

БУРЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ШАХТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Рассматриваются перспективы способа проходки вертикальных стволов бурением. Выполнен анализ опыта бурения стволов в странах СНГ, достоинств и недостатков данного способа строительства.

Розглянуто перспективи способу проходження вертикальних шахтних стволів бурінням. Виконаний аналіз досвіду буріння стволів в країнах СНД, достоїнств та недоліків цього способу будівництва.

Perspectives way of vertical shafts drilled are presented. The analysis of experience drilling shafts in the CIS countries, advantages and disadvantages of this method of construction.

Введение. До начала 90-х годов XX века интенсивное развитие угольной промышленности в СССР характеризовалось ежегодным увеличением протяженности вертикальных горных выработок. При этом доля стволов, пройденных способом бурения составила около 50 %. Так, за 60 лет XX века холдингом «Спецшахтобурение» было пробурено более 500 стволов и скважин большого диаметра общей протяженностью около 200 км.

До настоящего времени традиционная технология проходки способом БВР шахтных стволов пользовалась предпочтением, однако для значительного повышения скорости и экономичности проходки с одновременным повышением безопасности труда потребовалось перейти к более перспективным технологиям – бурению стволов [1].

Сегодня однозначно можно утверждать, что мировая тенденция развития и модернизации строительства вертикальных стволов – безлюдная проходка, т.е. бурение с поверхности.

Основная часть. Анализ особенностей применения технологии проходки вертикальных стволов шахт. На рисунке 1 приведены основные способы проходки шахтных стволов.

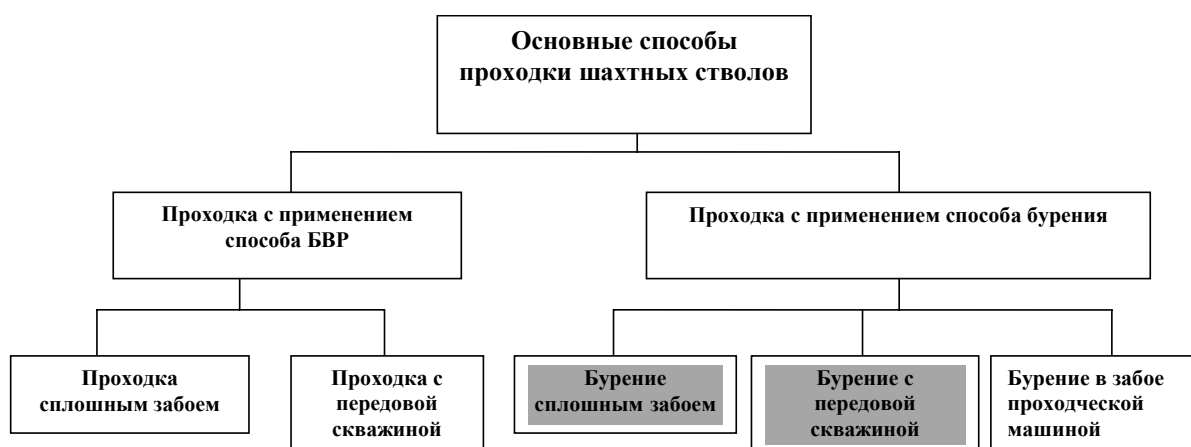


Рис. 1. Способы проходки шахтного ствола

Это перспективное направление развивалось в Украине с 1981 года, когда отечественные разработки буровых установок типа РТБ и совместные украинско-германские роторные установки фирмы «Вирт», широко внедрялись на шахтах Украины и всего СССР для сооружения вертикальных стволов.

Горно-геологические условия не всегда позволяют с должным эффектом применять эту технологию.

Из табл.1 видно, что технические и коммерческие скорости сооружения скважин при бурении конкурентноспособны в сравнении со способом БВР лишь при категории пород по буримости до 7 и угле залегания пород до 15°. В породах с крепостью свыше 8 категории по буримости предпочтительнее применять способ БВР.

