

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
И ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ
ПЛАСТОВ В ШАХТАХ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
И ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ
ПЛАСТОВ В ШАХТАХ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021

УДК 622.831.023(073)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ И ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ В ШАХТАХ:

Методические указания к практическим занятиям / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *П.Н. Дмитриев, А.В. Монтиков*. СПб, 2021. 76 с.

Разработанные на кафедре РМПИ компьютерные программы на базе алгоритмов промышленных методов расчёта основных параметров технологических схем и процессов подземной разработки пластовых месторождений угля и сланца, в данных методических указаниях использованы для анализа и учёта влияния различных природных, технологических и организационных факторов, среди которых: условия залегания, строение массива горных пород и его геологическая нарушенность, метановыделение из угля и вмещающих пород, опорное давление в окрестностях очистных и подготовительных выработок, качество добываемого полезного ископаемого, затраты на очистные работы. Расчёты сопровождаются краткими описаниями моделируемых технологических схем и процессов, приведены перечни исходных данных для задач. Все задачи сопровождаются развёрнутыми пояснениями, что позволяет использовать данные методические указания обучающимися при дистанционном обучении по специальности 21.05.04 «Горное дело».

Научный редактор проф. *В.П. Зубов*

Рецензент *Д.Ю. Никишин* (АО «НИУИФ»)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Сравнительная эффективность технологических схем разработки пластов и анализ процессов подземной разработки пластовых месторождений выполняется методами укрупнённой оценки расчетных технических и экономических результатов оценки принятия проектных решений. Достоверность расчетов обоснована опытом работы угледобывающих шахт в третьей четверти – второй половине XX в., обобщённым и отраженным в отраслевых руководствах, правилах и других нормативных документах, которые приняты за основу расчетных и аналитических моделей, воплощенных в предлагаемых компьютерных программах.

Расчетные модели, адаптированные к учебному процессу, реализованы в виде компьютерных программ, разработанных на кафедре разработки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного университета. Размещены эти компьютерные программы в сети Интернет на сайте Санкт-Петербургского горного университета по адресу \Rightarrow <https://spmi.ru/patentno-pecatnaadeatelnost-5> \Rightarrow «Программы_РМПИ» \Rightarrow rar-архив.

Результаты расчётов по компьютерным программам выводятся в формате *MS DOS*. Рекомендуется записывать результаты работы каждой программы в создаваемый этой же программой текстовый файл. Открывать созданный файл для чтения следует программой *Word*, выбирая при этом формат *MS DOS*, после чего его рекомендуется сохранить его же как документ *Word* или *RTF*, шрифт *Courier*.

1. ВЫЕМКА УГЛЯ В ЛАВАХ КОМПЛЕКСАМИ ОБОРУДОВАНИЯ (программа AV01)

Добычу угля из пологих угольных пластов ведут в основном механизированными комплексами оборудования. При благоприятных горно-геологических условиях возможно применять различные механизированные комплексы (табл. 1-7). Выбор элементов комплекса следует обосновать прежде, чем приступить к расчетам. В состав комплекса входят: добычной комбайн, гидрофицированная крепь очистного забоя и сопряжений лавы с подготовительными выработками, скребковый лавный конвейер,

участковый транспорт от лавы до сборной конвейерной линии, на которую поступает грузопоток из нескольких лав, или до пункта погрузки угля в вагонетки (рис. 1).

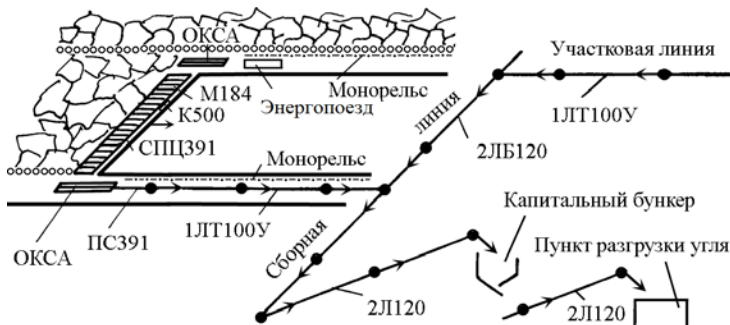


Рис. 1. Примерная технологическая схема выемочного участка

Таблица 1

**Типовые механизированные комплексы очистного оборудования
и диапазоны вынимаемых мощностей пластов**

Комплекс	Крепь	Комбайн	Конвейер	Диапазон вынимаемых мощностей пласта, м
КМП 06/15	МП 06/15	К-103м	СП-250	0,9...1,65
2МКД-90Т	2 КД90Т	РКУ-10 1К-101	СП-250	1,2...1,5
3МКД-90Т	3КД90 Т	РКУ-13 (2ГШ68Б)	СП-250	1,3...2,0
КМ 138/2	М 138/2	KGS-345 KSW-460	Анжера-30 КСЮ-271	1,2...2,5
КМ 138/4	М 138/4	К-500 Ю МВ-12	Анжера-30 КСЮ-271	1,4...3,5
3КМ-138И	3М-138И	KSW-460 РКУ-10 SL-300	КСЮ-271 Анжера-30	1,4...2,6
КМКЮ.4В-17/30 с выпуском угля	МКЮ.4В- 17/30	KGS-600	Анжера-34	1,5...3,0; выпуск угля – до 10 м
КМКЮ.2-16/31	МКЮ.2- 16/31	KSW-500	КСЮ-271 Анжера-32	1,8...3,1
КМКЮ.4-11/32	МКЮ.4- 11/32	К-500 KSW-460	КСЮ-271 Анжера-30, Анжера-32	1,4...3,3

Окончание табл. 1

Комплекс	Крепь	Комбайн	Конвейер	Диапазон вынимаемой мощности пласта, м
КМКЮ.2У-16/33	МКЮ.2У-16/33	KGS-460 KGS-345	СПЦ-271, Анжера-30, КСЮ-271	1,8...3,3
КМКЮ.4У-22/40	МКЮ.4У-22/40	МВ-12 К-500 KGS-445	Анжера-34, Анжера-30Л	2,5...4,0
КМКЮ.2Ш-18/40	МКЮ.2Ш-18/40	К-500, KGS-445	Анжера-30Л, Анжера-34	2,1...4,0
КМ-142	2М-142М	1КШЭ, KGE-750, KSW-500	КСЮ-271, Анжера-34, Rybnik 255/842	2,7...5,1
2ОКП70Б	2ОКП70Б	К-500Ю, KGS-345	Анжера-30	2,4...3,5
1КМ-145Р	1М-145Р	1КШЭ KSW-500	Анжера-30, -32, -34 КСЮ-271	3,3...5,2
2УКП-5М	2УК-5М	1КШЭ KGS-445 KSW-500	Анжера-30, Анжера-32, КСЮ-271	2,4...5,0
КМ-144	М-144	KGS-345 SL-300	Анжера-30, Анжера-34	2,6...4,5
JOY	JOY	4LS-20 4LS-5	JOY, AFG	1,5...2,4
JOY-2	JOY-2	6LS3	JOY, AFS, 1000HB-280F	3,5...4,5
2КМ-800	М-800	МВ-12, 4LS-5, KGS-445	AFS Анжера-34	2,2...4,4
2КМ-1000	2М-1000	KGS-445 SL-300	Анжера-30, Анжера-34ЛР	2,4...4,8
DBT	DBT	SL-500 EL-3000	НБ-100, PF-4/1132, НБ-280/1000	4,0...5,2
Glinik-21/45	Glinik-21/45	KSW-1140	Анжера-34	3,6...4,8
ZF-8000 (с выпуском угля)	ZF-8000	MG-400	SGZ-800	2,2...3,5 (комбайн) Выпуск угля – до 12м

Таблица 2

Характеристики очистных комбайнов

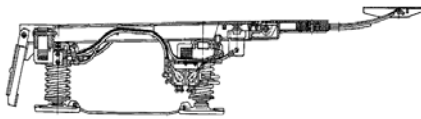
Комбайн	Выни- мощаемая пласта, м	Ширина захвата, м	Диаметр шнека (барабана ИО), м	Мощ- ность приво- да, кВт	Макси- мальная скорость подачи, м/мин	Ко- эффи- циент готов- ности
K103	0,6...1,2	0,8	0,56	150	5,0	0,80
K85	0,8...1,3	0,63; 0,8	0,7; 0,8	340	8,0	0,80
K80	0,8...1,2	0,8	1,0	132	5,0	0,87
KA90	0,8...1,5	0,8	0,7; 0,8	250	5,0	0,90
MB 280E	0,8...1,6	0,63; 0,8	0,7; 1,0	279	11,5	0,94
2ГШ68Б	1,4...2,5	0,63; 0,8	1,4	264	6,0	0,87
КШ1КГУ	1,4...2,8	0,5; 0,63	1,1; 1,6	100	4,4	0,94
1КШЭ	2,2...4,2	0,5; 0,63	1,8; 2,0	400	5,2	0,89
PKY10	1,0...1,8	0,63	1,0; 1,2	200	10,0	0,88
PKY13	1,2...2,2	0,63	1,25; 1,4	200	10,0	0,88
PKY16	1,6...2,6	0,63	1,6	315	10,0	0,88
2КШЗ	2,0...4,1	0,5; 0,63	1,8; 2,0	400	8,0	0,89
K10	1,2...2,5	0,63; 0,8	1,1; 1,6	315	8,0	0,90
K300	1,3...2,6	0,63; 0,8	1,1; 1,6	455	8,0	0,90
K500	1,4...3,5	0,63; 0,8	1,2; 1,8	635	6,1	0,90
K500Ю	1,6...4,0	0,63; 0,8	1,4...2,0	635	9,5	0,94
K800	2,2...5,1	0,63; 0,8	1,8; 2,5	880	10,0	0,90
K900	3,2...6,0	0,63; 0,8	2,5	880	5,0	0,90
КСП	2,5...5,0	0,63	2,0; 2,5	720	8,0	0,90
SL300	1,4...4,5	0,63...1,1	1,4...3,3	900	25	0,96
SL500	2,2...6,0	0,67...1,2	2,0...3,0	998	28	0,96
SL1000	2,5...6,8	0,8...1,2	2,2...3,5	2390	40	0,96
4LS20	1,4...3,3	0,813	1,4...2,2	716	13	0,97
7LS3A	1,8...4,1	0,813...1,156	1,6...2,4	997	16	0,97
7LS5	2,0...4,2	0,813...1,156	1,7...2,2	1588	18	0,97
EL600	1,2...3,1	0,8...1,06	1,0...2,2	870	25	0,98
EL1000	1,3...4,5	0,85...1,06	1,4...2,5	1070	25	0,98
EL2000	1,8...4,0	0,8...1,06	1,4...2,3	1240	45	0,98
KSW460NE	1,2...2,75	0,7...1,0	1,0...1,6	703	12	0,95
KSW1140E	2,5...5,5	0,63; 0,8; 1,0	2,0...3,0	1140	19	0,95
KSW880E	1,5...3,8	0,8; 1,0	1,4...2,2	850	23	0,95
KGS-245	1,2...2,0	0,63; 0,8	1,0...1,4	420	6,2	0,94
KGS-750	1,8...4,7	0,63; 0,8	1,6...2,5	835	8,5	0,94

Примечание. В газовых шахтах максимальную скорость подачи комбайна ограничивают 6...10 м/мин. Скорость крепления лавы должна быть согласована со скоростью подачи комбайна.

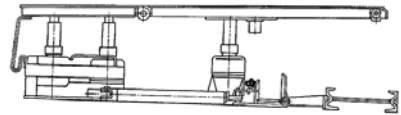
Таблица 3

Характеристики крепей очистного забоя

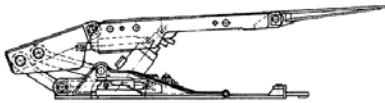
Крепь	Диапазон обслужи- ваемых мощностей пласта, м	Сечение лавы в свету, м ²	Скорость крепления лавы, м/мин	Давление крепи на почву, МПа	Коэффици- ент готов- ности
1М103	0,7...0,95	1,4...1,9	2,5	3,5	0,90
МК98	0,75...1,25	1,52...3,45	2,6	3,4	0,92
КД80	0,8...1,25	1,56...2,5	2,5	1,9	0,90
1М88	1,0...1,3	1,93...2,4	2,85	2,6	0,92
М137	0,8...1,4	1,58...3,44	2,9	1,0	0,87
М87	1,05...1,95	2,3...4,6	2,3	2,1	0,92
1КД90	0,8...2,0	1,65...5,2	2,3	2,0	0,88
КМП 06/15	0,85...1,6	1,6...3,8	2,3	1,9	0,92
МТ	1,15...2,0	1,8...4,9	2,4	2,7	0,93
МК75	1,7...2,2	2,9...4,4	2,16	0,75	0,88
ОКП70	1,7...4,0	2,7...7,6	2,0	1,2	0,88
М130	2,0...4,0	4,6...11,3	2,15	2,4	0,95
1МК85	1,2...2,2	2,2...4,7	2,5	1,2	0,88
М138	1,2...2,5	2,2...5,1	2,9	2,5	0,89
М151	0,7...2,0	1,5...4,9	4,8	1,1	0,90
УКП4	2,0...4,0	4,0...7,8	2,4	2,3	0,92
УКП5	2,9...5,0	4,4...12,9	2,4	2,3	0,92
М142	2,0...5,7	4,6...13,2	4,9	2,5	0,87
М143	1,05...2,1	2,1...4,9	2,6	1,3	0,88
М144	2,0...4,5	4,8...12,5	2,0	1,5	0,87
М146	1,0...2,4	2,2...5,1	3,8	2,0	0,90
М171	1,8...5,0	4,0...13,1	4,7	1,6	0,90
М172	2,0...5,7	4,6...13,8	4,7	3,2	0,90
М184	2,8...4,0	6,9...10,1	5,4	3,3	0,90
М174	1,6...5,5	3,7...13,8	4,4	3,0	0,90
ГВТ, ВВ30	0,55...1,8	1,2...4,7	0,95	1,2	0,98
ГВС, ВВ30	1,8...3,0	3,8...4,7	0,74	1,9	0,96
МКЮ	1,8...3,8	4,2...10,1	3,6	1,8	0,92
Pioma	2,4...4,5	3,8...8,8	5,4	2,83	0,94
JOY	1,6...3,2	3,5...10,7	5,6	2,8	0,97
JOY-2	2,8...4,7	4,5...13,3	5,6	2,8	0,97
FAZOS	1,4...3,0	2,4...5,8	5,3	2,6	0,95
Glinik	0,8...2,6	1,5...5,0	5,3	2,6	0,95
TAGOR	1,6...4,8	3,6...11,8	4,8	2,7	0,95
Caterpillar (Bucyrus/DBT)	2,2...4,4	4,8...10,2	5,8	3,1	0,97



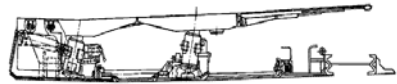
M98 (M97)



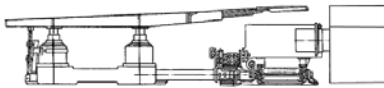
Донбасс



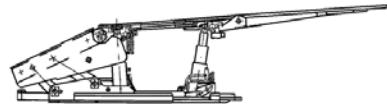
M137 (M151, ДМ, M148, JOY)



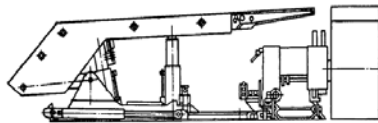
M103



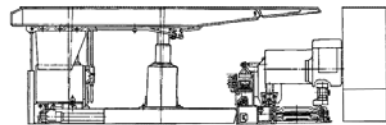
M88 (M87)



КД80 (КД90)

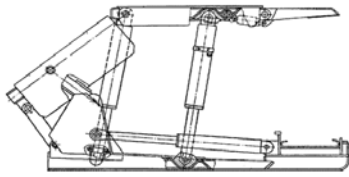


M138 (3M138)

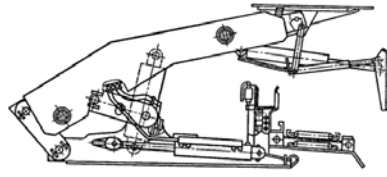


КМТ

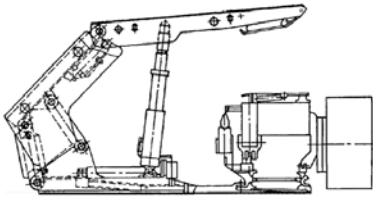
Рис. 2. Конструктивные схемы механизированных крепей очистных забоев тонких и средней мощности пластов (размеры секций механизированных крепей приведены в табл. 4)



