитальных и эксплуатационных затрат на проведение и поддержание выработки, величина

которых достигает до 30% в себестоимости добычи угля, требует постоянного изучения физики горных процессов в широком смысле их понимания.

Очевидно, что первоочередной задачей является системное изучение физико-механических свойств пород и массивов. Пользование среднестатистическими показателями свойств пород по шахте становится некорректным как для расчетов, так и моделирования процессов. Центральной задачей остается изучение физики процессов самоорганизации породного массива под влиянием естественного и техногенного полей напряжений в условиях различных площадей его обнажения. Задача создания физико-технических основ управления деформационными процессами в угольных и породных массивах требует постоянного и системного изучения их взаимодействия с различными подземными геотехническими системами шахт.

Подытоживая эту часть статьи, укажем, что для обеспечения технического прорыва в решении указанной проблемы надо создать научную, технологическую и управленческую инновации, которые в совокупности обеспечат ценностную экономическую инновацию, имеющую долгосрочные конкурентные преимущества. Совокупные действия в этом направлении, на наш взгляд, должны быть воплощены в программах шахт по техническому развитию производств.

Исходя из изложенных предпосылок, и выделяя из общей проблемы угледобычи частную задачу, нами была поставлена задача изучения геомеханики устойчивости горных выработок, подверженных влиянию фронта очистных работ, в целях разработки эффективных технических решений их поддержания. Комплекс исследовательских работ был проведен в условиях поддержания горных выработок на шахте «Красноармейская-Западная № 1».

Рабочая гипотеза имела две предпосылки: 1) устойчивость выемочных штреков – это физика больших перемещений (смещений) и 2) перспективными в поддержании участков выработок угольных шахт является применение комбинированных охранных конструкций нарастающего сопротивления с комбинированной условиями податливостью [7].

В связи с этим в задачу исследований входила оценка величин смещений пород при различных охранных конструкциях. Для этого были оборудованы наблюдательные станции в выработках, указанных в таблице 1, которые были закреплены крепью КМП-15,4-19,3. Анализ данных таблицы 1 показывает, что величины смещений (опускания) пород составляет 0,5-1,2 м, а потеря сечения выработок достигает 7,0 м<sup>2</sup>. Большими значениями характеризуется скорость потери сечения выработки, достигая в максимуме 600-1000 см<sup>2</sup>/сут. В зоне влияния очистных работ потеря высоты выработки увеличивается в 1,25-1,35 раза, а пучение превышает 0,8-1,2 м. Понятно, что в таких условиях применяемая арочная крепь не в состоянии самостоятельно компенсировать в полной мере большие смещения пород в выработку и обеспечить ее эксплуатационное состояние для отработки последующей лавы.

Таблица 1 – Результаты шахтных наблюдений за смещением пород и потерей сечения в горных выработках