Таблица 1

Темпы проходки вентиляционных скважин в различных горно-геологических условиях

№ п/п	Наименование объекта	Способ бурения	Диаметр/ Глубина, м	Средняя категория по буримости	Угол залегание пород, град.	Техническая скорость строительства, м/мес	Коммерческая скорость строительства, м/мес
1	2	3	4	6	9	10	11
1	Вент. скважина ш. им. «Фрунзе» ПО «Ровенькиантрацит»	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	3,2/680	6,2	до 12	51	30,2
2	Вент. скважина ш. «Криничанская - Южная» ПО «Первомайскуголь»	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	2,6/ 400	6,4	до 7	61	30,8
3	Вент. скважина ш. «Самбековская» ПО «Ровенькиантрацит»	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	2,6/ 501	6,7	до 10	56	25,1
4	Вент. скв. ш. «№6 Булавинская» трест «Орджоникидзеуголь»	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	1,8/ 350	7,1	до 60	13,5	10
5	ш. им. Космонавтов П.О. "Ровенькиантрацит"	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	2,6/742	8,1	до 13	23,3	19,4
6	ш. №1-2 им. Свердлова комб. "Свердловантрацит"	РТБ установка «Уралмаш-4Э»	2,6/680	8,3	до 13	23,1	18,8
7	Вент. скважина ш. «Украина» ПО «Селидовуголь»	Роторная установка Л-35«Вирт»	2,6/543	6,7	до 6	60	31,9
8	Вент. скважина ш. «Новгородовская» ПО «Селидовуголь»	Роторная установка Л-35«Вирт»	3,2/447	6,8	до 6	56	31,9
9	Вент. скважина ш. «Октябрьская-Южная» ПО «Ростовуголь»	Роторная установка Л-35«Вирт»	4,0/170	6,1	до 8	76	28,3
10	ш. "Харьковская" П.О. "Свердловантрацит"	Роторная установка Л-35«Вирт»	4,0/336	7,6	до 11	28,2	19,5

1	2	3	4	6	9	10	11
11	ш. им. 60 лет Советской Украине П.О. «Донецкуголь»	Роторная установка Л-35«Вирт»	4,0/748	6,9	до 24	27,7	23,5
12	ш. «Юбилейная» ПО «Ростовуголь»	Роторная установка Л-35«Вирт»	4,0/495	7,2	до 16	27,3	18,1

Выгода при бурении очевидна в регионах с породами крепостью до 6-8 категории по буримости (рис. 2), где возможно достижение высоких темпов и быстрых сроков сооружения выработок. Так, например, на шахте «Украина» при бурении вентиляционной скважины Ø 3,2м; Н= 543,0 м максимальная скорость проходки составила 121 м/мес., а общее время сооружения скважины-18 месяцев.



Рис.2. Карта с указанием благоприятных горно-геологических условий для проходки стволов бурением

Надо отметить, что применение различных видов бурения влияет лишь на техническую скорость проходки, так как при использовании способа РТБ (установка «Уралмаш-4Э») скорость бурения протяженных участков увеличивается на 20-30% по сравнению с роторным способом (установка фирмы «Вирт»), а коммерческая скорость сооружения стволов остается практически одинаковой при применении любого из вышеупомянутого способа, т.к. при роторном бурении оснащение занимает в 2-3 раза меньше времени (до 2-3 месяцев).

При сооружении вертикальной выработки способом бурения объем подготовительных работ обычно составляет не более 10% от объема оснащения главных стволов. Быстрый разворот связан с низкими требованиями к благоустройству в начальный период и модульной конструкцией установок. Малая, по сравнению с буровзрывным способом, энергоемкость (до 1000 кВт), допускает временное энергоснабжение. Максимально требуемое количество (до 40) людей упрощает решение социальных вопросов. Достигнутые ранее при безлимитном финансировании темпы до 120 м/мес. при высоких экономических показателях доказывают эффективность способа [2].

Подчеркнем еще раз, что прогрессивность бурения заключается и в том, что основные процессы: непрерывное разрушение и гидродъем породы из забоя, установка крепи в наполненный буровым раствором ствол, с последующей цементацией затрубного пространства – осуществляются без людей в забое при высокой степени механизации (рабочих в 3-4 раза меньше, чем при проходке буровзрывным способом). Экономия дает и снижение до 15% перебора сечения. Высокий уровень безопасности обусловлен отсутствием взрывных работ и людей в забое.