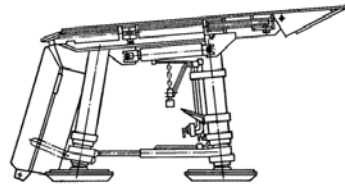
МК75 (МК85)



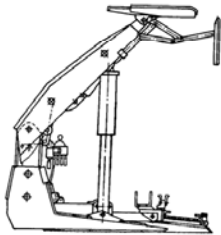
ОКП70Б (ОКП70)



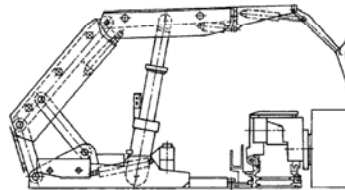
M144 (JOY, FAZOS, Glinik)



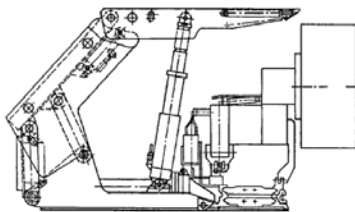
M130 (M81)



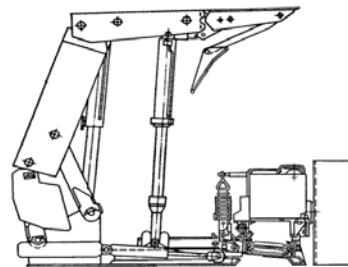
2УКП (УКП4, УКП5)



M171 (M172, M174)



M184 (OMT184)



M142 (RS)

Рис. 3. Конструктивные схемы механизированных крепей очистных забоев средней мощности и мощных пластов (размеры секций механизированных крепей приведены в табл. 4)

Таблица 4

Характеристики механизированных крепей очистного забоя

Крепь	N_T	Размеры, мм (см. рис. 4)						n_c	P_c , кН	k_n
		H_1	H_2	b	A	A_1	A_2			
Донбасс	2	500	1120	1350	3400	1350	1600	6	1800	0,6
1М103	1	500	960	1200	4330	2200	1400	4	2800	0,9
МК98	1	500	1200	800	3460	1850	1250	2	920	0,8
КД80	1	560	1120	1350	3840	2410	1150	4	2600	0,8
КД90	3	560	2000	1500	3535	2018	1307	4	2600	0,9
1М88	1	710	1290	950	3850	2150	1100	2	1560	0,5
М137А	1	560	1220	1500	4100	2950	–	2	2710	0,8
М151	2	670	2300	1000	5200	4100	–	1	2600	0,9
М87УН	2	800	1950	950	3850	2150	1100	2	1560	0,5
М138А	3	800	2500	1500	4500	2350	1350	4	5840	0,4
МТ	2	820	2000	1266	4000	2100	1200	4	5200	0,5
МК75	1	1350	2200	1100	3200	1940	1100	2	1600	0,5
ОКП70	4	1450	4000	1100	1324	850	–	1	1070	0,4
М130	4	1600	3760	1200	3800	1950	1400	2	3140	0,4
УКП4	1	2200	4200	1500	1750	830	–	2	3600	0,6
УКП5	1	2700	5100	1500	1540	800	–	2	4200	0,6
М142	3	1650	6000	1500	4200	2400	1200	4	7700	0,7
М143	2	800	2100	1500	4600	3200	–	2	3840	0,7
М144	3	1650	5300	1500	3400	2200	–	2	5100	0,7
М146	2	800	2600	1500	4300	3100	–	2	4360	0,7
М171	4	1650	5200	1500	3700	2500	–	2	3700	0,7
М172	3	1850	6000	1500	4200	2900	–	2	6800	0,7
М174	3	1200	4000	1750	4000	2700	–	2	6200	0,7
М184	1	2800	4000	1750	2900	1700	–	2	6800	0,8

Примечание. N_T – количество типоразмеров; b – шаг установки секций вдоль лавы; P_c – рабочее сопротивление секции; n_c – количество стоек; k_n – коэффициент начального распора секции.

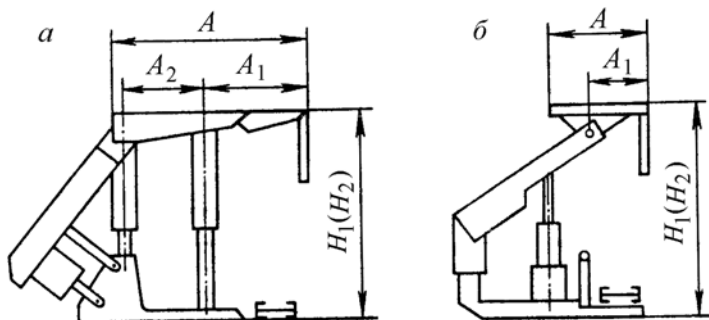


Рис. 4. Конструктивные схемы механизированной крепи поддерживающе-оградительного (а) и оградительно-поддерживающего (б) типов
 A – длина поддерживающего верхняка; A_1 – длина передней консоли; A_2 – расстояние между рядами стоек; H_1 и H_2 – минимальная и максимальная конструктивная высота секции крепи

Таблица 5

Характеристики механизированных крепей сопряжений лавы с подготовительными выработками

Показатели	Крепь						
	ОКСА1У0	КСШ5К	КСУ-3М	КСА	1ОКП70.14	М81СК	УКС
Форма сечения подготовительной выработки*	А	А, Т	А, Т	А, Т	Т	Т	А, Т
Сопротивление крепи, кН	2400	2700	3200	3200	2400	3840	3040
Начальный распор, кН	1200	1380	1800	640	1200	1312	1400
Усилие передвижки, кН	463	280	200	110	275	320	360
Максимальная высота, мм	3400	3100	3400	3000	2600	2600	3540
Длина, мм	8240	7500	10200	6000	7700	6530	7327
Ширина, мм	1300	1000	950	1270	3000	812	1100
Масса секции крепи, т	12,8	8,0	10,0	12,0	14,6	11,4	13,6

*Примечание. Поперечное сечение подготовительной выработки: А – арочное, Т – трапецевидное

Таблица 6

Характеристики скребковых конвейеров и перегружателей

Конвейер	Скорость движения цепи, м/с	Производительность, т/ч	Максимальная длина, м	Угол наклона
СП202В1	1,0; 1,25; 1,4	400; 500; 552	170	35°
СП202	0,8; 1,0; 1,25	340; 430; 480	150; 300	35
СП48М	1,0; 1,12	250; 290	150; 200	20
СПЦ151	1,0; 1,25	240; 300	180	35
СП-250	1,0	430	250	35
СП-251	1,12; 1,24	480; 600	250	35
СПЦ162	1,4	600	200	35
СП87ПМ	1,0; 1,12; 1,4	430; 480; 600	150; 200	35
СУМК75	1,1; 1,24	560; 630	100; 150	35
СПЦ261	1,4	900	200	35
СПЦ271	1,4	900	200	35
СУОКП70Б	1,1; 1,24	560; 630	100; 150	30
СП301	0,8; 1,12; 1,38	600; 940; 990	120; 180	35
СПЦ391	1,0	1200	250	35
СПЦ3100	1,1	1800	300	35
СПЦ3125	1,1	2500	250	35
Анжера-30	0,92	1000	250	35
Анжера-34	0,9; 1,5	1500 ÷1650	350	25
Анжера-38	0,9; 1,5	1800	350	25
СП63М	0,92; 1,12	300; 355	150; 200	20
СР70М	1,0; 1,24	360; 450	150	15
PF3/822	1,32	1700	400	25
PF5/1342	1,0 ÷2,0	3000 ÷6000	300	25
Rybnik 850	1,11 ÷1,55	1750	450	25
Rybnik 1100	0,95 ÷1,42	3000	450	25
Glinik 298/800	0,96 ÷1,44	1650	400	20
Glinik 349/924	1,22 ÷1,44	2500	350	20
PSZ-750	до 2,06	1300	500	35
Glinik 800	1,12 ÷1,85	2200	80	15
Glinik 1024	1,46 ÷1,85	3000	80	15
Grot 850	1,5	2000	90	15
Grot 1100	1,5	3300	100	15
ПС391	1,1	1500	60	15
ПС3100	1,2	2100	60	15
ПС3125	1,2	3000	60	15
ПТК2У	1,4	760	51	15
1КСП2Н	1,25; 1,4	470; 690	68; 100	15

Таблица 7

Характеристики ленточных конвейеров

Конвейер	Скорость движения ленты, м/с	Производительность, т/ч	Максимальная длина, м	Угол наклона
1Л80У	2,0; 2,5	420; 520	500	-10 +10°
1ЛТ80У	2,0; 2,5	420; 520	500	-3 +6
1ЛТП80У	2,0	420	800	-3 +6
2Л80У	2,0; 2,5; 3,15	420; 520; 660	700	-10 +18
2ЛТ80У	2,0; 2,5; 3,15	420; 520; 660	700	-10 +10
2ЛТП80У	2,0; 2,5; 3,15	420; 520; 600	1000	-10 +10
1Л100у	2,0	680	700	-3 +18
1ЛТ100У	2,0; 2,5	680; 850	450	-3 +6
2Л100У	2,5	850	1500	-16 +18
2ЛТ100У	2,5	850	1500	-10 +10
3Л100У	2,5	850	2000	-3 +18
3ЛТ100у	2,5	850	1200	-3 +18
2ЛН100	2,0	620	1200	-18 +25
1Л120	2,5	1200	2000	-3 +18
2Л120	3,15	1500	2000	-3 +18
2ЛБ120	3,15	1500	2000	-16 -3
4ЛЛТ1200-2П	3,15	1500	2860	-3 +18
4ЛЛ120	3,15	1500	1800	-3 +18
4ЛЛ1200-2П	4,0	2300	650	-3 +18
4ЛЛТ1400	4,7	2500	2600	-3 +18
5ЛЛ1400-2П	4,7	3000	1650	-3 +18
3ЛЛ1400	4,7	3000	900	-3 +18
4ЛЛ1400	4,7	3000	1100	-3 +18
4ЛЛ1400-2П	4,0	2100	1940	-3 +18
3ЛЛ1400	3,4	2300	530	-3 +18

Примечание. Производительность ленточных конвейеров приведена для их стационарной установки в выработках с углами наклона от 0 до 6°. В выработках с большим углом наклона показатели должны быть уменьшены на 5%. При полустационарной установке конвейера его производительность уменьшается на 10 %.

В табл. 1 приведены характеристики лишь некоторых механизированных комплексов, комплектуемых оборудованием, производимым в России, Китае, Украине, Польше, Германии, Чехии, Великобритании, США. Более подробную информацию о горном оборудовании можно оперативно получить на Интернет-сайтах фирм-производителей горного оборудования.

Порядок выполнения работы:

Этап 1: выбрать по заданной вынимаемой мощности пласта (Замечание: на этапе выбора оборудования следует принимать мощность пласта на 10% больше и на 10% меньше заданной с целью учёта геологической невыдержанности свойств залежи) и по табл. 2 комбайн, имеющий наибольшую мощность привода и скорость подачи, с наивысшим коэффициентом готовности (характеристика качества изготовления машины).

Этап 2: выбрать схему работы комбайна - челноковую, одностороннюю или уступную. *Челноковую* схему работы комбайна следует применять преимущественно для отработки тонких пластов пологого падения. *Одностороннюю* схему работы комбайна применяют для отработке пластов средней мощности, в частности, при проявлениях отжима угля из краевой части пласта. Эта схема работы комбайна обеспечивает полную и равномерную загрузку забойного скребкового конвейера отбиваемым от забоя углем. При такой схеме работы, вслед за первым проходом комбайна вдоль лавы, с минимальным возможным отставанием от движущегося комбайна, передвигают секции крепи; вслед за вторым (возвратным) проходом комбайна вдоль лавы с отставанием 15 м передвигают (с продольным изгибом) забойный скребковый конвейер. *Уступную* схему работы комбайна (рис.5) применяют для отработки мощных угольных

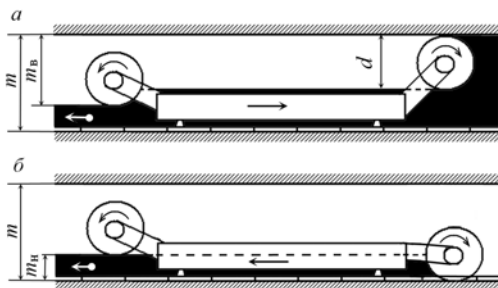


Рис. 5. Схема уступной работы комбайна при выемке верхней (а) и нижней (б) пачек пласта
 m – вынимаемая мощность пласта, m_v – мощность верхней пачки, d – диаметр шнека комбайна, m_n – мощность нижней пачки

пластов, прежде всего при неустойчивых породах непосредственной кровли; когда оба шнека (бараны) поднимают к кровле пласта и при первом проходе комбайна вдоль лавы отбивают одну верхнюю пачку (слой) угольного пласта мощностью не менее диаметра шнека,

вслед за чем в освободившееся пространство задвигают крепь (заходят верхняк секции крепи) для удержания непосредственной кровли в призабойном пространстве, после чего при втором (возвратном) походе комбайн опущенными к почве шнеками пласта отбивает нижнюю пачку (рис. 5б), освобождая этим действием самым место для размещения забойного скребкового конвейера, куда этот конвейер с изгибом (продольным) с отставанием от комбайна 15 м и передвигают.

Этап 3: Выбрать крепь очистного забоя по таблице 3, согласно диапазону обслуживаемых мощностей пласта (с учетом замечания этапа 1), отдавая предпочтение образцам крепи с наивысшими скоростью крепления и коэффициентами готовности (характеризует качество изготовления механизма).

Этап 4: Вычислить по программе AV03 (см. далее раздел 3. «Сумма технологических факторов, осложняющих поддержание сопряжений лавы с подготовительными выработками») суммарный коэффициент осложнений, возникающих в зонах поддержания сопряжений лавы с обеими подготовительными выработками. Поскольку обычно лава имеет два сопряжения, вычисления следует выполнить дважды. Следует отметить, что **ниши** в лаве оформляют только при обработке тонких пластов отдельными типами комбайнов с асимметричным расположением шнеков (барабанов).

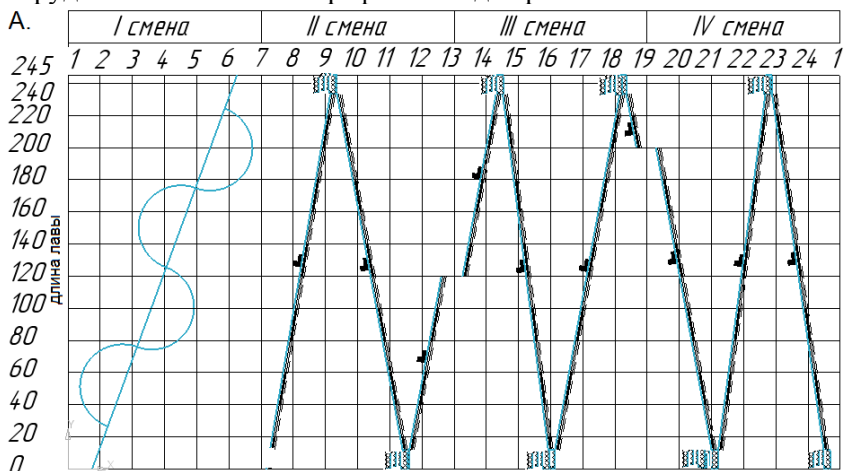
Этап 5: определение времени на подготовительно-заключительные и концевые операции сводится к выделению 15...20 минут простоя на начало и на завершение каждой рабочей смены, и 5...10 минут простоя в начале каждого цикла работы комбайна соответственно. Затраты времени на вспомогательные операции, суммарная продолжительность которых зависит от длины лавы, предусматривают, главным образом, замену зубков на комбайне. Затраты времени на работу с вагонетками и обслуживание аккумуляторного бункера следует предусматривать только при наличии рельсового участкового транспорта угля.

Этап 6: скребковый конвейер следует выбирать по табл. 6 максимальной производительности. Ленточный конвейер следует выбирать по табл. 7 с производительностью большей, чем у скребкового конвейера.