Выработка	№ наблюдательной станции, ПК	Параметры выработки			Потери			$\frac{\Delta S}{t}$ см <sup>2</sup> /сут
		h, м	b, м	S, м <sup>2</sup>	$\Delta h$ , м	$\Delta b$ , м	$\Delta S$ , м <sup>2</sup>	
1-й южный конвейерный штрек бл. № 2	1(ПК 130)	<u>2,16</u>	<u>4,33</u>	<u>7,5</u>	0,49	0,67	3,3	1000,0
		2,65	5,00	10,8				
	2(ПК 144)	<u>2,4</u>	<u>5,1</u>	<u>9,8</u>	0,3	0,1	1,6	450,0
		2,7	5,2	11,3				
	3(ПК 154)	<u>2,15</u>	<u>4,6</u>	<u>8,1</u>	0,92	0,3	5,3	246,0
		3,07	4,9	13,4				
	4(ПК 175)	<u>2,7</u>	<u>4,7</u>	<u>10,9</u>	0,4	0,1	1,6	77,0
		3,1	4,8	12,6				
1-й южный конвейерный штрек центральная панель бл. № 8	5(ПК 109)	<u>2,6</u>	<u>5,0</u>	<u>10,7</u>	0,4	0,3	2,0	130,0
		3,0	5,3	12,7				
	6(ПК 121)	<u>2,6</u>	<u>5,0</u>	<u>10,6</u>	0,4	0,15	2,1	101,0
		3,0	5,15	12,7				
	7(ПК 122)	<u>2,65</u>	<u>5,0</u>	<u>10,8</u>	0,55	0,3	3,7	112,2
		3,2	5,3	14,5				
	8(ПК 150)	<u>2,5</u>	<u>4,9</u>	<u>10,0</u>	0,3	0,2	1,3	62,0
		2,8	5,1	11,3				
	9(ПК 166)	<u>2,6</u>	<u>5,1</u>	<u>10,6</u>	0,5	0,42	3,2	97,0
		3,1	5,52	13,8				
	10(ПК 172)	<u>2,85</u>	<u>5,0</u>	<u>11,8</u>	0,45	0,4	2,8	130,0
3,3		5,4	14,6					
11(ПК 188)	<u>2,8</u>	<u>5,35</u>	<u>12,5</u>	1,2	0,05	6,8	327,0	
	4,0	5,4	19,7					
2-й южный конвейерный штрек бл. № 5	12(ПК 81)	<u>2,18</u>	<u>5,1</u>	<u>9,3</u>	1,04	0,2	4,5	633,0
		3,22	5,3	13,8				
	13(ПК 96)	<u>2,58</u>	<u>5,0</u>	<u>10,5</u>	0,87	0,3	4,6	313,0
		3,45	5,3	15,1				
	14(ПК 103)	<u>2,64</u>	<u>5,2</u>	<u>9,6</u>	0,64	0,2	4,2	286,0
		3,278	5,4	13,8				
15(ПК 111)	<u>2,44</u>	<u>5,15</u>	<u>9,2</u>	0,68	0,25	4,3	292,0	
	3,125	5,4	13,5					
2-й южный конвейерный штрек центральная панель бл. № 5	16(ПК 4)	<u>3,2</u>	<u>5,3</u>	<u>14,2</u>	0,3	0,05	1,4	78,0
		3,5	5,35	15,6				
	17(ПК 15)	<u>3,34</u>	<u>5,5</u>	<u>15,7</u>	0,7	0,2	3,1	173,0
		4,0	5,7	18,8				
	18(ПК 34)	<u>3,2</u>	<u>5,5</u>	<u>14,5</u>	0,5	0,1	2,9	162,0
		3,7	5,6	17,4				
	19(ПК 46)	<u>3,6</u>	<u>5,45</u>	<u>16,8</u>	0,5	0,1	2,7	151,0
		4,1	5,55	19,5				

Одновременно с измерениями смещений пород, на базе маркшейдерских замеров оценивалось вывалообразование в штреках. Установлено, что высота вывалов варьирует в пределах 1,0-1,5 м, при среднем значении 2,5 м. На базе

результатов статобработки установлено, что высота обрушения пород, определяющая нагрузки на охранную конструкцию с погрешностью 18-22%, может быть описана линейной зависимостью следующего вида:  $h_b=0,2+0,7v$  ( $v$  – ширина выработки).

Для оценки влияния типа охранной конструкции на величину смещений был проведен специальный шахтный эксперимент во 2-ом южном конвейерном штреке блока 8, для чего отдельные его участки были закреплены по разным схемам, которые даны в табл. 2.

Таблица 2 – Схема крепления 2-го южного конвейерного штрека блок № 8 за лавой на момент обследования

Тип крепления	Сечение в свету, м <sup>2</sup>	Интервал, ПК...ПК
Литая полоса + рама + анкер (2,9 – 4 шт.- 4,0 м – 9 шт.)	15,5	ПК 68 – ПК 78
Литая полоса + рама + анкер (2,9 м – 7 шт.)	15,5	ПК 78 – ПК 117
Литая полоса/тубинги + рама + анкер	15,5	ПК 117 – ПК 133
Рама	15,5	ПК 133 – ПК 149+ 6 м
Литая полоса + рама + анкер (2,9 м – 7 шт.)	15,5	ПК 149 + 6 м – ПК 178

Состояние конкретного участка определялось суммарным воздействием эффектов, связанных с перемещением лавы и взаимодействием массива с охранной конструкцией.