Особенно эффективно бурение при сооружении фланговых стволов диаметром до 4 метров. Капитальные затраты на 1 т добычи при их сооружении примерно в 10 раз ниже, чем при схеме строительства только через главные стволы [3].

Реконструкция развивает шахту в том же направлении, что и новое строительство. Ее задачами являются: увеличение производительности технологических звеньев, ликвидация «узких мест», улучшение безопасности, и главное, подготовка новых горизонтов, в целях прироста мощности. И все это, достигается классическими схемами строительства шахт с фланговыми скважинами. На рисунке 3 показано формирование элементов технологической схемы шахты, где крайне важна роль фланговых скважин-стволов, в развитии транспорта и вентиляции.

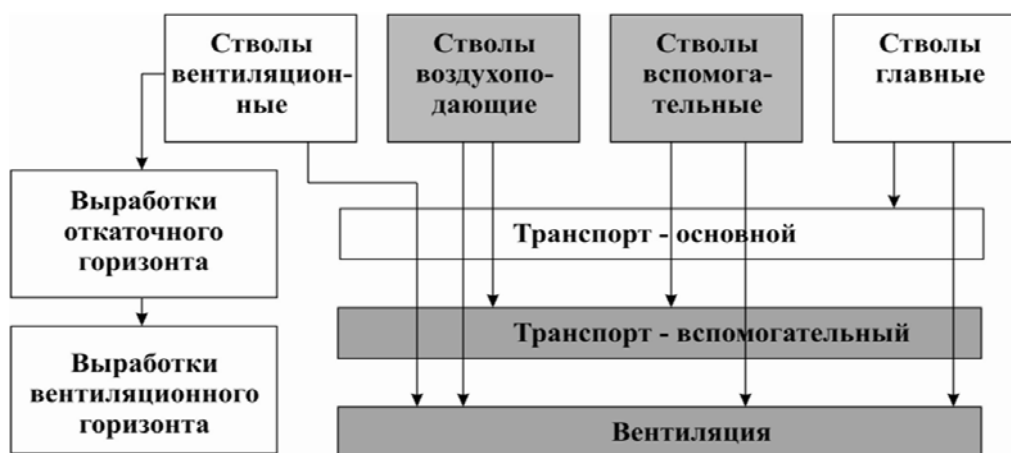


Рис.3. Формирование элементов технологической схемы шахты (выделение цветом – стволы, сооружаемые бурением)

Безальтернативность предлагаемого направления в шахтном строительстве подтверждает многолетний учет в холдинге «Спецшахтобурение» преимуществ, получаемых шахтой при бурении вентиляционных и воздухоподающих стволов и скважин. Из таблицы 2 видно, что это дополнительные, в среднем, до 2500 м³ воздуха, снижение депрессии более 60 мм, сокращение протяженности транспорта от 2 до 12 км, и, самое главное, прирост добычи до 30%. Плюс к этому – новые калориферы, вакуум-насосные, водоотливы, что позволяет говорить о многомиллионной экономической и социальной эффективности.

Таблица 2

Основные показатели эффективности использования отдельных стволов, пробуренных ОАО «ГХК «Спецшахтобурение» на шахтах Украины

№ п/п	Наименование объединения Количество пробуренных стволов Установленное оборудование	Суммарная протяженность, /средний диаметр, м	Показатели эффективности				Сокращение протяженности, м		Прирост добычи угля	Экономическая эффективность в ценах 1984 года, млн..руб.
			Снижение содерж. СН ₄ , %	Увеличение количества воздуха м ³ /мин	Снижение депрессии, мм вод. ст.	снижение t воздуха в горных выработках, град.	горных выработок	трубопроводов, кабельных линий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	"Донецкуголь"/8 3 калорифера, 3 вентилятора, 7 подъемов	3718/3,2	29,3	3025	71	2,1	6320	-	1895	1,960
2	"Селидовуголь"/10 8 вентиляторов, 1 калорифер, 1 котельная, 7 подъемов	4106/3,0	38,1	2593	97	2,6	1300	900	1925	0,306
3	"Красноармейскуголь"/3 3 вентилятора, 2 вакуум-насосных дегазационные станции , 3 подъема	860/3,4	12,9	930	59	1,5	700	-	710	0,230
4	"Добропольеуголь"/8 7 вентиляторов, 1 калорифер, 7 подъемов	3183/3,2	25,6	3387	64	1,8	-	-	3300	0,990
5	"Павлоградуголь"/5 4 вентилятора, 2 калорифера, 4 подъема	1503/2,6	18,4	2933	57	1,5	-	-	1780	0,560
6	"Октябрьуголь"/4 1 подъем	1092/2,8	14,2	1129	61	1,3	-	-	70	0,520