Этап 7: результатом работы данной компьютерной программы являются параметры – технически возможные «Суточная нагрузка на очистной забой» и «Число циклов за сутки».

Этап 8: Полученные технически возможные параметры работы очистного забоя следует соотнести с организацией труда персонала, для чего составить организационную диаграмму «Планограмма». Для составления планограммы следует полученное на этапе 7 «число циклов за сутки», округлить в сторону уменьшения до целого чётного значения (пример на 8 циклов в сутки для пласта тонкого - рис. 6, или для пласта мощного - рис.7).

Этап 9: В завершение работы вычислить суточную нагрузку на очистной забой для полученного целого числа циклов работы оборудования. Составить график выходов рабочих и ИТР.



- Выемка угля комбайном, передвижение крепи и передвижение конвейера
- Оформление ниши

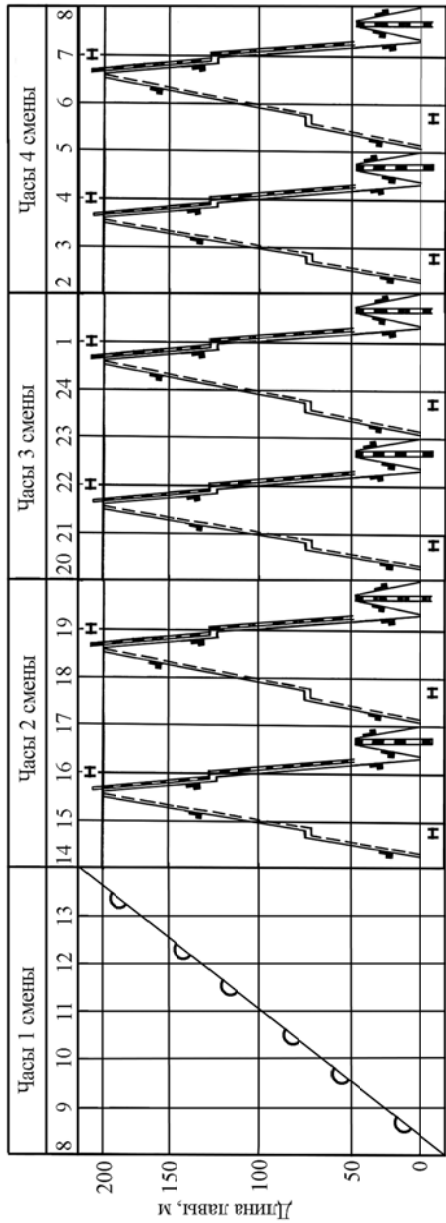
график выходов рабочих и ИТР

Б.

Должность	I	II	III	IV
ГРОЗ VI				
ГРОЗ V				
ГРП IV				
Эл. слесарь III				
Горный мастер				
Итого	8	10	10	10

Рис. 6. А - Планограмма для челноковой схемы работы комбайна.

Б - График выходов рабочих и ИТР



Условные обозначения: -осмотр и ремонт оборудования; -выемка угля комбайном;
 -передвижка секций крепи; -передвижка конвейера; -передвижка крепи сопряжения

Рис. 7. Планограмма работ в лаве для уступной схемы работы комбайна (пример)

В общем случае, в ходе очистных работ выполняются следующие производственные процессы и операции.

Бригада рабочих, приходя в лаву, должна принять оборудование механизированного комплекса от предыдущей смены в полной исправности и убедиться в нормальном состоянии забоя и прилегающих выработок.

Комбайн принимает машинист комбайна и его помощник, механизированную крепь – машинисты крепи, остальное оборудование – дежурные электрослесари и оператор, находящийся у пульта управления в штреке.

Работы по приёму и сдаче смены называют *подготовительно-заключительными операциями*.

Запуск оборудования в работу включает следующую последовательность действий.

Рабочий, обслуживающий погрузочный пункт участка, имея сигнал о работе сборной конвейерной линии, подает предупредительный звуковой сигнал по всему конвейерному штреку участка и включает цепочку штрековых конвейеров. Оператор комплекса, находящийся в штреке, включает насосную станцию и подает сигнал в лаву о готовности оборудования.

Машинист комбайна вначале включает забойный конвейер, а затем – комбайн. Во время работы комбайна машинист следит за работой переднего шнека, который поднят к кровле пласта.

Помощник машиниста следит за работой заднего шнека, опущенного к почве и осуществляющего отбойку нижней пачки пласта с погрузкой отбитого угля на конвейер. Второй помощник следит за кабелеукладчиком, подсоединённым к комбайну.

Кабелеукладчик предназначен для защиты, механизации подтягивания и укладки силовых кабелей, питающих энергией комбайн, кабелей сигнализации и связи, шлангов орошения. Операции с кабелями и с шлангом орошения могут сдерживать движение комбайна.

По мере продвижения комбайна вдоль забоя передвигают секции механизированной крепи для поддержания кровли, обнажаемой в процессе извлечения пласта полезного ископаемого. Перед передвижкой, основания секций крепи и пространство между ними

и конвейером очищают от кусков угля и породы. Затем опускают на несколько сантиметров (до потери контакта с породами кровли) перекрытие секции крепи, после чего включают домкрат передвижки - секция крепи передвигается вплотную к конвейеру, после чего секция крепи вновь распирается уже на новом месте.

При разгрузке, передвижке и распоре секций крепи машинист крепи должен находиться под защитой соседней распёртой секции, откуда и управлять передвигаемой секцией крепи.

При рабочих скоростях подачи комбайнов до 2,5 м/мин секции крепи передвигают последовательно вслед за проходом комбайна, процесс крепления выполняется одним рабочим, перемещающимся вдоль лавы (процесс может быть полностью автоматизирован). Скорость перемещения линии передвинутых секций крепи называется скоростью крепления лавы (табл.3).

При скоростях подачи комбайна 2,5...4,5 м/мин и устойчивой непосредственной кровле, так же возможно последовательное передвижение секций крепи, но уже двумя и более рабочими, которые выполняют все операции, связанные с креплением, и перемещаются вдоль лавы под крепью за комбайном.

При бóльших скоростях подачи комбайна крепление производится фронтально с паевой (группами) расстановкой рабочих бригады по лаве, что обеспечивает большую скорость крепления лавы.

При челноковой схеме работы комбайна, вслед за проходом комбайна после передвижки очередной секции крепи, с отставанием 10...15 м от неё, производится передвижка конвейера к забою «волной» с поперечным изгибом става.

Схемы передвижения механизированной крепи в лаве бывают: «заряженная» или «незаряженная» (рис. 8).

Рассмотрим подробнее процесс передвижения секции крепи. Передвижение каждой секции составляет: 1) отключение гидросистемы секции от напорной магистрали, 2) опускание перекрытия секции крепи для снятия давления породы на крепь, 3) включение горизонтальных домкратов передвижения секции крепи и передвижение такой секции, 4) при достижении шага передвижки, подключение гидросистемы секции к напорной магистрали, 5) распор вертикальных гидромократов на величину рабочего сопротивления. После пе-

редвижения. Считается закрепленным участок лавы, равный шагу установки крепи b . Как следствие, скорость крепления лавы определяется отношением расстояния b к интервалу времени между разгрузкой секции, её передвижением к новому месту крепления и её распором в новом рабочем положении. Время t_c зависит от параметров гидросистемы механизированной крепи. С учётом этого в технической характеристике механизированных комплексов и приводятся данные о скорости крепления лавы.

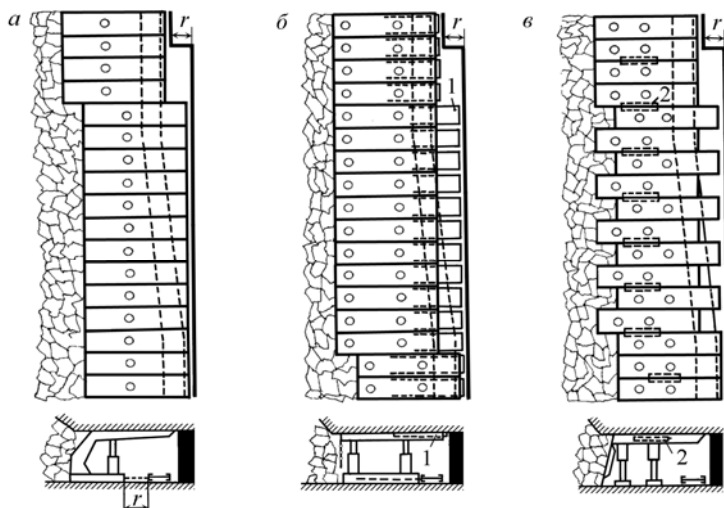


Рис. 8. Механизированные крепи очистного забоя: a b и $в$ – "заряженные", "незаряженные", "комплектные" соответственно (комбайн условно не показан)
 1 – выдвижной верхняк, 2 – гидродомкрат передвижки секций крепи, r – ширина захвата комбайна (шаг передвижки секций крепи)

Механизированные крепи, основания которых в исходном положении перед проходом комбайна находятся на расстоянии r от конвейера, "заряжены", т.е. готовы к передвижке сразу после прохода комбайна. Если основания секций крепи перед проходом комбайна расположены вплотную к конвейеру, то для крепления кровли после прохода комбайна эти крепи должны иметь выдвижные верхняки, а секции крепи можно передвинуть после передвижки забойного конвейера.

Вместе с тем процесс крепления могут осложнять многие факторы, основными из которых являются: вдавливание крепи в почву пласта при недостаточной её опорной площади, и необходимость выравнивания секции в процессе передвижки. При вывалах неустойчивых пород из кровли пласта, при большом отжиме угля на

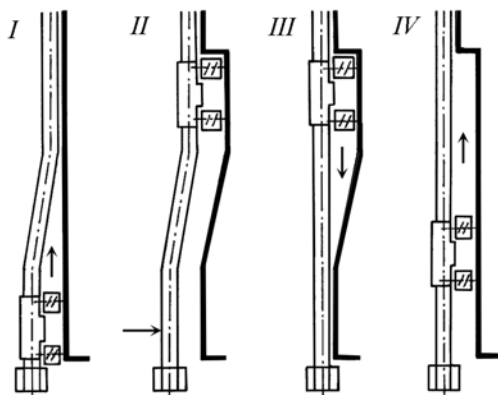


Рис. 9. Самозарубка комбайна косыми заездами
I ÷ IV – стадии самозарубки

крепление также будет затрачено дополнительное время.

При отсутствии ниш подготовка комбайна к выемке следующей полосы состоит в его самозарубке. Наиболее часто применяют самозарубку комбайна косыми заездами (рис. 9).

После подхода комбайна к концевому участку лавы положение его шнеков меняют: первый шнек опускают к почве пласта, а второй поднимают к кровле. Комбайн по изогнутому ставу конвейера в обратном направлении подается в лаву на 20...25 м с таким расчётом, чтобы он оказался на полностью передвинутый часть конвейера. После этого передвигают приводную головку конвейера на концевом участке лавы, меняют положение шнеков, и комбайн подают к подготовительной выработке для выемки остаточного клина полосы угля. Такой способ самозарубки комбайна применяют при любой крепости угля. Но его недостатком является участок постоянно незакрепленной кровли в месте изгиба конвейера.

Другим способом является фронтальная самозарубка комбайна, состоящая в следующем. После снятия полосы угля меняют положение шнеков комбайна и он подается в лаву на расстояние, равное расстоянию между осями шнеков. Здесь шнеки опускают к почве пласта, включают гидродомкраты передвижки конвейера и

вращающиеся шнеки комбайна внедряются в пласт. Далее машинист комбайна включает гидropодъёмники обоих шнеков и поднимает их к кровле. Комбайн подается к подготовительной выработке, крайний шнек опускается к почве. Комбайн готов к выемке следующей полосы угля. Такая самозарубка возможна, когда уголь некрепкий. В противном случае в процессе фронтальной подачи комбайна на забой его шнеки не смогут внедриться в пласт, а комбайн будет опрокидываться.

Выемка очередной полосы угля сопровождается работами по креплению сопряжения лавы с подготовительной выработкой, обусловленными необходимостью снятия стоек крепёжных рам штрековой крепи при фронтальной передвижке забойного конвейера, приводная головка которого вынесена на штрек. Обычно сопряжение крепится механизированной крепью, выполненной в виде двухтрёхрядных комплектов, передвигаемых в шахматном порядке относительно друг друга при помощи гидродомкратов, соединяющих комплекты (рис. 10). Приводная головка забойного конвейера рас-

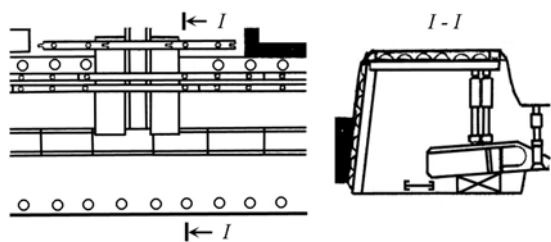


Рис. 10. Схема крепления сопряжения лавы с подготовительной выработкой

положена на гидрофицированном столе, кинематически соединённом с основанием крепи сопряжения. Передвижку крепи сопряжения и приводной головки конвейера, как правило, не совмещают

с работой комбайна.

Индивидуальная крепь сопряжения состоит из двух комплектов, включающих прогоны из металлического спецпрофиля или деревянного бруса с гидравлическими стойками или стойками трения. В основном комплекте прогон имеет длину 5...6 м. Дополнительный прогон длиной 3,5...4 м предназначен для удержания верхняков крепи подготовительной выработки во время переноски основного комплекта крепи. Приводная головка конвейера крепится распорными стойками, которые должны упираться в породы кровли между

рамами штрековой крепи. Скребковый конвейер может быть включен в работу только тогда, когда его приводные головки закреплены. В этом случае в работе комбайна после начала выемки очередной полосы угля предусматривается технологический перерыв по передвижке приводной головки конвейера и крепи сопряжения лавы с подготовительной выработкой.

В течение суток всегда выделяется ремонтно-подготовительная смена, в течение которой производится профилактический осмотр и текущий ремонт всех машин и механизмов комплекса. Работы выполняет ремонтное звено в составе шести-семи электрослесарей и пяти ÷ шести рабочих очистного забоя. Для более качественного ремонта и персональной ответственности отдельные механизмы закрепляют за определенными лицами: два слесаря производят осмотр и текущий ремонт крепи и гидросистемы комплекса; два слесаря закрепляются за комбайном и конвейером; два слесаря несут ответственность за электроаппаратуру и насосную станцию на штреке. В их обязанность входит также передвижка магнитной и насосной станций. Двое рабочих укорачивают скребковый конвейер на штреке и погашают тупиковую часть штрека. Остальные рабочие ремонтируют крепь.

Исходные данные для расчёта нагрузки на очистной забой:*

1. Вынимаемая мощность пласта, м	3,8
2. Длина лавы, м	200
3. Направление подвигания лавы: 1 – по простиранию, 2 – по восстанию, 3 – по падению пласта	1
4. Угол падения пласта	16°
5. Плотность угля в массиве, т/м ³	1,36
6. Спротивляемость пласта резанию, кН/м	170
7. Коэффициент, характеризующий хрупкость угля: 1 – для вязких, 1,15 – для хрупких, 1,3 – для весьма хрупких углей	1,15
8. Устойчивость непосредственной кровли пласта: 1 – устойчивая, 2 – средней устойчивости, 3 – неустойчивая кровля	2
9. Мощность привода комбайна, кВт	315
10. Коэффициент готовности комбайна	0,92
11. Ширина захвата комбайна, м	0,8
12. Схема работы комбайна SR: 1 – челноковая, 2 – односторонняя, 3 – уступная	3
13. Мощность верхней пачки пласта, вынимаемой комбайном при уступной	2,0

* Здесь численные значения - примерные величины.