Проводившиеся в штреке наблюдения позволили установить такие особенности во взаимодействии охранных конструкций с породным массивом:

а) наиболее нагруженной частью охранной конструкции при всех вариантах ее реализации является верхняя;

б) характерна существенная асимметрия нагрузок на крепь, что проявляется в асимметрии деформаций при симметричной установке элементов крепи во всех ее вариантах, причем максимум боковой нагрузки на крепь направлен со стороны налегающей на литую полосу породной консоли.

Более детальное изучение распределения характера деформации крепи по мере удаления от лавы позволяет выделить несколько характерных участков:

а) порядка 40 м за лавой, где деформация контура при непрочной еще литой полосе определяется совместным воздействием крепи сопряжения штрека с лавой и эксплуатационной крепи штрека и не имеет ярко выраженного характера;

б) в интервале 40-200 м за лавой, где преобладающая нагрузка на крепь действует со стороны налегающего на литую полосу массива;

в) более 200 м от лавы, где нагрузка на охранную конструкцию становится симметричной, а максимум приходится на ее верхнюю часть.

Виброакустической диагностикой охранных конструкций выявлены особенности их нагружения. Наибольшая асимметрия нагрузок (2,0-3,0) характерна для рамных крепей. Отличительной особенностью работы анкерных крепей яв-

ляется более равномерная ее нагруженность, при этом наблюдается уменьшение нагрузки на анкерка со стороны литой полосы. Поскольку, в отличие от рамной крепи анкерная крепь вступает в работу мгновенно после ее воздействия, то она является эффективным средством предотвращения породного массива со стороны литой полосы до затвердевания ее материала.

Эффективность работы литой полосы оценивалась по геомеханике процессов в выработке по интенсивности уровня естественного импульсного электромагнитного излучения (ЭМИ), для чего конкретные излучения проводились со стороны угольного целика и со стороны выработанного пространства с возведенной литой полосой.

Выявлено, что на расстоянии порядка 40 м за лавой интенсивность ЭМИ со стороны литой полосы выше. Она не приобрела еще достаточной жесткости и не может эффективно приостановить процесс разрушения налегающей на полосу породы, сопровождающейся образованием новых поверхностей и, следовательно, высвобождением энергии в различных формах, в том числе и в форме широкополосного электромагнитного излучения. На протяжении следующих 50 м, судя по уровню ЭМИ с обоих направлений, жесткость полосы соизмерима с жесткостью угольного целика, обеспечивая примерно одинаковые условия для налегающих пород. В дальнейшем полоса совместно с тубингами приобретает свойства жесткой опоры, а угольный целик по сравнению с ней становится более податливым. Регистрируемое электромагнитное излучение исходит как от самого пласта, микроразрушения которого способны к хрупкому разрушению, так и от налегающего алевролита кровли, имеющего невысокие показатели прочности на разрыв, что способствует образованию новых поверхностей при сравнительно невысоких механических напряжениях в породном массиве.

Анализируя совокупно результаты вибродиагностики и контроля уровня ЭМИ, можно заключить.

Первый участок (0-40 м) характеризуется существенным влиянием лавы на распределение напряжений в массиве. Литая полоса на данном участке еще не является достаточно жесткой опорой, способной противостоять давлению налегающей породной консоли. В этот период деформации контура самого штрека эффективно ограничивается системой закрепленных в нем анкеров, не имеющих «холостого хода» и в определенной степени рамной крепью. В ближней зоне сказывается положительное влияние крепи сопряжения лавы со штреком. Несмотря на явную асимметрию граничных условий, штрек на этом участке в основном сохраняет свою форму, а распределение нагрузки на охранную конструкцию носит в значительной степени случайный характер, определяемый качеством возведения крепи. В то же время в выработанном пространстве идут интенсивные процессы разрушения кровли, определяющие повышенный уровень электромагнитной эмиссии.