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	"Макеевуголь"/8 2 вентилятора, 1 вакуум-насосная стан- ция	4649/3,2	32,6	3212	69	2,3	3800	-	90	0,1430
8	"Шахтерскантрацит"/4 4 вентилятора	1836/2,8	9,7	1031	53	1,2	1500	-	85	1,353
9	"Торезантрацит"/4 5 вентиляторов, 1 подземная холодильная установка, 3 подъема	2337/2,3	27,8	2561	45	1,3	1250	570	270	2,050
10	"Донбассантрацит"/7 6 вентиляторов, 3 подъема	2895/2,3	28,3	2652	48	1,8	3200	-	320	0,950
11	"Ровенькиантрацит"/3 1 подъем	2420/2,3	11,7	2630	21	0,8	3250	-	230	0,956
12	"Свердловскантрацит"/5 1 вентилятор, 2 подъема	1429/3,5	14,3	3058	34	1,2	8000	12000	170	2,784
13	"Краснодонуголь"/9 5 вентиляторов, 4 подъема	5882/2,3	26,2	2768	63	1,7	6000	5000	537	2,371
14	"Луганскуголь"/12 7 вентиляторов, 1 подъем	4751/2,6	34,9	2360	112	2,8	-	-	1723	0,375
	ИТОГО: 7 калориферов, 55 вентиляторов, 1 котельная, 3 вакуум-насосных стан- ции	40661/2,82	23,1	34269 средн. 2448	61	1,8	35320	18470	13105	16,835

Отдельным вопросом выбора способа проходки и его технико-экономическое обоснование, является строительство стволов в условиях слабых, неустойчивых и обводненных пород.

Необходимо отметить, что скорость проходки отдельных стволов способом БВР на начальных этапах строительства, низкая, при этом темпы прохождения начальных метров составляют от 4 до 12 м/мес., а коммерческая скорость может снизиться до 3 м/мес. Это, в первую очередь, связано с длительностью оснащения стволов и поверхности для проходки (11-41 мес.), а во вторую – с затруднениями при сооружении устья и техотходов в неустойчивых, часто обводненных (водобильностью до 50 м³/ч), малой крепости, нередко обладающих пльвунными свойствами, породах, залегающих в отдельных случаях до глубины 100-250 м.

Для прохождения стволов в этой зоне традиционно применяют специальные способы, основные из которых заморозка, тампонаж и использование опускной крепи. Однако проходка по этим технологиям дорогая, требует специального оборудования и не гарантирует отсутствия остаточных притоков в ствол при его эксплуатации.

В то же время, указанные геологические затруднения легко преодолеваются при бурении стволов: неустойчивость пород компенсируется параметрами

специально подобранной промывочной жидкости, которая кроме своих основных функций исполняет роль временной крепи. Повышенные водопритоки при бурении не влияют на технологию и сроки сооружения выработки. Конструкция стальной крепи с последующей цементацией затрубного пространства гарантирует водонепроницаемость оболочки ствола на десятки лет.

Несмотря на все перечисленные положительные стороны способа бурения, имеются и проблемы, из-за которых резко снижаются темпы бурения и, в конечном счете, увеличиваются сроки и стоимость сооружения выработок. Это, главным образом, связано с обрушением стенок выработки и ее искривлением в процессе бурения.

При пересечении разреза сложенного неустойчивыми породами, в зонах тектонических нарушений и влияния горных выработок, нередко происходят обрушения стенок выработки с образованием каверн, что приводит к повторному перебурированию обрушенной породы, сверхнормативному расходу цементного раствора при тампонаже, создает аварийные ситуации, удорожает строительство.

Данные таблицы 3 подтверждают превышение проектной толщины закрепного пространства в среднем на 15-20% в условиях слабых, разнопрочных пород.