схеме работы (при $SR = 3$), м	
14. Максимальная скорость подачи комбайна по технической характеристике, м/мин	10
15. Скорость крепления лавы, м/мин	2,9
16. Коэффициент готовности крепи лавы	0,93
17. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с конвейерной выработкой	1,2
18. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с вентиляционной выработкой	2,4
19. Продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин ...	20
20. Продолжительность концевых операций, мин	25
21. Затраты времени на вспомогательные операции, приходящиеся на 1 м длины лавы, мин	0,03
22. Затраты времени на обмен партий вагонеток на погрузочном пункте, приходящиеся на 1 м длины лавы, мин	0
23. Затраты времени на зарядание, взрывание шпуров в нишах и проветривание лавы после взрывных работ, мин	0
24. Аккумулирующий бункер угля в транспортной линии: 1 – есть, 2 – нет ..	1
25. Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	2
26. Производительность линии скребковых конвейеров, т/ч	900
27. Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	3
28. Производительность линии ленточных конвейеров, т/ч	850
29. Число конвейеров в сборной конвейерной линии	4
30. Продолжительность рабочей смены, мин	360
31. Число смен по добыче угля в сутки	3

Определение отдельных параметров:

Сопротивляемость пласта резанию определяется динамометром крупного скола ДКС-2, имеющим резец шириной 20 мм с углом резания 50° (рис. 11). В общем случае, сопротивляемость пласта (или пачки угля) резанию - это отношение усилия резания F к

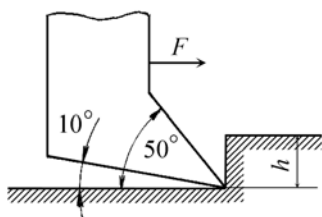


Рис. 11. Схема определения сопротивляемости пласта резанию

глубине бороздки h ; $A_p = F/h$, кН/м. Для угольных пластов сложного строения (рис. 12) определяется сопротивляемость резанию угольных пачек и породных прослоек, после чего принимается средневзвешенное значение сопротивляемости пласта резанию $A_{pc} = \sum(A_{pi} m_i) / \sum m_i$, где A_{pi} – сопротивляемость резанию i -ой пачки угля или породного про-

слойка мощностью m_i . С учётом отжима угля, $A_{\text{рп}} = A_{\text{рс}} \cdot k_{\text{от}}$, где $k_{\text{от}}$ – коэффициент отжима пласта, значение которого принимают:

$$k_{\text{от}} = 0,45 + \frac{r - 0,1m}{r + m},$$

где r – ширина захвата комбайна, m – вынимаемая мощность пласта.

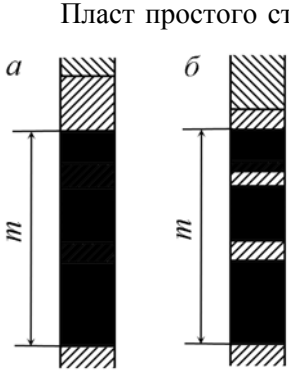


Рис. 12. Угольный пласт простого (а) и сложного (б) строения m – вынимаемая мощность пласта

Пласт простого строения состоит из одного лишь полезного ископаемого. Пласт сложного строения содержит прослойки (пачки) пустой породы. Для пластов сложного строения различают полную (вынимаемую) и полезную мощность. Полная (вынимаемая) мощность пласта равна расстоянию между кровлей и почвой пласта. Полезная мощность – это суммарная мощность пачек угля в пласте. То есть, полезная мощность пласта равна его полной мощности, за вычетом мощностей прослоек породы. Вынимаемая мощность пласта – это суммарная мощность пачек

полезного ископаемого и прослоек породы, фактически извлекаемых при разработке.

Скорость крепления лавы может быть рассчитана по программе АУ02, а технологические факторы, осложняющие поддержание сопряжений лавы с подготовительными выработками, и их удельный вес оцениваются по программе АУ03. Заметим, что скорость крепления лавы должна быть не меньше расчётной скорости подачи комбайна.

Продолжительность подготовительно-заключительных операций в начале и в конце рабочей смены $t_{\text{пз}}$ зависит от многих факторов. На шахте проводят хронометражные наблюдения за этим технологическим процессом и устанавливают норматив затрат времени. Ориентировочно, $t_{\text{пз}} = 20$ мин при мощности пласта меньше 1,8 м и $t_{\text{пз}} = 15$ мин при большей мощности пласта.

Продолжительность подготовки комбайна к выемке следующей полосы (концевые операции) $t_{\text{ко}}$ принимается по хрономет-

ражным данным шахты. Ориентировочно, для комбайнов с асимметричным расположением шнеков $t_{ко} = 30...45$ мин в зависимости от устойчивости кровли, для комбайнов с центральным расположением исполнительного органа $t_{ко} = 25...30$ мин, а для комбайнов с разнесенными исполнительными органами $t_{ко} = 15...25$ мин. Решающее значение здесь имеет вид крепи подготовительной выработки. При рамной крепи, в процессе концевых операций в лаве, при фронтальной передвижке забойного конвейера, приходится переставлять крепёжные рамы подготовительной выработки. Если же подготовительная выработка закреплена анкерами, то концевые операции значительно упрощаются, а их продолжительность минимальна.

Затраты времени на вспомогательные операции можно принимать равными 0,02...0,07 мин/м. Для механизированных комплексов нового технического уровня в благоприятных горно-геологических условиях продолжительность этих операций минимальна.

Если уголь из лавы грузится в вагонетки, то затраты времени на обмен партий вагонеток $t_{обм}$ в зависимости от вынимаемой мощности пласта m следующие:

m , м	до 0,78	0,95	1,14	1,38	1,66	1,99	2,40	2,80	2,80
$t_{обм}$, мин/м	0,06	0,08	0,09	0,12	0,14	0,17	0,20	0,23	0,24

2. СКОРОСТЬ КРЕПЛЕНИЯ ЛАВЫ (программа AV02)

Процесс крепления осложняется рядом факторов, основными из которых являются: вдавливание крепи в почву пласта при недостаточной её несущей способности, необходимость выравнивания секции в процессе передвижки (рис.13). При неустойчивых породах кровли, при большом отжиме угля на крепление затрачивается дополнительное время.

Институтом горного дела им. А.А. Скочинского на основании статистической обработки натуральных наблю-

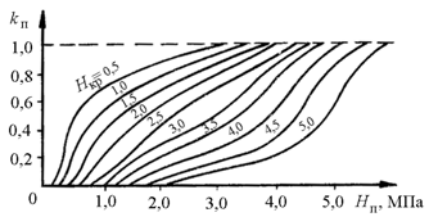


Рис. 13. Зависимость коэффициента снижения скорости крепления k_n от несущей способности почвы H_n и удельного давления опорной поверхности крепи на почву $H_{кр}$

дений разработана методика учёта факторов, осложняющих процесс крепления лавы.

Скорость крепления лавы определяется по формуле

$$v_{кр} = v_{пос} k_{сх} k_{уп} k_{уст},$$

где $v_{пос}$ – скорость крепления лавы при последовательной схеме передвижки крепи и устойчивых боковых породах (см. табл. 3); $k_{сх}$ – коэффициент, учитывающий схему передвижки крепи. При последовательной схеме передвижки крепи $k_{сх} = 1$. При применении схем передвижки через 1, 2, 3 секции $k_{сх}$ принимается на основании результатов хронометражных наблюдений или рекомендаций бассейновых институтов; $k_{уп}$ – коэффициент снижения скорости крепления с увеличением угла падения пласта α . При работе мех. комплекса по простираню пласта $k_{уп} = 1$ при $\alpha \leq 9^\circ$, при бóльшем угле падения пласта $k_{уп} = 1 - 0,013 (\alpha - 9^\circ)$. При движении мех. комплекса по падению (восстанию) пласта $k_{уп} = 1$ при $\alpha \leq 6^\circ$ и $k_{уп} = 1 - 0,0066 \alpha - 0,00087$ при $6 < \alpha < 15^\circ$; $k_{уст}$ – коэффициент снижения скорости крепления при неустойчивых породах

$$k_{уст} = \left(\frac{1}{k_{п}} + \frac{1}{k_{кр}} + \frac{1}{k_{от}} - 2 \right)^{-1},$$

где $k_{п}$ – коэффициент снижения скорости крепления при недостаточной несущей способности почвы пласта (рис. 17); $k_{кр}$ – коэффициент снижения скорости крепления в зависимости от площади кровли, подлежащей затяжке n (указывается в процентах), и числа горнорабочих (включая машиниста крепи) n_p , занятых на креплении

$$k_{кр} = \left(1 + 0,0036 \frac{v_{пос} n}{n_p} \right);$$

$k_{от}$ – коэффициент снижения скорости крепления в связи с необходимостью крепления обнажаемой кровля из-за вывалов угля из верхних пачек пласта вследствие интенсивного отжима:

Глубина отжима, м	> 0,8	0,8...0,6	0,6...0,3	< 0,3
$k_{от}$	0,6	0,7	0,8	1,0

Исходные данные для расчёта скорости крепления лавы по программе АУ02:

1. Направление подвигания лавы: 1 – по простиранию, 2 – по падению или восстанию пласта	1
2. Угол падения пласта	12°
3. Прочность пород почвы пласта на сжатие, МПа	30
4. Скорость крепления лавы при последовательной схеме передвижки сек- ций крепи и устойчивых боковых породах, м/мин	4
5. Удельное давление крепи на почву пласта, МПа	2,5
6. Площадь кровли, подлежащей затяжке из-за вывалов породы, %	10
7. Число рабочих, занятых на креплении при вывалах породы из кровли ...	5
8. Глубина отжима угля из краевой части пласта, м	0,3

Крепление лавы зачастую сдерживает подачу мощных узкозахватных комбайнов.

Для увеличения скорости крепления в 2...3 раза можно применить шахматную схему передвижки крепи через 1, 2, 3, 4 секции. Но это должно обеспечиваться соответствующей организацией работ по креплению и дополнительными насосными станциями, питающими гидросистему механизированного комплекса.

3. СУММА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОСЛОЖНЯЮЩИХ ПОДДЕРЖАНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ ЛАВЫ С ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКОЙ (программа АV03)

Состояние сопряжения лавы с подготовительными выработками может осложняться технологическими факторами, приводящими к дополнительным простоям в работе механизированных комплексов. Для расчёта коэффициента готовности сопряжения институтом горного дела им. А.А. Скочинского предложено основные осложняющие факторы оценивать соответствующими коэффициентами.

В программе АV03 предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Подготовительная выработка проведена буровзрывным способом? 0 – нет, 1 – да	0
2. Подготовительная выработка проведена с подрывкой кровли пласта? 0 – нет, 1 – да	1
3. Подготовительная выработка проведена с оставлением пачки угля в кровле?: 0 – нет, 1 – да	-
4. Подготовительная выработка повторно эксплуатируется?: 0 – нет, 1 – да	1

5. Подготовительная выработка проводится позади лавы при сплошной системе разработки пласта?: 0 – нет, 1 – да	0
6. Подготовительная выработка проведена вприсечку к выработанному пространству?: 0 – нет, 1 – да	0
7. Имеется средняя выработка, разделяющая лаву на две части?: 0 – нет, 1 – да	0
8. Как закреплено сопряжение лавы с подготовительной выработкой?: 1 – механизированной, 2 – индивидуальной крепью	1
9. Как закреплен концевой участок лавы ? : 1 – механизированной, 2 – индивидуальной крепью	1
10. Имеется ниша в лаве?: 0 – нет, 1 – да	0
11. Длина ниши, м	–

Разумеется, при выборе параметров проходки подготовительной выработки и крепления её сопряжения с лавой следует стремиться к снижению числа осложняющих технологических факторов.

Выходным параметром программы расчётов является сумма коэффициентов, характеризующих технологические факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с подготовительной выработкой. Этот показатель является исходным данным для программ *AV01*, *AV05*, *AV06*, *AV12*, *AV13*.

4. РАСЧЁТ НАГРУЗКИ НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ ПРИ СТРУГОВОЙ ВЫЕМКЕ УГЛЯ (программа *AV05*)

Струговая выемка всегда предпочтительна, если уголь добывается для энергетических целей. Лимитирующими факторами могут служить высокая сопротивляемость пласта резанию, геологическая нарушенность и высокая газообильность выемочного участка.

В течение смены в лаве обычно заняты машинист струговой установки и его помощник, забойщики, работающие в нишах, рабочие, обслуживающие механические или гидравлические устройства, удерживающие приводы струговой установки, рабочие по передвигке или перестановке крепи (рис. 14).

Машинист струговой установки (основное рабочее место у пульта управления, расположенного около приводной станции в конвейерной выработке) производит пуск установки, следит за работой струга и конвейера, производит их остановку при появлении нетранспортабельных плит угля.

При ручном управлении реверсом струга машинист включает и выключает установку при появлении струга у конца очистного забоя, периодически производит передвижку гидрофицированного стола с приводной станцией и опорной балкой стола.

Помощник машиниста (основное рабочее место – кнопочный пост в вентиляционной выработке) следит за работой струга и конвейера, производит их остановку при технологической необходимости или отказах оборудования. При ручном управлении стругом действует так же, как машинист.

Оформление очистного забоя и передвижку крепи выполняют горнорабочие 3...7. Они распределяются по одному на каждый обособленно обслуживаемый участок лавы длиной 30 м с 20 комплектами крепи.

В состав работ по оформлению забоя входит зачистка угля за конвейером, в том числе не разрушенного стругом у почвы пласта, и при необходимости обрушение подработанной стругом верхней части пласта. Передвигая крепь, рабочие контролируют подвигание забоя и передвижку секций крепи с помощью шаблона и управляют работой гидроцилиндров передвижки струговой установки с целью разрушения пласта до почвы.

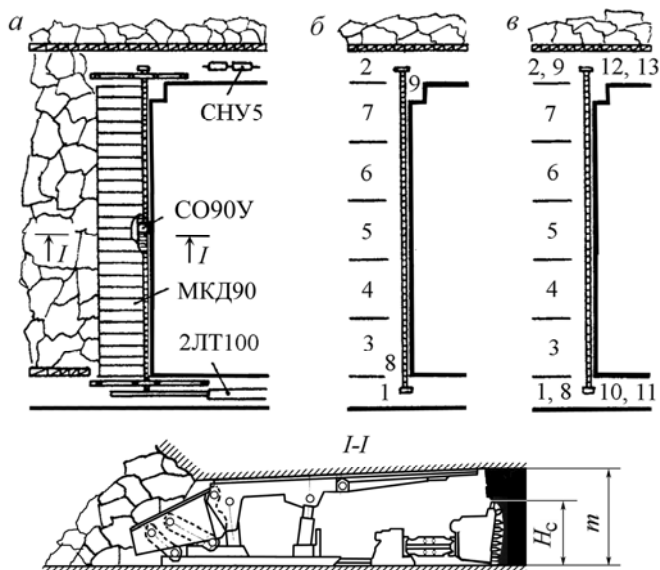


Рис. 14. Технологическая схема струговой выемки угля (вариант)
а – схема очистного забоя, *б* и *в* – расстановка рабочих 1...13 в периоды соответственно выемки угля стругом и перестановки крепи сопряжений, H_c – высота струга, m – вынимаемая мощность пласта

Дробление нетранспортабельных плит угля пневматическим отбойным молотком производит на головной линейной секции конвейера струговой установки горнорабочий 8. Если струговая установка снабжена дробилкой, то размер ниши должен быть на 1...1,5 м больше требуемого по габаритам струга.

Выемку угля и бурение шпуров в нише у вентиляционной выработки осуществляет горнорабочий 9.

Оформление сопряжений лавы с конвейерной и вентиляционной выработками, осуществляемое горнорабочими 10...13 в периоды между перестановками крепи сопряжений, включает зачистку угля, выносимого стругом из лавы, установку стоек под верхняки основной крепи конвейерной выработки позади приводной станции, возведение под кровлю у конвейерной выработки железобетонных тумб (рис. 15).