На втором участке (40-200 м) влияние лавы ослабевает, но является еще существенным фактором, определяющим распределение напряжений в породном массиве. Литая полоса приобретает характеристики, соизмеримые с характеристиками угольного пласта. Это способствует выравниванию боковых нагрузок

на охранную конструкцию. Появляется четко выраженный максимум нагрузки на верхнюю часть охранной конструкции. В это время зона расслоений над выработанным пространством распространилась в глубину массива, снизив вертикальные сжимающее напряжение в ее объеме и, соответственно, создав зону опорного давления над литой полосой и частично над выработкой за пределами разрушенной приконтурной области. По данным измерений, выполненных на этой же шахте, на участке со сходным строением кровли – в дренажном квершлагге горизонта 708, зона интенсивной трещиноватости не превышает 1,3 м. Сдвиг зоны опорного давления в глубину массива приводит к появлению боковой нагрузки на крепь, которая наиболее четко проявляется на втором участке по визуально наблюдаемой деформации арок.

На третьем участке (более 200 м) влияние лавы уже практически не сказывается на состоянии штрека. Литая полоса становится более жесткой, чем породы на контакте сверху и снизу. С одной стороны это обеспечивает значительное снижение бокового давления на нижнее звено рамной крепи со стороны выработанного пространства. С другой стороны полоса начинает проявлять себя как жесткий штамп, вдавливаемый в породы почвы и вызывающий пучение на границе с ней.

Для обоснования параметров способа получены аналитические выражения определения предельных величин опускания кровли, радиус зоны неупругих деформаций, а также расчета высоты вывалов, определяемой нагрузки на охранные полосы (ошибка вычислений – 12-20%). При этом использованы разработки ИГТМ НАНУ, но на базе собственных шахтных измерений внесены в формулы корректирующие коэффициенты  $K_{вз}$ , характеризующие взаимодействие системы «конструкция – массив» и изменяющиеся в пределах 1-8: рамная крепь – 1; рама с анкерами – 2; их комбинация с литой полосой – 4; их комбинация с литой полосой и железобетонными блоками – 8.

Детальное исследование комбинированной конструкции с охранными полосами позволило установить следующее. Важную роль в охранной конструкции имеет анкерная крепь. Виброакустикой показано, что она повышает монолитность массива и предотвращает его разноглубинную устойчивость, особенно комбинация металлополимерных (2,4 м) и канатных (4,0 м) анкеров. Улучшается работа рамной крепи. Относительные показатели нагрузки, представляющие обратную величину амплитуде колебания крепи, изменяются от 0,060 (асимметрия нагрузки) до 0,030 (равномерная нагрузка). Максимум нагрузок на рамную крепь при отсутствии полосы смещен в сторону выработанного пространства. На участках с полосой коэффициент асимметрии нагрузок уменьшается, если он без полосы 2-3, то с полосой 1,20-1,25.

Таким образом, литая полоса из твердеющих материалов выполняет двойственную роль: с одной стороны работает как опора, предупреждающая расслоение и разрушение пород кровли угольного пласта, чем обеспечивается формирование над штреком защитного перекрытия. С другой стороны, охранный конструкция из полосы, в том числе и включающей железобетонные блоки, выполняет роль «режущей» крепи, провоцирует разрушение – облом кровли пласта со

стороны выработанного пространства, чем обеспечивается предупреждение разрушительного действия горного давления на сопряжение штрек – лава.

В совокупности с анкерной крепью, которая повышает монолитность массива, литая полоса уменьшает коэффициент асимметрии нагрузок на рамную крепь с 2-3 до 1,20-1,25.

Проводившиеся одновременно с приборной диагностикой метрические измерения позволили сопоставить величины смещений пород в полость штреков в зависимости от вида охранной конструкции. На базе обработки маркшейдерских замеров получена вероятностно-статистическая зависимость оценки смещений кровли выработок с учетом влияния очистных работ:

$$U_k = 0,001 \frac{b}{h} (80 - L) \left( E \frac{\gamma H}{\sigma_{сж}} \right). \quad (1)$$

В выражении (1) приняты следующие обозначения:  $\sigma_{сж}$  – прочность пород на сжатие;  $\gamma H$  – показатель условий сложности поддержания выработок;  $b$  и  $h$  – ширина и высота выработок;  $L$  – расстояние до лавы, изменяющееся в диапазоне (+80 м) – (-150 м);  $0,87 < K_k \leq 0,93$ ;  $E = 20,0$ ;  $K_{вз}$  – введенный нами коэффициент, характеризующий взаимодействие породного массива и охранной конструкции –  $1 \leq K_{вз} \leq 8$ ; большие значения  $K_{вз}$  характерны для жестких систем; при рамной крепи  $K_{вз} = 1,0$ , а при ее комбинации с анкерной крепью равен 2; комбинация с литой полосой – 4; при комбинации с литой полосой и ЖББ – 8.