Таблица 3

Данные о фактических объемах тампонажа затрубного пространства по некоторым объектам ОАО «ГХК «Спецшахтобурение»

№п/п	Наименование объекта	Глубина/Диаметр скважины (ствола) в свету, м	Удельный объем пород в геолог. разрезе с категорией по буримости < 5	Объем тампонажа, м3		Толщина крепи, мм	
				проект.	факт.	проект.	факт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вент.скважина ш. "Россия" П.О. "Селидовуголь"	336/2,6	32	918	1266	300	340-500
2	Вент.скважина ш."Горняк" П.О. "Селидовуголь"	464/2,6	34	1106	1504	265	310-450
3	Вент.скважина ш. "Новгородовская №1" П.О. "Селидовуголь"	450/2,6	33	1229	1734	300	350-530
4	Воздухопод. скважина ш."Горняк" П.О. "Селидовуголь"	470/2,6	34	1284	1821	300	370-540
5	Воздухопод. скважина ш. "Украина" П.О. "Селидовуголь"	543/2,6	32	1483	2345	300	380-550
6	Вент.скважина ш."Белозерская" П.О. "Добропольеуголь"	525/2,6	30	1434	2103	300	350-520
7	Воздухопод. скважина ш."Белозерская" П.О. "Добропольеуголь"	525/2,6	30	1434	1997	300	330-520
8	Вент.скважина ш. "Новодонецкая" П.О."Добропольеуголь"	323/2,6	32	568	840	200	250-430

1	2	3	4	5	6	7	8
9	Воздухопод. скважина ш. "Красноармейская" П.О. "Добропольеуголь"	390/3,2	29	1763	2266	400	480-600
10	Воздухопод. скважина ш. "Пионер" П.О. "Добропольеуголь"	410/3,2	31	1525	1958	335	400-560
11	Воздухопод. скважина ш. им. Героев Космоса ПО "Павлоградуголь"	485/2,6	36	1325	1674	300	350-520
12	Вент. сважина ш. "Терновская" П.О. "Павлоградуголь"	280/2,6	35	765	1087	300	360-500

Характерная привязка образовавшихся каверн к геологическому разрезу показана на примере шахты имени Баракова (рис. 4).

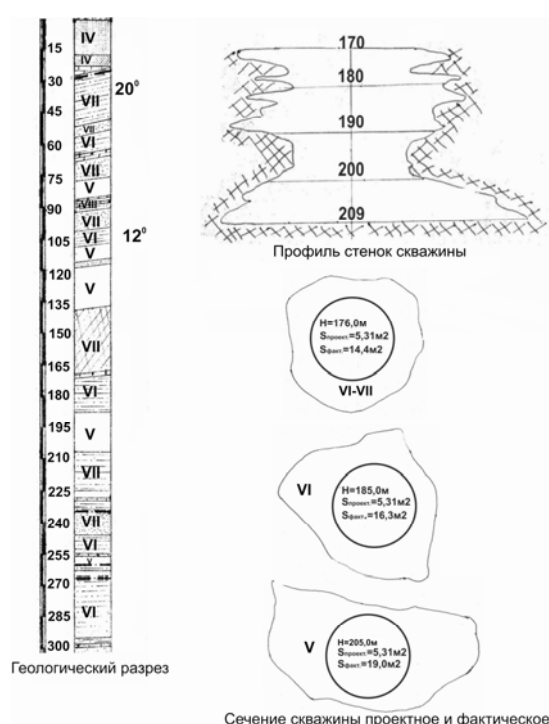


Рис. 4. Кавернообразование в интервале неустойчивых пород вокруг вентиляционной скважины $D=2,6\text{м}$; $H=643\text{м}$ шахты им. Баракова

Соблюдение проектных размеров ствола вчерне при бурении также актуально, как и при буровзрывной технологии. Однако, борьба с подобными отступлениями от нормативных требований носит принципиально другой характер, так как в массиве при бурении не образуется сеть мелких трещин, а основным способом поддержания стенок выработки в пределах проектного сечения является выбор режимов бурения и оптимальный состав бурового раствора, в котором такие основные факторы как удельный вес, водоотдача и условная вязкость влияют на устойчивость стенок и скорости бурения.