Таблица 8

Характеристики струговых установок

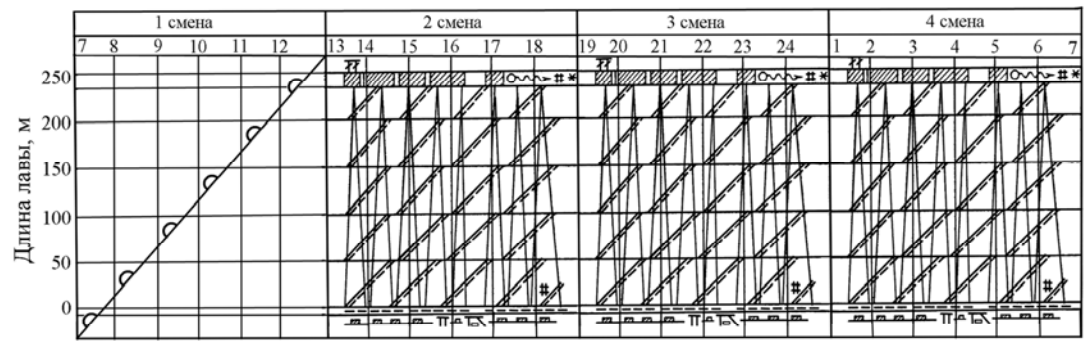
Струговая установка	Высота струга, м	Скорость движения струга, м/с	Скорость движения скребковой цепи конвейера, м/с	Коэффициент готовности
УСТ2А	0,365; 0,465	0,48	0,88	0,7
УСТ2М	0,33; 0,41; 0,49	0,62; 1,48	0,54; 1,08	0,7
УСБ67	0,6	0,65	1,12	0,75
УСВ	0,665; 0,835; 1,005	0,92; 1,51	0,53; 1,0	0,8
СО75	0,41; 0,49; 0,57	0,77; 1,52	0,62; 1,22	0,75
СН75	0,57; 0,615; 0,66	0,77; 1,52	0,62; 1,22	0,75
PL81	0,45; 1,0	0,52; 0,95; 1,24	0,52; 0,95	0,7
SVS-6	0,65...2,0*	1,72	1,1	0,7
Дон-Фалия	0,625...1,205*	0,59; 1,76	1,09	0,82
Глайтхобель	0,51...1,75*	0,64; 1,78; 2,4	0,59; 0,8; 0,89; 0,92; 1,2	0,84

* - размер регулируется проставками высотой 0,16; 0,2; 0,24; 0,26 м.

Для питания гидросистемы струговых установок (табл. 8) применяют 2...3 насосных станции. Насосные станции типа СНУ5 имеют производительность 80 л/мин, а СНТ32 и СНТ40 – 90 л/мин.

Имеется опыт организации работы в струговой лаве таким образом, что стругом обрабатывается забой отдельными участками длиной 30...60 м.

Отметим, что струговые установки могут работать лишь при устойчивой кровле, показателем которой является минимальное время устойчивости нижних слоев непосредственной кровли, не закреплённой у забоя (табл. 9).



Условные обозначения: \cup - осмотр и ремонт оборудования; M - работа струга; $==$ - оформление забоя и передвижка крепи; $---$ - дробление негабарита; $---$ - зачистка угля под крепью сопряжения; $\#$ - извлечение крепи; $\#$ - передвижка стола; $\#$ - возведение костра; $\#$ - установка стоек под верхняк; $\#$ - выемка угля и крепление ниши; $\#$ - бурение шпуров; $\#$ - зарядание и взрывание шпуров

Рис. 15. Организация работ в лаве (пример): a и b - расстановка рабочих $1 \div 13$ в периоды соответственно выемки угля стругом и перестановки крепи; a и b - планограмма работ:

I - работа струга; II - оформление забоя и передвижка крепи; III - дробление негабарита; IV - зачистка угля под крепью сопряжения; V - извлечение стоек; VI - передвижка стола; VII - возведение костра; $VIII$ - установка стоек под верхняк; IX - выемка угля и крепление ниши; X - бурение шпуров; XI - зарядание и взрывание шпуров

Таблица 9

Классификация пород кровли по устойчивости

<i>Класс кровли</i>	<i>Характеристика устойчивости во времени</i>
Неустойчивая	Без применения крепи не дает устойчивых обнажений, обрушается вслед за подвиганием забоя
Слабоустойчивая	В призабойной полосе шириной до 1 м устойчива в течение 2...3 ч
Среднеустойчивая	В призабойной полосе шириной до 2 м устойчива до 1 сут
Устойчивая	В призабойной полосе шириной до 2 м имеет длительную устойчивость до 2 сут
Весьма устойчивая	В призабойной полосе шириной 5...6 м обладает длительной устойчивостью

Параметры механизированных крепей лавы: минимальное расстояние от забоя до перекрытия секций a и максимальная ширина призабойного пространства R , имеют для крепей разных типов следующие значения:

	1МК97Д	МК98С	1М88С	М137С	Дон-Фалия	МКД90СН
Крепь						
a , м	0,2 ÷ 0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	300
R , м	4,16 ÷ 4,36	4,42 ÷ 4,56	4,58	4,4	3,68	4,8

Наиболее существенно нагрузка на забой зависит от непрерываемых технологических перерывов: оформление ниш при необходимости, передвижка приводных станций струговых установок и крепей сопряжений. Ориентировочно значения длительности технологических перерывов и шаги их повторения:

Передвижка приводной натяжной станции	0...2 / 0,6
Передвижка приводной разгрузочной станции	0...2 / 0,6
Передвижка крепи приводной натяжной станции	3,5 / 1,2
Передвижка крепи приводной разгрузочной станции	3,5 / 1,2
Перемещение механизированной крепи сопряжения в конвейерной выработке	0...8 / 0,8
То же в вентиляционной выработке	0...10 / 0,8
Перемещение индивидуальной крепи сопряжения в конвейерной выработке	8...12 / 1,2
Заряжание и взрывание шпуров в нише у конвейерной выработки	0...12 / 1,8
То же в нише у вентиляционной выработки	0...12 / 1,8

ИТОГО: при механизированной крепи сопряжений : $(t/r)_{\max}$ 48,4
 $(t/r)_{\min}$ 5,8

Примечание. В числителе – длительность технологических перерывов t , в минутах, в знаменателе – шаг повторения перерывов r , в метрах.

Струговые установки имеют несколько наборов высоты струга и могут работать в разных режимах, сочетающих скорость движения струга и скребковой цепи конвейера (см. табл. 8). Принимают такой режим, при котором производительность струга будет наибольшей.

Исходные данные для расчёта нагрузки на очистной забой:

1.	Вынимаемая мощность пласта, м	1,2
2.	Угол падения пласта	4°
3.	Длина лавы, м	200
4.	Направление подвигания лавы: 1 – по простиранию, 2 – по восстанию, 3 – по падению пласта	1
5.	Плотность угля в массиве, т/м ³	1,4
6.	Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м	170
7.	Обрушаемость кровли: 1 – легко-, 2 – средне-, 3 – труднообрушающаяся	3
8.	Угол встречи линии очистного забоя с направлением основной трещиноватости пород	30°
9.	Минимальное время устойчивости нижних слоев непосредственной кровли, не закреплённой у забоя, мин	260
10.	Высота струга, м	0,57
11.	Скорость движения струга, м/с	0,77
12.	Скорость движения скребковой цепи конвейера, м/с	1,22
13.	Коэффициент готовности струговой установки	0,75
14.	Крепь очистного забоя: 1 – индивидуальная, 2 – механизированная	2
15.	Минимальное расстояние от забоя до верхняков крепи, м	0,2
16.	Максимальная ширина призабойного пространства, поддерживаемого крепью, м	4,42
17.	Схема передвижки секций крепи: 1 – шахматная, 2 – линейная	2
18.	Совмещение процесса крепления кровли с работой струговой установки: 0 – нет, 1 – да	0
19.	Норма выработки на обслуживание крепи одним рабочим, комплекты	20
20.	Производительность насосных станций, питающих гидросистему струговой установки, л/мин	160
21.	Суммарная длительность технологических перерывов, приходящихся на 1 м подвигания лавы, мин	15
22.	Способ дробления нетранспортабельных плит угля: 1 – отбойным молотком, 2 – дробилкой УРН4, 3 – дробилкой Д10, 4 – дробилкой Д20 ...	4
23.	Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с конвейерной выработкой	3,4
24.	Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с вентиляционной выработкой	4,2
25.	Наличие в транспортной линии аккумулирующего бункера угля: 1 – да, 2 – нет	1
26.	Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	1

27. Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	3
28. Число конвейеров в сборной конвейерной линии	4
29. Продолжительность рабочей смены, мин	360
30. Продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин ...	20
31. Число смен по добыче угля в сутки	3

5. ВЫЕМКА УГЛЯ СКРЕПЕРОСТРУГОТАРАННОЙ УСТАНОВКОЙ (программа AV06)

Скрепероструготаранная установка УС2У и её модернизированный вариант УС3 предназначены для выемки пластов мощностью $0,3 \div 0,8$ м. Установка состоит из таранов, стругоскреперных ящиков, одной или двух приводных станций с пультами управления, тяговой цепи (рис. 16).

Скреперные ящики не имеют дна, их торцевые стенки – откидные. При движении ящиков вверх по лаве торцевые стенки свободно открываются углём, находящимся на почве лавы, а при движении вниз – эти стенки закрываются под давлением угля. Заполненные скреперные ящики перемещают уголь к откаточному штре-

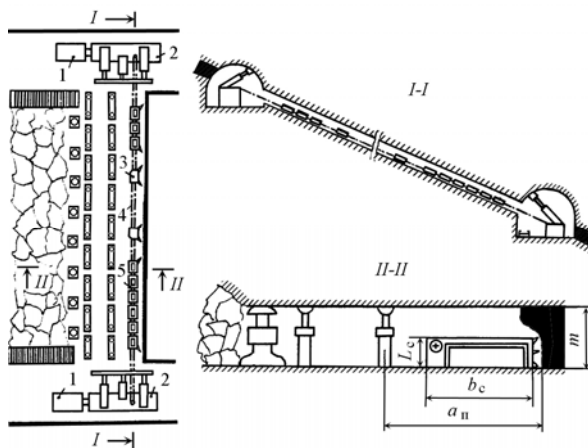


Рис. 16. Схема лавы со скрепероструготаранной установкой

1 – пульта управления, 2 – приводные станции, 3 – таран, 4 – тяговая цепь, 5 – стругоскреперные ящики, L_c – высота скрепероструга, b_c – ширина скрепероструга, a_n – расстояние от забоя до верхняков (стоек) первого ряда крепи, m – вынимаемая мощность пласта

ку. Со стороны забоя ящики имеют резцы. Скреперные ящики составляют два «поезда». Нижний поезд в 2 раза длиннее верхнего, так как он должен транспортировать и уголь, доставляемый верхним поездом.

Тараны и скреперные ящики приводятся в поступательно-возвратное движение кольцевой цепью. За счёт натяжения холостой ветви цепи ящики перекашиваются в движении и в результате возникает усилие прижатия к забою. Реверс движения исполнительного органа в крайних положениях происходит автоматически.

Установка УСЗ имеет следующие параметры:

Скорость движения исполнительного органа v_c , м/с	1,33; 1,62; 2,07; 2,44; 2,77; 3,27
Полезная ширина скрепероструга, м	0,8
Полезная высота скрепероструга, м	0,33
Длина аккумулирующей группы, м	6
Число групп скреперостругов	3
Длина меньшей группы скрепероструга, м	2
Длина установки в поставке, м	200

Установку обслуживает машинист с пульта управления на откаточном штреке. Помощник машиниста и его пульт управления находятся около обводного ролика на вентиляционном штреке. Между машинистом, помощником и рабочими в лаве имеется громкоговорящая связь и предупредительная сигнализация.

Управление кровлей в лаве осуществляется полным обрушением. Крепление призабойного пространства производится индивидуальной крепью с металлическими шарнирными верхняками. При малой мощности пласта применяют деревянные верхняки, которые устанавливают по падению пласта для обеспечения необходимого прохода по лаве.

Минимальное расстояние от забоя до верхняков призабойной крепи a_n составляет 0,26; 0,43; 0,56 м при длине металлических шарнирных верхняков соответственно 1,26; 1,0; 0,8 м. Если применяют деревянные верхняки с консолью 0,3 м $a_n = 1,05$ м. А если верхняки располагают по падению пласта $a_n = 1,35$ м.

Методика расчёта нагрузки на очистной забой разработана в ДонУГИ.

Исходные данные для расчёта нагрузки на очистной забой:

1.	Вынимаемая мощность пласта, м	0,7
2.	Длина лавы, м	190
3.	Плотность угля в массиве, т/м ³	1,4
4.	Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м	140
5.	Класс кровли пласта по обрушаемости	4
6.	Естественный шаг обрушения основной кровли, м	12
7.	Кoэффициент предварительного ослабления основной кровли, характеризующий уменьшение естественного шага обрушения (при работе без предварительного ослабления принимать 1)	1
8.	Угол встречи линии очистного забоя с направлением основной трещиноватости пород	20°
9.	Минимальное время устойчивости нижних слоев непосредственной кровли, не закреплённой у забоя, мин	360
10.	Полезная ширина скрепероструга, м	0,6
11.	Высота скрепероструга, м	0,33
12.	Длина аккумулирующей группы скреперостругового поезда, м	6
13.	Число групп скрепероструговых поездов	3
14.	Длина меньшей группы скреперостругового поезда, м	2
15.	Скорость движения скрепероструга, м/с	2,07
16.	Шаг крепления лавы, м	0,8
17.	Минимальное расстояние от забоя до верхняков крепи, м	0,56
18.	Максимальная ширина призабойного пространства, поддерживаемого крепью, м	4,8
19.	Число комплектов крепи, устанавливаемых одним рабочим при подвигании забоя на шаг крепления	20
20.	Затраты времени на оформление забоя и установку комплекта крепи, мин	30
21.	Шаг передвижки посадочной крепи, м	1,6
22.	Затраты времени на посадку кровли, не совмещаемые с работой скрепероструговой установки, мин	30
23.	Суммарная длительность технологических перерывов, приходящаяся на 1 м подвигания лавы за исключением перерывов для крепления и посадки кровли, мин	35
24.	Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	3
25.	Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	5
26.	Число конвейеров в сборной конвейерной линии	4
27.	Продолжительность рабочей смены, мин	360
28.	Число смен по добыче угля в сутки	3

Выходные параметры программы расчётов: толщина стружки; производительность скрепероструговой установки; суточный коэффициент машинного времени; суточная нагрузка на очистной забой.

6. БУРОШНЕКОВАЯ ВЫЕМКА УГЛЯ (программа AV07)

При бурошнековой выемке угля разработка пластов производится путём бурения скважин диаметром несколько меньшим мощности пласта и длиной до 50 м. Между скважинами оставляют целики угля шириной 0,2...0,4 м (рис. 17).

В комплект оборудования входит выемочная машина (бурошнековая установка), скребковый конвейер СП48М, таль грузовая передвижная с монорельсом ТГП2.5, грузчик шахтный ГШ2Д.

Бурошнековая выемка применяется на пластах мощностью 0,6...0,85 м с углами падения до 15°. Не рекомендуется её применять

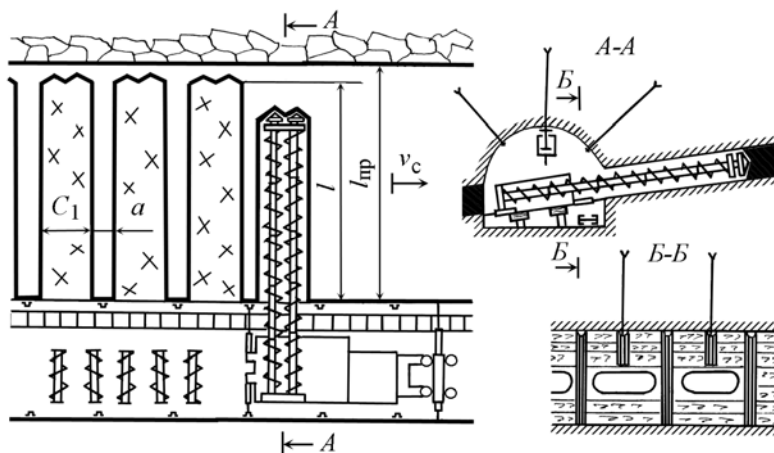


Рис. 17. Схема бурошнековой выемки угля

C_1 – ширина камеры, a – ширина междускважинного целика угля, l – средняя буримая на участке длины скважин, $l_{пр}$ – ширина полосы угля, подлежащая очистной выемке, v_c – скорость отработки выемочного участка

на выбросоопасных пластах и на пластах с самовозгорающимися углями.

Выемочный штрек, в котором размещается бурошнековая установка, проводится с нижней подрывкой высотой 0,6...0,7 м. Крепиться штрек должен таким образом, чтобы крепёжные рамы не мешали выбуривать пласт. Поэтому обычно применяют комбиниро-

ванную крепь — подпорную и анкерную. Если имеются затруднения с применением анкерной крепи, то для обеспечения необходимой плотности рамы подпорной крепи устанавливают сдвоенными. В этом случае ширина междукамерных целиков будет составлять 0,4...0,5 м.