Сравнение величин смещений пород в штреках при разных охранных конструкциях показывает, что их уменьшение носит гиперболический характер - с увеличением иерархии структуры конструкции и в среднем составляет: для рам – 1,0-1,2 м; рам с анкерами – 0,45-0,60; комбинации с литыми полосами – 0,3-0,5; комбинации с литой полосой и железобетонными блоками – 0,20-0,35 м.

Резюмируя изложенное можно заключить:

1) традиционно применяемая арочная крепь не в состоянии самостоятельно компенсировать в полной мере большие смещения пород в выработку и обеспечить их эксплуатационное состояние даже при увеличении сечения выработок на 15-30% и расхода металлопрофиля до 65-1000 кг/пог. м, - так как несвоевременно включается в работу и не наступает требуемого рабочего сопротивления за нужный промежуток времени;

2) для поддержания выемочных выработок перспективными являются комбинированные системы с использованием литых околоштрековых полос различной несущей способности, податливости и формы, которые изменяют механизм деформирования пород над штреками (сопряжениями) и обеспечивают их повторное использование;

3) разработанный нами совместно с другими специалистами технологический регламент применения таких комбинированных систем [7] обеспечил эффективную отработку на шахте «Красноармейская-Западная № 1» и повторное использование выемочных штреков, что обеспечило рост нагрузок на очистные



забои при значительном экономическом эффекте и повышении безопасности ведения горных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закономерность разрушения предельно-напряженных горных пород при слабых воздействиях. Диплом № 1 / В.Н. Потураев, А.Н. Зорин, В.В. Виноградов, А.Ф. Булат // Научные открытия (научные гипотезы, научные идеи). – М., С.-П.- 2000. – С. 20.
2. Закономерность омоноличивания рыхлых водонасыщенных пород под воздействием электрического тока. Диплом № 12 / В.И. Бондаренко, Г.Г. Пивняк, А.Н. Зорин // Научные открытия (научные гипотезы, научные идеи). – М., С.-П.- 2000. – С. 27-88.
3. Закономерность изменения устойчивости обнажений в выработках. Диплом № 131 / В.Г. Агеев, С.В. Кужель, Е.А. Сдвижкова, С.Б. Тулуб, А.Н. Шашенко // Научные открытия (научные гипотезы, научные идеи). – М., С.-П.- 2000. – С. 114.
4. Явление образования перемещающихся нарушенных зон в напряженных горных породах. Диплом № 188 / В.Я. Кириченко, Е.Л. Звягильский, А.В. Лишин, Б.М. Усаченко, Ю.М. Халимендик // Научные открытия (сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез). – М., 2000. – С. 62-63.
5. Закономерность самоорганизации грунтовых и породных массивов вокруг протяженных подземных выработок. Диплом № 318 / Л.В. Байсаров, М.А. Ильяшов, В.В. Левит, Т.А. Паламарчук, В.Е. Сергиенко, В.Б. Усаченко, А.А. Яланский // Потоцкий В.В. Научные открытия, идеи, гипотезы (1992-2007). Информационно-аналитический обзор. М.: МААНОИ, 2008. – С. 298-299.
6. Физики о физике. Физика твердого тела: новые идеи и методы. Сборник статей. М., Знание. – 1972. - № 4. – 64 с.
7. Байсаров Л.В., Ильяшов М.А. Демченко А.И. Геомеханика и технология поддержания повторно используемых горных выработок. – Днепропетровск: ЧП «Лири ЛТД», 2005. – 240 с.
8. Временный технологический регламент по охране подготовительных выработок угольных шахт литыми полосами из твердеющих материалов / А.Ф. Булат, М.А. Ильяшов, Б.М. Усаченко, Л.В. Байсаров и др. – Днепропетровск, РИА «Днепр». – VAL», 2004. – 33 с.