Вторая проблема – искривление общее или местное, уменьшает «живое» сечение выработки, вызывает затруднения при ее креплении и эксплуатации, в том числе расположение подъемных сосудов. Работы, связанные с исправлением кривизны могут занимать до 30% от общего времени бурения ствола.

Анализ таблицы 4 показывает, что в большинстве случаев отклонение скважин от вертикали превышают нормативные. При этом, если такие искривления незначительно отражаются на эксплуатационных характеристиках скважин необорудованных подъемом, то в случае, когда скважина должна оборудоваться подъемом (а это уже ствол) искривление более $i=50+0,15H$ (на 1000м более 200мм) является не допустимым.

Таблица 4

Сведения об отклонении некоторых стволов и скважин, пройденных способом бурения на объектах ОАО «ГХК «Спецшахтобурение»

№ п/п	Наименование объекта	Глубина/Диаметр, м	Величина отклонения допустимая от проектной оси, мм	Величина фактическая от проектной оси, мм
1	В/п скважина ш. «Белозерская» ГП «Добропольеуголь»	525/3,2	до 128,75	300
2	В/п скважина ш. «Горняк» ГП «Селидовуголь»	464/3,2	до 119,60	230
3	В/п скважина ш. «Горняк» ГП «Селидовуголь»	470/3,2	до 120,50	500
4	Вент. скважина ш. «Новгородовская№1» ГП «Селидовуголь»	450/3,2	до 117,50	350
5	Вент скважина ш. им.60 лет Советской Украины ГП «Донецкуголь»	748/4,0	до 162,20	670
6	Вент скважина ш. им.60 лет Советской Украины ГП «Донецкуголь»	370/2,6	до 105,50	170
7	В/п скважина ш. «Нижнекрынская» ГП «Макеевуголь»	560/2,6	до 134,00	400
8	В/п скважина ш. «Ясиновка-Глубокая» ГП «Макеевуголь»	555/2,6	до 133,25	200
9	Вент. скважина ш. им. Космонавтов ГП «Ровенькиантрацит»	742/2,6	до 161,30	380
10	В/п ш. им. Свердлова ГП «Свердловантрацит»	680/2,6	до 152,00	950
11	Вент. скважина ш. им. Войкова ГП «Свердловантрацит»	745/2,6	до 161,75	350
12	Вент. скважина ш. им. Войкова ГП «Свердловантрацит»	405/4,0	до 110,75	250
13	В/п скважина ш. «Украина» ГП «Селидовуголь»	543/2,6	до 131,45	450
14	Вент. скважина ш. «Харьковская» ГП «Свердловантрацит»	336/4,0	до 100,40	350
15	В/п скважина ш. «13-бис» ГП «Макеевуголь»	455/4,0	до 118,25	250
16	В/п ш. «Красноармейская» ГП «Добропольеуголь»	390/4,0	до 108,50	170
17	В/п ш. «Пионер» ГП «Добропольеуголь»	410/4,0	до 111,50	190

В настоящее время, причины, вызывающие искривление ствола при бурении, до конца не изучены, однако основные факторы, которые можно разделить на горно-геологические и технологические, приведены на блок-схеме (рис. 5).

Перечисленным проблемам искривления скважин и обрушения их стенок были посвящен ряд научно-технических работ в отечественной и зарубежной практике (Шацов Н.И., Эпштейн Е.Ф., Калинин А.Г., Булатов А.И., К. Зени, В. Зени., К. Пиготт, К. Маасс, Хайн Норман Дж. и др.), однако указанные проблемы в бурении остаются до конца не решены.



Рис. 5. Основные причины и факторы, вызывающие искривление стволов при бурении

Выводы:

1. В мире наблюдается тенденция увеличения добычи полезных ископаемых на больших глубинах, что потребует сооружения большого количества вертикальных стволов.
2. Бурение вертикальных стволов шахт является наиболее совершенной технологией, ее широкое распространение сдерживается отсутствием средств бурения по крепким породам соответствующей структуры (крутое падение пластов).
3. Важное значение в настоящее время имеют исследования в области классификации горно-технических условий применения соответствующих технологий проходки (бурение, БВР), совершенствования технических средств и технологических приемов, обеспечивающих экономичное, безопасное и эффективное сооружение вертикальных стволов.