Для бурения скважин применяют двухшпindelную установку БШУ, имеющую следующую характеристику:

Диаметр буровых коронок, мм	525; 625; 700
Длина звеньев бурового става, м	1,5
Расстояние между осями бурового става, мм	640
Ширина сдвоенных скважин, мм	
при буровых коронках диаметром (мм): 525	1165
625	1265
700	1340
Частота вращения шпинделей, об/мин	45; 65
Усилие подачи, кН	до 150
Тип механизма передвижения	гусеничный
Скорость ходовой части расчётная, м/мин	1,38
Габаритные размеры, мм:	
длина	6000
ширина	2600
высота	1600
Масса бурового става, кг	16000
Масса комплекта поставки, кг	34700

Производительность бурового става и параметры, характеризующие технологическую схему, возможно определить по методике ДонУГИ.

Исходные данные для расчёта параметров бурового става выемки угля:

1. Мощность пласта, м	0,7
2. Плотность угля в массиве, т/м ³	1,35
3. Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м	210
4. Устойчивость боковых пород: 1 – устойчивые, 2 – средней устойчивости, 3 – неустойчивые породы	1
5. Диаметр скважин, м	0,625
6. Ширина полосы угля, подлежащая очистной выемке, м	40
7. Средняя буримая на участке длина скважин, м	37
8. Ширина междускажинных целиков, м	0,4

9. Продолжительность подготовительно-заключительных операций по оформлению устья скважины, мин	18
10. Продолжительность приёма и сдачи смены, мин	20
11. Продолжительность рабочей смены, мин	360
12. Число смен по добыче угля в сутки	3

Выходные параметры программы расчётов показывают: точную добыча угля; скорость отработки выемочного участка; потери угля.

7. КОМБАЙНОВАЯ ВЫЕМКА УГЛЯ В ЛАВАХ С ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАКЛАДКОЙ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА (программа AV12)

Закладку выработанного пространства осуществляют (рис.18), с

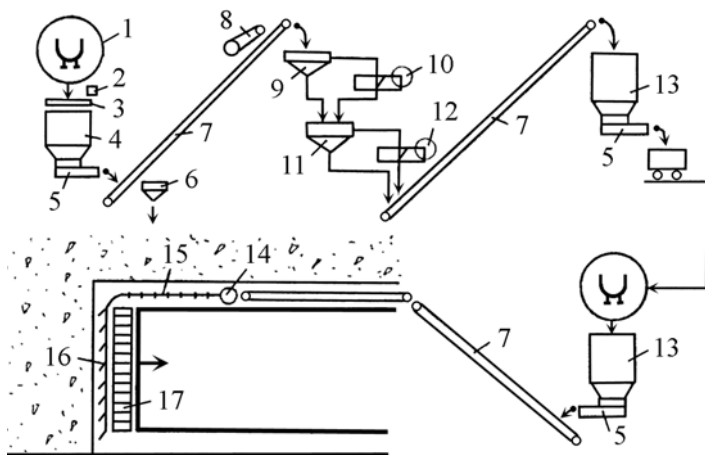


Рис. 18. Примерная технологическая схема пневматической закладки выработанного пространства с подземным расположением дробильно-сортировочного участка

1 – опрокидыватель; 2 – пневмобутобой; 3 – колосниковая решётка; 4 и 6 – бункеры для рядовой породы и посторонних предметов; 5 – питатель; 7 – конвейер; 8 – железоотделитель; 9 – питатель-классификатор; 10 – щёковая дробилка; 11 – передний кулачковый классификатор; 12 – одновалковая дискозубая дробилка; 13 – бункер для дроблёной породы; 14 – барабанная пневмозакладочная машина; 15 и 16 – пневмозакладочный и распределительный трубопроводы; 17 – механизированный комплекс

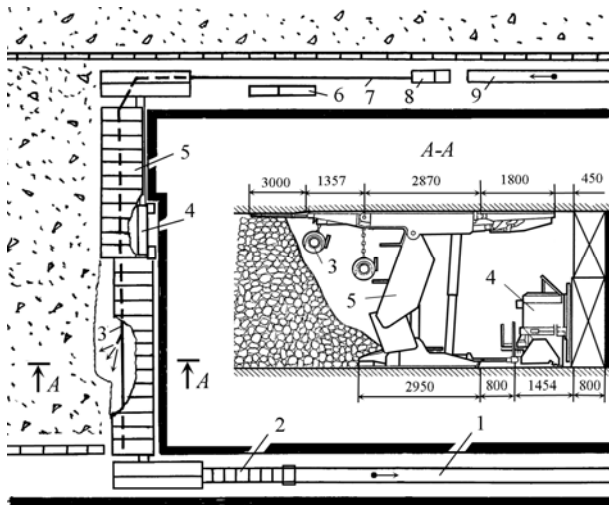


Рис. 19. Технологическая схема разработки пласта с пневматической закладкой выработанного пространства (вариант)

1 – ленточный конвейер; 2 – скребковый перегружатель; 3 – распределительный трубопровод; 4 – комбайн; 5 – механизированная крепь; 6 – энергопоезд; 7 – пневмозакладочный трубопровод; 8 – пневмозакладочная машина; 9 – конвейер для доставки закладочного материала

одной стороны, для решения задачи управления кровлей в лаве, а с другой стороны - для исключения выдачи породы из шахты для сохранения окружающей среды. В последнем случае выработанное пространство может лишь частично заполняться породой с учётом фактического выхода горной массы из забоев подготовительных выработок. Очевидно, что на шахте должен функционировать дробильно-закладочный комплекс по транспортированию, складированию породы, её дроблению и доставке на выемочный участок к пневмозакладочной машине (рис. 19).

В лаве, оборудованной механизированным комплексом, выемка угля производится узкозахват-

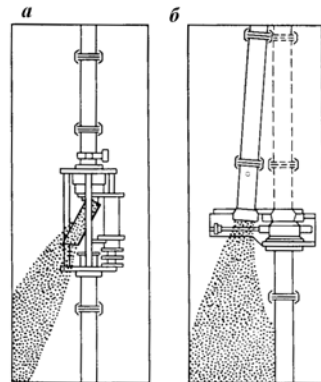


Рис. 20. Системы пневмозакладочного трубопровода с боковым выпуском (а) и с рассоединением трубопровода (б)

ным комбайном. Закладочный материал доставляется конвейером к пневмозакладочной машине, от которой при помощи воздуха транспортируется в закладочный трубопровод лавы (рис. 19). Трубопровод может быть разборным или безразборным (рис. 20).

Подачу закладочного материала в выработанное пространство, как правило, не совмещают с выемкой угля комбайном, поскольку имеются проблемы с запылённостью воздуха в призабойном про-

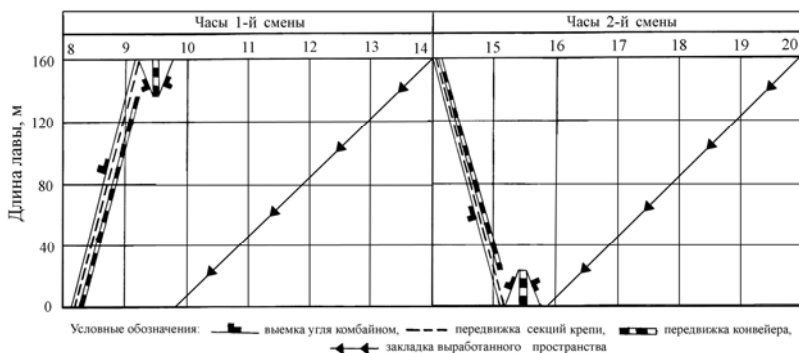


Рис. 21. Планограмма работ в лаве в добычную смену при управлении кровлей полной закладкой выработанного пространства (пример)

странстве (рис. 21).

Исходные данные для расчёта параметров очистных работ:

- | | |
|---|------|
| 1. Вынимаемая мощность пласта, м | 1,2 |
| 2. Длина лавы, м | 180 |
| 3. Направление подвигания лавы: 1 – по простиранию, 2 – по восстанию, 3 – по падению пласта | 1 |
| 4. Угол наклона лавы | 6° |
| 5. Плотность угля в массиве, т/м ³ | 1,35 |
| 6. Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м | 240 |
| 7. Коэффициент, характеризующий хрупкость угля (1 – для вязких, 1,15 – для хрупких, 1,3 – для весьма хрупких углей) | 1,15 |
| 8. Устойчивость непосредственной кровли пласта: 1 – устойчивая, 2 – средней устойчивости, 3 – неустойчивая кровля | 2 |
| 9. Мощность привода комбайна, кВт | 600 |
| 10. Коэффициент готовности комбайна | 0,94 |
| 11. Ширина захвата комбайна, м | 0,8 |
| 12. Схема работы комбайна SR: 1 – челноковая, 2 – односторонняя, 3 – уступная | 1 |
| 13. Мощность верхней пачки пласта, вынимаемой комбайном при уступной | |

схеме работы (при $SR = 3$), м	–
14. Максимальная скорость подачи комбайна по технической характеристике, м/мин	4,4
15. Скорость крепления лавы, м/мин	2,6
16. Коэффициент готовности крепи лавы	0,92
17. Производительность пневмозакладочной машины, м ³ /ч (табл. 10)	200
18. Диаметр закладочного трубопровода, мм	175
19. Тип закладочного трубопровода: 1 – разборный, 2 – безразборный с ручным управлением боковыми выпусками, 3 – безразборный с дистанционным управлением боковыми выпусками с остановками закладочной машины, 4 – безразборный с дистанционным управлением боковыми выпусками без остановки закладочной машины перед открыванием очередного бокового выпуска	2
20. Шаг закладки выработанного пространства, м	0,8
21. Расход закладочного материала на 1 т добычи угля, м ³	0,75
22. Совмещение работы комбайна с закладкой выработанного пространства: 1 – совмещается, 2 – не совмещается	2
23. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с конвейерной выработкой	1,6
24. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с вентиляционной выработкой	2,8
25. Продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин	25
26. Продолжительность концевых операций, мин	30
27. Затраты времени на обмен партий вагонеток на погрузочном пункте, приходящиеся на 1 м длины лавы, мин	0
28. Затраты времени на зарядание, взрывание шпуров в нишах и проветривание лавы после взрывных работ, мин	0
29. Наличие в транспортной линии аккумулирующего бункера угля: 1 – да, 2 – нет	1
30. Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	3
31. Производительность линии скребковых конвейеров, т/ч	540
32. Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	5
33. Производительность линии ленточных конвейеров, т/ч	380
34. Продолжительность рабочей смены, мин	360
35. Число смен по добыче угля в сутки	3

Таблица 10

Характеристики пневматических закладочных машин

Показатель	ПЗБ	ДЗМ-2	ЗС240	“Титан”
Производительность, м ³ /ч	200	80...120	120	60
Диаметр закладочного трубопровода, мм	175; 200; 225	120; 175; 200; 225	225	60
Длина транспортирования, м	< 500	< 1500	< 600	60; 160
Давление сжатого воздуха, МПа	0,4	0,6...0,8	0,4	0,4

Выходные параметры программы расчётов: суточная нагрузка на очистной забой; расход закладочного материала за сутки; расход воздуха на 1 м^3 закладочного материала.

8. РАЗРАБОТКА МОЩНЫХ ПЛАСТОВ С ОБРУШЕНИЕМ И ВЫПУСКОМ УГЛЯ (программа AV13)

Мощные пласты в сложных горно-геологических условиях экономически выгодно разрабатывать с обрушением и выпуском угля. Сущность этой технологической схемы состоит в отработке подсеccionного слоя у почвы мощного пласта, разрушении подкровельной толщи и выпуске обрушенного угля в призабойное пространство подсеccionного слоя (рис. 22).

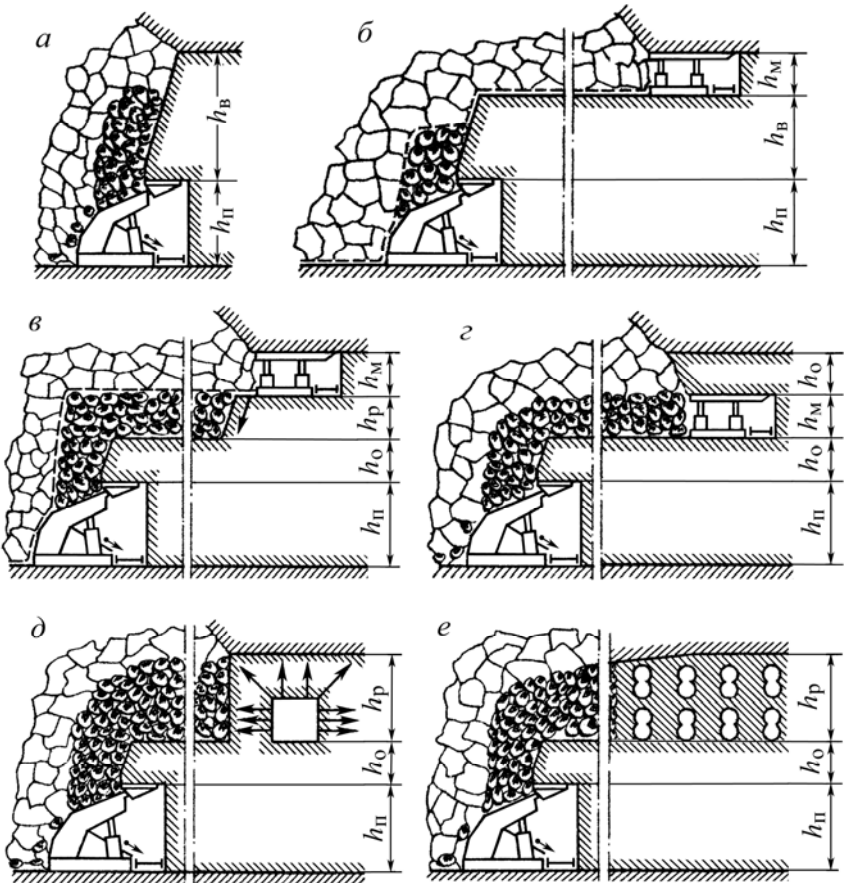


Рис. 22. Схемы выемки мощных пластов с обрушением и выпуском угля

В зависимости от мощности пласта, физико-механических свойств пласта и боковых пород применяет несколько схем выемки мощных пластов с обрушением и выпуском угля [2].

1. Выемка мощных пластов с выпуском угля подкровельной толщи (рис. 22, а) применяется при выемке пластов мощностью до 8,5 м. Породы непосредственной кровли должны быть выше средней крепости и крепкие, трещиноватые, способные обрушаться блоками вслед за выпуском угля. В противном случае будут иметь место большие потери угля в выработанном пространстве при зависаниях кровли или высокая степень разубоживания угля мелкой породой при слабой кровле.

Мощность подсечного слоя $h_{п}$ определяется типом механизированного комплекса, применяемого в нём; обычно $h_{п} = 2,5 \dots 3,5$ м. Мощность подкровельной толщи, подлежащей выпуску, $h_{в}$ зависит от качества рыхления угля по всей её высоте. Хорошее качество рыхления снижает потери угля и исключает зависание его при выпуске.

Если уголь пласта слабый и подкровельная толща обрушается за крепью с образованием кусков угля необходимой для выпуска крупности, в подсечном слое целесообразно применять крепь оградительного типа.

В большинстве случаев применяют принудительное обрушение подкровельной толщи угля буровзрывными работами. При этом минимальная мощность подкровельной толщи с учётом требований правил безопасности составляет 0,7 м, а максимальная мощность не превышает 6 м. В подсечном слое применяют механизированную крепь оградительного или оградительно-поддерживающего типа.

При буровзрывном способе разрушения подкровельной толщи угля большое значение имеет паспорт буровзрывных работ. Промышленный опыт и научные исследования показывают, что применяемое вертикальное расположение шпуров не всегда эффективно, так как подкровельная (межслоевая) толща преждевременно разрушается на крупные блоки (рис. 23), выпуск которых невозможен, а дробление негабарита весьма трудоёмко и небезопасно. Потери угля при выпуске достигают 30...40 %. Поэтому забою в пога-

шаемой угольной толще следует придавать наклон в сторону массива. Угол наклона забоя

$$\beta = \arctg \left[\frac{l_{\kappa}}{h_{\text{обр}}} + \text{ctg}(\alpha + \delta) \right],$$

где $l_{\kappa}=n+r_0$ – длина консоли; n – расстояние от устья шпура до забоя подсечного слоя; r_0 – шаг обрушения; $h_{\text{обр}}$ – высота обрушения; α – угол падения пласта при отработке пласта по падению; δ – угол, характеризующий положение крайней точки опоры кровли на угольную консоль, определяется экстраполяцией, $\delta = 82 \dots 90^\circ$, что обеспечивает устойчивость угольной консоли.

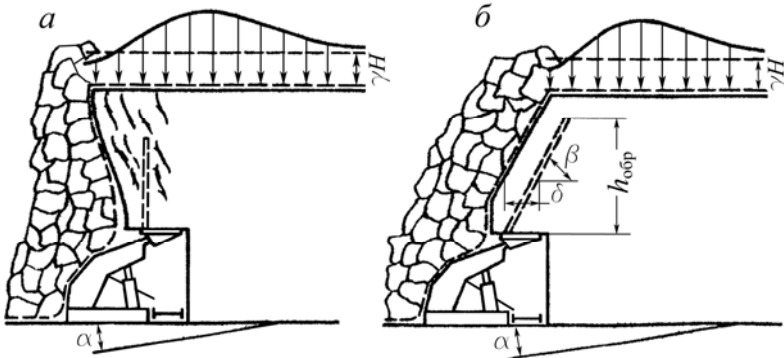


Рис. 23. Схемы расположения шпуров в подкровельной толще: *а* – вертикальное; *б* – с наклоном на массив

2. Выемка мощных пластов с выпуском угля межслоевой толщи при предварительной отработке подкровельного слоя (см. рис. 21,б) применяется в двух вариантах: с выпуском угля под гибким перекрытием и с выпуском угля под обрушенными породами.

В первом случае свойства пород кровли пласта существенно не влияют на условия обрушения и выпуска угля, так как гибкое перекрытие предназначено для исключения смешивания выпускаемого угля с породой.

Слой, отрабатываемый у кровли пласта, называется монтажным. Его мощность $h_{\text{м}}$ зависит от высоты применяемого оборудования: например, при использовании агрегата монтажного слоя АМС $h_{\text{м}}=2,5$ м. На почве монтажного слоя возводится гибкое перекрытие

из стальных полос толщиной 1,4...2 мм и шириной 40...60 мм. Полосы переплетаются механизированным способом с шагом 0,15...0,2 м по длине забоя и 0,2±0,25 мм - в перпендикулярном направлении.

Межслоевая толща угля разрушается буровзрывными работами из подсечного слоя. Её максимальная мощность не превышает 6 м, а минимальная, с учётом ведения буровзрывных работ под обрушенными породами, не должна быть меньше 1,2 м.

Предварительная обработка подкровельного слоя без возведения гибкого перекрытия на его почве применяется с целью ослабления кровли, если она представлена породами средней крепости и крепкими, малотрещиноватыми. Известно, что производительность и полнота выпуска угля растут с увеличением кусковатости налегающих пород. Поэтому мощность слоя угля, отрабатываемого у кровли пласта, должна быть такой, чтобы при обрушении кровли образовывалось как можно меньше породной мелочи. По рекомендациям ВНИМИ, мощность подкровельного слоя при выемке пласта с выпуском угля без гибкого перекрытия следует выбирать из условия

$$0,2\text{м} \leq h_0 \leq h_c,$$

где h_0 – высота обрушения пород кровли, м, в данном случае $h_0 = h_m$; h_c – толщина одновременно обрушающегося слоя пород.

Как видно из этого условия, отрабатывать подкровельный слой необходимо с использованием крепи малой высоты или с частичным заполнением выработанного пространства этого слоя разрушенным углем, т.е. магазинированием некоторой толщи угля. С учётом имеющегося оборудования хорошие показатели выпуска угля могут быть получены, если в кровле пласта залегают породы, способные обрушаться толщиной не менее 1 м.

3. Выемка мощных пластов с выпуском угля межслоевой толщи при предварительной обработке подкровельного слоя с принудительным разрушением и магазинированием угля в почве подкровельного слоя (см. рис. 22,в), также применяется в двух вариантах: с гибким разделяющим перекрытием, возводимым на почве подкровельного слоя, и без него.

При выемке пласта с гибким перекрытием свойства пород кровли пласта практически не влияют на условия выпуска угля.

Мощность подкровельного слоя h_m определяется высотой применяемого оборудования. Мощность слоя угля, разрушаемого в почве подкровельного слоя, h_p ограничена длиной нисходящих шпуров и, как правило, не должна превышать 2...2,5 м. Межслоевая пачка угля выполняет роль предохранительной, предотвращая неуправляемое высыпание замагазинированного угля впереди крепи при выемке подсечного слоя. Её мощность $h_o \geq 1,2$ м.

При выемке пласта без гибкого перекрытия мощность подкровельного слоя угля должна обеспечить удовлетворительную кусковатость обрушенных пород кровли с целью снижения потерь угля при выпуске и поэтому выбирается из условия

$$h_m = h_p(k_p - 1) + h_o,$$

где k_p – коэффициент разрыхления замагазинированного угля; h_o – необходимая высота обрушения пород кровли.

4. Выемка мощных пластов с выпуском угля при обрушении и магазинировании угольной толщи мощностью h_o в кровле слоя, обрабатываемого в средней части пласта (см. рис. 22, з), применяется при породах кровли средней крепости и крепких, малотрещиноватых. При этой схеме затраты на разрушение и магазинирование подлежащей выпуску толщи угля меньше. Мощность принудительно обрушаемого или самообрушаемого слоя угля h_p может достигать 6 м. Мощность слоя h_m , обрабатываемого в средней части пласта, выбирается из вышеприведенного условия.

5. Выемка мощных пластов с выпуском угля с принудительным разрушением верхней части пласта буровзрывными работами из сети подготовительных выработок (см. рис. 22, д) позволяет получить высокое качество дробления подлежащего выпуску угля. Кровля пласта должна быть представлена крепкими, малотрещиноватыми породами. Мощность пласта может достигать 18...20 м. Для снижения потерь угля при выпуске у кровли пласта может обрабатываться монтажный слой для настилки гибкого разделяющего перекрытия. В этом случае свойства пород кровли могут быть любыми.

Подготовительные выработки, в зависимости от мощности разрушаемой толщи, можно располагать в один или несколько ярусов. Необходимый объём выработок

$$V_b = [V_o(k_p - 1) + S_y h_o] / k_p,$$

где V_o – общий объём, занятый магазинируемой толщей на отработываемом участке, м³; S_y – площадь участка, м²; k_p – коэффициент разрыхления взорванного угля.

б. Выемка мощных пластов с выпуском угля с ослаблением подкровельной толщи скважинами большого диаметра, пробуренными по пласту из сети подготовительных выработок для последующего разрушения межскважинных угольных целиков под действием горного давления (см. рис. 22,е) применяется на газовых шахтах, где нельзя использовать взрывные работы. В таком случае скважины диаметром 300...700 мм выбуривают бурошнековыми машинами типа БУГ (БШУ). Длина скважин (25...40 м) равна расстоянию между подготовительными выработками для размещения бурошнековых машин. Расстояние между скважинами должно обеспечивать разрушение целиков угля между ними под действием горного давления. Например, при использовании вертикально-двоенных скважин диаметром $d_{скв} = 0,7$ м, пределе прочности угля на сжатие $R_{сж} = 4,9$ МПа, среднем удельном весе пород вышележащей толщи $\gamma = 25$ кН/м³ и глубине работ $H = 100$ м предельная ширина целика, определенная по формуле Л.Д. Шевякова:

$$b = d_{скв} / (R_c / \gamma H - 1) = 0,7 \text{ м.}$$

Объём скважин, необходимый для разрыхления разрушенного угля и прогиба непосредственной кровли на высоту h_o , определяется из вышеприведенного условия после подстановки в него соответствующего коэффициента разрыхления угля после разрушения целиков.

Технология работ в лаве зависит от конструкции механизированного комплекса в подсечном слое (рис. 24).

С механизированными крепями поддерживающего типа в лаве используют два конвейера: забойный и завальный, на который осуществляют выпуск угля. При таких крепях обычно не требуется принудительно разрушать подкровельную толщу, так как уголь над лавой разрушается естественным образом за счёт горного давления и просадки крепи.

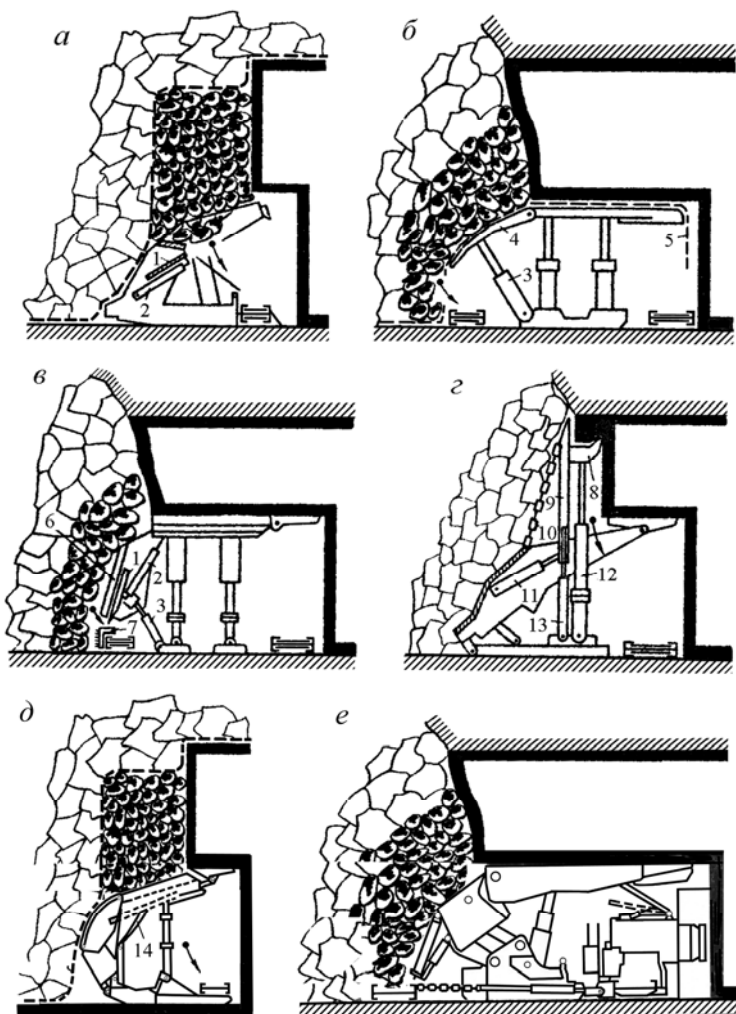


Рис. 24. Первые механизированные комплексы для работы в подсечном слое:
a – КТУ; *б* – "Вестфалия"; *в* – КМ-81В; *г* – КАМ-1с; *д* – КНК-70"; *е* – Bucyrus
 1 – шибера; 2 – гидродомкрат шибера; 3 – укосная стойка; 4 – ограждение; 5 – сетка; 6 – рёбра с внешней стороны ограждения; 7 – струг УС2А; 8 – струговая каретка; 9 – жёсткая направляющая; 10 – цепной заслон; 11 и 12 – гидродомкраты управления и струговой каретки; 13 – гидродомкрат направляющих; 14 – откидной лоток

В большинстве случаев, межсекционные зазоры нужно перекрывать сеткой, заводимой на перекрытия крепи во время передвижки секций (см. рис. 24, б). Негабаритные куски выпускаемого угля разрушают отбойными молотками через ячейки сетки.

Крепи оградительно-поддерживающего типа имеют в оградительном перекрытии перекрываемые шиберными затворами люки, через которые уголь выпускается на забойный конвейер. Часто для разрушения подкровельной толщи угля требуются буровзрывные работы или применение специальных гидрофицированных приспособлений, выводимых из лавы в выработанное пространство.

В общем случае, в очистном забое выполняются следующие работы (рис. 25). Узкозахватным комбайном вынимается три-четыре полосы угля с передвижкой крепи и конвейера. Производится обуривание подкровельной толщи станками с принудительной подачей через окна, имеющиеся в перекрытиях механизированной крепи. После заряжания шпуров, взрывания и проветривания лавы производят выпуск угля на забойный конвейер. Рабочие, управляющие шиберными затворами при выпуске угля, находятся под секцией крепи, расположенной со стороны, противоположной направлению движения скребковой цепи конвейера.

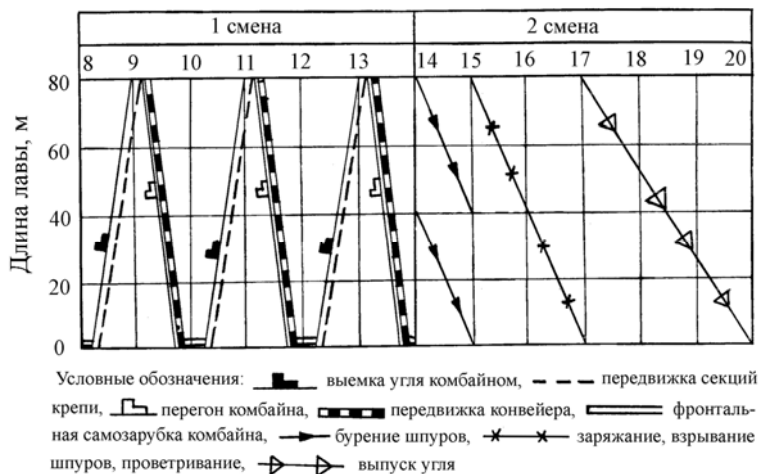


Рис. 25. Планограмма работ в очистном забое мощного пласта (пример)

Суточная нагрузка на очистной забой

$$A_c = \frac{n_{cm} T_{cm} n_l r \gamma (m_k c_k + m_b c_b)}{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5},$$

где n_l – число лент, вынимаемых комбайном на шаг выпуска угля; m_k, m_b – мощность комбайнового слоя и слоя пласта, подлежащего выпуску (в метрах) при соответствующих коэффициентах извлечения угля c_k и c_b ; T_1 – продолжительность выемки угля комбайном на шаг выпуска, мин, $T_1 = m_k \gamma c_k k_r / (q k_m)$; q и k_m определяются по методике ИГД им. А.А. Скочинского; T_2 – затраты времени на выпуск угля, мин, $T_2 = m_b \gamma c_b k_r n_l / (q_b k_{mb})$, k_{mb} – коэффициент машинного времени при выпуске угля, определяется так же как и k_m ; T_3 – затраты времени на бурение шпуров в подкровельной толще пласта, мин, $T_3 = n_p l_{ш} 300 / (b n_б H_б k_n)$, n_p – число рядов шпуров на цикл; $l_{ш}$ – длина шпуров, м, b – расстояние между шпурами по длине лавы, м, $n_б$ – число бурильных станков в лаве, $H_б$ – сменная норма выработки на один бурильный станок, м/смену, k_n – коэффициент перевыполнения нормы выработки по бурению шпуров; T_4 – затраты времени на зарядание шпуров, $T_4 = n_p t_{зар} / (b n_{зар})$, $t_{зар}$ – время зарядания одного шпура одним рабочим ($t_{зар} = 2 \dots 5$ мин), $n_{зар}$ число рабочих, занятых на зарядании шпуров; T_5 – продолжительность проветривания лавы после взрывных работ, $T_5 = n_{пр} t_{пр} / l$, $n_{пр}$ – число циклов по бурению, заряданию и проветриванию на цикл работы лавы, $t_{пр}$ – продолжительность проветривания лавы после взрывных работ.