Список литературы

1. Модернизация и перспективы технологии механизированной проходки шахтных стволов / П. Шмэ, Б. Кюнстле, Н. Хандке [и др.] // Глюкауф. – 2007. - № 4. – С. 28-31.
2. Тулуб С.Б. Новые технологии строительства стволов большого диаметра / С.Б. Тулуб, В. В. Левит, В. И. Пилипец // Уголь Украины. - 2008. - № 1. – С. 3-8.

3. Гузеев А. Г. Технология строительства горных предприятий : учеб. [для студ. высш. уч. зав.] / Гузеев А. Г., Гудзь А. Г., Пономаренко А. К. Киев – Донецк : Вища школа, 1986. – 390 с.
4. Жиленко Н. П. Справочное пособие по реактивно-турбинному бурению / Н.П. Жиленко, А. А. Краснощек. - М. : Недра, 1987. – 309 с.
5. Хайн Норман Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти / Хайн Норман Дж. - М. : Олимп-бизнес, 2010. – 752 с.
6. Стоев И. С. Технология и организация строительства вертикальных стволов шахт / И. С. Стоев, П. С. Стоев. – Донецк: ЦБНТИ, 1994. – 212 с.
7. Федюкин В. А. Проходка шахтных стволов и скважин бурением / Федюкин В. А. – Москва : Углетехиздат, 1959. – 454 с.
8. Левит В. В. О перспективах сооружения стволов и скважин большого диаметра / В.В. Левит, В.А. Турчин, А.А. Горелкин // Уголь Украины. – 2007.- № 8. – С. 14–16.
9. Буримов Ю. Г. Бурение верхних интервалов глубоких скважин большого диаметра / Буримов Ю. Г., Копылов А. С., Орлов А. В. - М. : Недра, 1975. – 232 с.
10. Бурение нефтяных и газовых скважин : учеб. [для студ. высш. и ср. уч. зав.] / [Шацов Н. И., Федоров В. С., Кулиев С. М. и др.] ; под ред. Н.И. Шацова. - М. : Гостоптехиздат, 1961. – 666 с.
11. Качан В. Г. Бурение шахтных стволов и скважин / В. Г. Качан, Купчинский И. А. – М. : Недра, 1984. – 278 с.
12. Пилипець В. І. Буріння стволів шахт та технічних свердловин : підруч. [для студ. вищ. уч. закл.] / Пилипець В. І., Тулуб С.Б., Левіт В.В. – Донецьк : Норд-Прес, 2009. – 559 с.
13. Гузеев А. Г. Основы проектирования технологии строительства и реконструкции шахт : учеб. [для студ. высш. уч. зав.] / Гузеев А. Г. – М. : Недра, 1972. – 232 с.
14. Калинин А. Г. Технология бурения разведочных скважин на нефть и газ / Калинин А. Г., Левицкий А. З., Никитин Б. А. - М. : Недра, 1998. – 437 с.
15. Ивачев Л. М. Промысловые жидкости и тампонажные смеси : учеб. [для студ. высш. уч. зав.] / Ивачев Л. М. - М. : Недра, 1987. – 242 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Шашенком О.М.
Надійшла до редакції 25.03.10*

УДК [622.261 – 1123:622.281]:519.25

© Е.А. Сдвижкова, Д.В. Бабец, А.В. Мартовицкий

МЕТОДИКА ПРОГНОЗА ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД В ПРЕДЕЛАХ ШАХТНОГО ПОЛЯ

Разработан алгоритм прогноза прочностных свойств углевмещающих пород. Прочностные характеристики горных пород представлены как функция координат точки шахтного поля. Приведена последовательность построения математической модели прочности вмещающих пород в пределах шахтного поля.

Розроблено алгоритм прогнозу міцнісних властивостей вуглевміщуючих порід. Міцнісні характеристики гірських порід представлені як функція координат точки шахтного поля. Приведена послідовність побудови математичної моделі міцності вміщуючих порід в межах шахтного поля.

The algorithm of the rock properties forecast is developed. The rock characteristics are presented as function of mine field point coordinates. The stages of mathematical model construction for rock property within a mine field are resulted.