Исходные данные для расчёта нагрузки на очистной забой:

1. Угол падения пласта	9°
2. Длина лавы, м	50
3. Плотность угля в массиве, т/м ³	1,33
4. Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м	210
5. Мощность комбайнового слоя, м	2,5
6. Мощность слоя угля, подлежащего обрушению и выпуску, м	3,5
7. Устойчивость кровли комбайнового слоя: 1 – устойчивая, 2 – средней устойчивости, 3 – неустойчивая кровля	2
8. Мощность привода комбайна, кВт	400
9. Коэффициент готовности комбайна	0,88
10. Ширина захвата комбайна, м	0,5
11. Схема работы комбайна SR: 1 – челноковая, 2 – односторонняя, 3 – уступная	2

12. Мощность верхней пачки пласта, вынимаемой комбайном при уступной схеме работы (при $SR = 3$), м	-
13. Максимальная скорость подачи комбайна по технической характеристике, м/мин	10
14. Скорость крепления лавы, м/мин	2,9
15. Коэффициент готовности крепи лавы	0,85
16. Число лент, вынимаемых комбайном на шаг выпуска угля	4
17. Число рядов шпуров на цикл выпуска угля	0
18. Расстояние между шпурами по длине лавы, м	-
19. Число бурильных установок в лаве	-
20. Норма выработки на бурильную установку, м/смену	-
21. Время проветривания лавы после взрывания шпуров в подкровельной толще угля, мин	-
22. Производительность выпуска угля, т/ч	240
23. Коэффициент извлечения угля при выпуске	0,85
24. Продолжительность подготовительно-заключительных операций, мин	20
25. Продолжительность концевых операций, мин	25
26. Затраты времени на вспомогательные операции, приходящиеся на 1 м длины лавы, мин	0,05
27. Затраты времени на обмен партий вагонеток на погрузочном пункте, приходящиеся на 1 м длины лавы, мин	0
28. Затраты времени на зарядание, взрывание шпуров в нишах и проветривание лавы после взрывных работ, мин	0
29. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с конвейерной выработкой	1,2
30. Сумма коэффициентов, характеризующих факторы, осложняющие поддержание сопряжения лавы с вентиляционной выработкой	2,8
31. Наличие в транспортной линии аккумулирующего бункера угля: 1 – да, 2 – нет	2
32. Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	3
33. Производительность линии скребковых конвейеров, т/ч	540
34. Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	5
35. Производительность линии ленточных конвейеров, т/ч	480
36. Число конвейеров в сборной конвейерной линии	4
37. Продолжительность рабочей смены, мин	360
38. Число смен по добыче угля в сутки	3

Выходные параметры программы расчётов: производительность комбайна по скорости подачи, по скорости крепления, по приёмной способности скребковых и ленточных конвейеров; производительность выпуска угля; суточная нагрузка на очистной забой; подвигание лавы за сутки.

9. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫПУСКА УГЛЯ (программа AV14)

При разработке мощных пластов с принудительным обрушением выпуск угля является тем технологическим процессом, который определяет эффективность всей указанной технологической схемы.

На практике реализуется так называемый "свободный" выпуск, когда движение угля подчиняется законам выпуска сыпучих материалов в пределах зоны потока с образованием воронки выпуска, что ведет к частым зависаниям угля над люками (рис. 26).

Кинематика внутренних перемещений угля при выпуске его из слоя под налегающими породами заключается в следующем. Над выпускным отверстием приходит в движение не вся масса подлежащего выпуску угля, а только её часть в пределах зоны потока - пространственной фигуры, внутри которой частицы сыпучего мате-

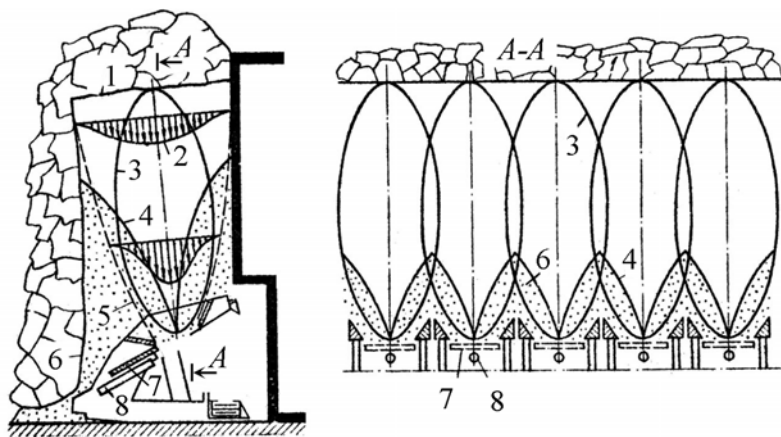


Рис. 26. "Свободный" выпуск угля

1 – блок угля, подлежащий выпуску; 2 – эюоры скоростей; 3 и 4 – эллипсоид и воронка выпуска; 5 – зона потока; 6 – потери угля; 7 – шибер; 8 – гидродомкрат шибера

риала одновременно участвуют в движении.

В пределах зоны потока частицы сыпучего материала движутся с разными скоростями. Причина этого состоит в следующем

(по мнению Н.Г. Дубынина). Особенностью деформирования сыпучего материала при выпуске является то, что она протекает с образованием дискретной системы куполообразных поверхностей скольжения. При этом существенно, что в каждый момент времени сдвиг происходит лишь по одной из них. Скольжение по любой другой поверхности связано с прекращением его по предыдущей. Сдвиг начинается с поверхностей, расположенных вблизи оси зоны потока, и последовательно переходит на всё более удалённые. Со сдвигом вдоль предельной поверхности процесс возвращается к начальной фазе. В движении одновременно участвует весь материал, заключённый в границах поверхности, по которой происходит сдвиг. В связи с этим, чем ближе к оси расположены частицы, тем большее число раз они участвуют в движении в течение одного и того же промежутка времени и тем выше их средняя скорость. В результате образуется воронка выпуска (воронка внедрения пород), объём которой равен вписанному в выпускаемый блок угля эллипсоиду выпуска (или близкому к эллипсоиду объёму). Поверхность эллипсоида выпуска – это геометрическое место таких частиц, время движения которых к выпускному отверстию одинаково.

Образование воронки выпуска (если отработка мощного пласта производится без применения гибкого разделяющего перекрытия) приводит к тому, что на момент начала разубоживания угля породой по краям вынимаемого блока остаётся много невыпущенного угля, что и определяет его большие потери. Кроме этого, образование дискретных куполообразных поверхностей скольжения в выпускаемой массе способствует частым зависания угля над выпускным отверстием механизированной крепи.

Если отработка мощного пласта производится с применением гибкого разделяющего перекрытия, то последнее препятствует внедрению покрывающей породы в выпускаемый слой угля, но полностью не исключает указанные потери. Кроме этого при выпуске угля в результате более высокой скорости его по оси зоны потока под гибким перекрытием образуется свободное пространство, в результате чего возникает опасность порыва перекрытия, что часто случается на практике.

Приведенные выше закономерности отражают сущность свободного истечения сыпучего материала при выпуске его в отверстия или щель. Учитывая указанные закономерности истечения разрушенного угля при отработке мощных пластов с принудительным обрушением механизированными комплексами, определение оптимальных параметров выпуска угля (шага выпуска, зависимости его от мощности слоя выпускаемого угля и угла падения пласта, влияния угла наклона забоя на показатели выпуска, последовательность и объём выпуска угля из люков по длине лавы и др.) сводится к изысканию такого положения контакта обрушенного угля с забоем и покрывающими породами, чтобы фигуры выпуска хорошо вписывались в подлежащий выемке объём угля.

Производительность "свободного" выпуска угля зависит от квалификации рабочих и обычно не превышает 200 т/ч с низкой вероятностью стабильности этого показателя.

В Санкт-Петербургском горном университете разработаны механизированные крепи с устройствами поршневого типа, позволяющими полностью механизировать процесс выпуска угля и исключить зависимость показателей выпуска от умения и квалификации рабочих.

Устройство поршневого типа, монтируемое в оградительном перекрытии механизированной крепи, представляет собой короб, перекрывающий снизу выпускное отверстие, и телескопический или ступенчатый поршень с приводом, например, гидродомкратом (рис. 27, 28).

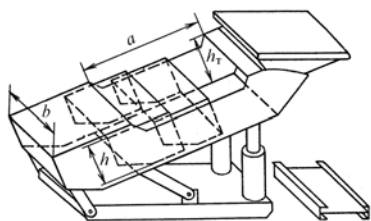


Рис. 27. Общий вид секции механизированной крепи с выпускным устройством поршневого типа

a – длина выпускного отверстия; b – ширина короба выпускного устройства;
 h – высота поршня; h_t – высота торцевого отверстия короба

Выпуск угля осуществляется следующим образом. Обрушенный уголь из подкровельной толщи поступает через выпускное отверстие в короб. Поршень приводится в поступательно-возвратное движение и выталкивает на забойный конвейер порции угля с одновременным дроблением негабаритных кусков. Разрушенный

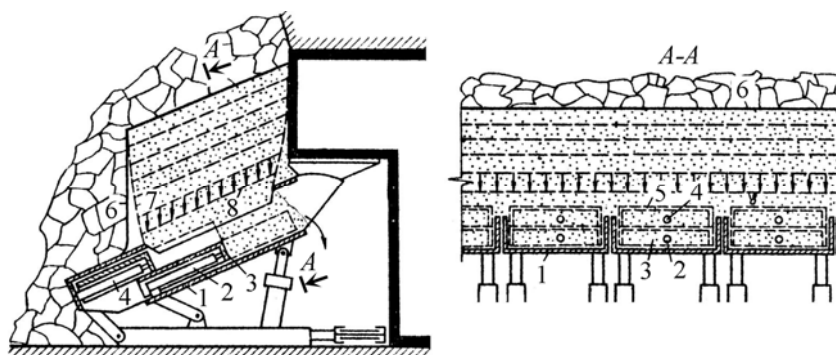


Рис. 28. Схема поршневого выпуска угля

1 – короб; 2 и 4 – гидродомкраты; 3 и 5 – нижний и верхний поршни; 6 – блок угля, подлежащий выпуску; 7 – зона потока; 8 – эпюра скоростей

уголь поступает через выпускное отверстие в короб слоями, по высоте равными высоте поршня. Этим исключается образование воронки выпуска, что способствует наиболее полному извлечению угля.

Исходные данные для расчёта производительности поршневого выпуска угля:

1.	Длина выпускного отверстия, м	2
2.	Ширина короба выпускного устройства, м	1,45
3.	Высота поршня, м	0,5
4.	Высота торцевого отверстия короба, м	0,6
5.	Угол наклона оградительного перекрытия крепи к горизонту	30°
6.	Плотность выпускаемого угля в насыпе, т/м ³	0,9
7.	Коэффициент крепости угля	1,1
8.	Угол внутреннего трения угля	38°
9.	Коэффициент трения угля о стенки короба	0,3
10.	Размер наиболее крупных кусков угля в выпускаемой массе, м	0,8
11.	Производительность насосной станции, питающей гидросистему механизированного комплекса, л/мин	160
12.	Рабочее давление жидкости в гидромагистрали, МПа	20

10. СРЕДНЯЯ ПО ВЫЕМОЧНОМУ ПОЛЮ НАГРУЗКА НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ (программа AV15)

Планы добычи угля на участке составляют на основе расчёта средней по выемочному полю нагрузки на очистной забой. Исходными данными для расчёта средней по выемочному полю нагрузки на очистной забой является нагрузка на забой по техническим возможностям добычного оборудования и горно-геологический прогноз о нарушенности выемочного поля.

В Институте горного дела им. А.А. Скочинского на основании статистической обработки данных шахт получены эмпирические зависимости, позволяющие оценить ожидаемую нагрузку на очистной забой в среднем по выемочному полю при преимущественном преобладании определенного вида геологических нарушений.

Исходные данные для расчёта средней по выемочному полю нагрузки на очистной забой:

1. Угольный бассейн: 1 — Донецкий, 2 — Ростовский, 3 — Печорский, Кузнецкий	1
2. Вынимаемая мощность пласта, м	1,2
3. Плотность угля в массиве, т/м ³	1,35
4. Длина лавы, м	280
5. Преобладающий вид геологических нарушений: 1 — дизъюнктивные, 2 — ложная кровля, 3 — утонение пласта	1
6. Средняя амплитуда нарушений (мощность ложной кровли или величина утонения пласта), м	0,5
7. Длина участка лавы с нарушениями, м	20
8. Доля площади выемочного поля, приходящаяся на геологические нарушения $\sum l_i/L_{ст}$ (рис. 29).....	0,45
9. Технология выемки угля в лаве: 1 — широкозахватным комбайном, 2 — узкозахватным комбайном с индивидуальной крепью, 3 — стругом, 4 и 5 — комбайном с механизированной крепью оградительно-поддерживающего и поддерживающего типов, соответственно	5
10. Суточная нагрузка на лаву по технологическим возможностям очистного оборудования, т	810
11. Число выходов рабочих в смену	8

Переход дизъюнктивных нарушений лавой производят по двум технологическим схемам: фронтальной и диагональной (рис. 30, 31, 32) [7].

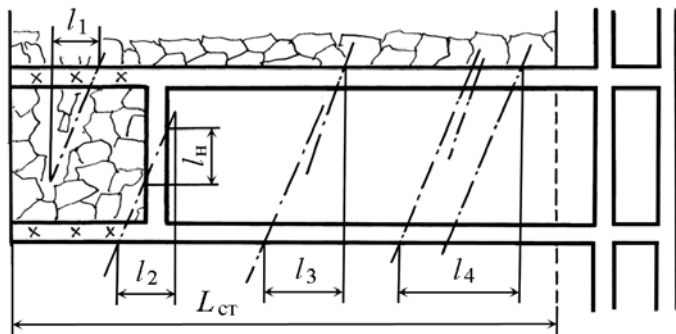


Рис. 29. Прогнозная карта геологической нарушенности выемочного поля (вариант)

$L_{ст}$ – длина выемочного поля, l_i – длина участка выемочного поля с геологической нарушенностью, $l_н$ – длина участка лавы с нарушением

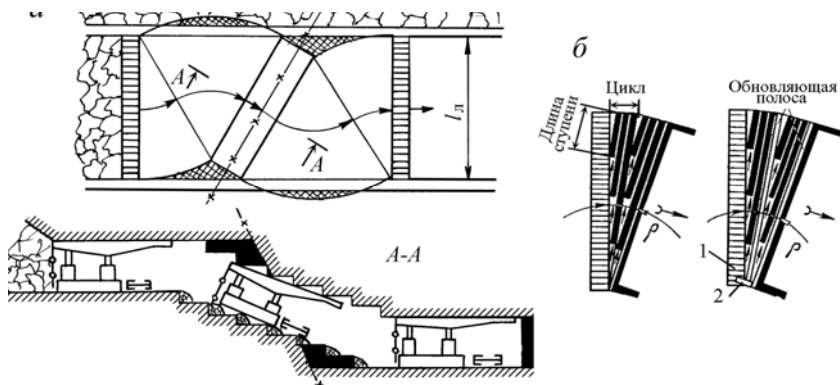


Рис. 30. Фронтальный переход комплексом геологического нарушения: *а* – технологическая схема, *б* – схема маневрирования комплексом при его развороте
 $l_л$ – длина лавы; 1 – линейная секция; 2 – крайняя секция крепи на сопряжении лавы;
 ρ – угол разворота лавы



Рис. 31. Планограмма (график организации) работ в лаве при развороте механизированного комплекса (пример)

Так как геологические нарушения в общем случае не располагаются параллельно лаве, то для обеспечения фронтального перехода сначала приходится разворачивать комплекс.

Начинают с разворота верхней или нижней части лавы, вынимая полосы угля не по всей длине, а ступенями. В соответствии с планом горных выработок определяют угол разворота лавы и

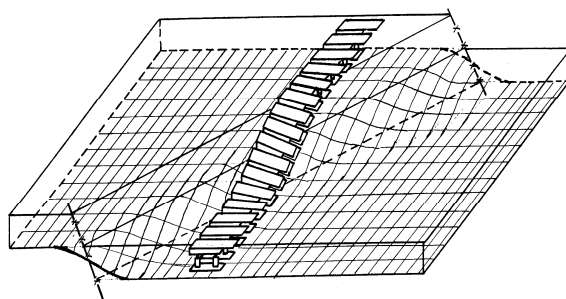


Рис. 32. Диагональный переход механизированным комплексом геологического нарушения

число циклов его выполнения. Разворот может производиться вокруг крайней секции крепи, распираемой в одном и том же месте. При слабых боковых породах после каждого цикла разворота снимается полоса угля по всей длине лавы и крайняя секция вслед за остальными перемещается на шаг передвижки.

Собственно фронтальный переход может производиться полого или круто. В первом случае, за каждый цикл механизированный комплекс поднимается или опускается на 0,1 м. В почве и кровле комбайн создает систему уступов, по которым и движется комплекс.

При крутом переходе дизъюнктивного нарушения комплекс разворачивают на месте в вертикальной плоскости на угол перехода нарушения, заводя под основания секций крепи направляющие настилы, задающие искусственную базовую плоскость перехода для маневрирования шнеками очистного комбайна при его работе.

В случае вывалов пород кровли пласта в лаву купол обрушения должен быть затампонирован, например пенопластом, как это было выполнено при разработке пласта “Вассерфаль” [8] (рис. 33).

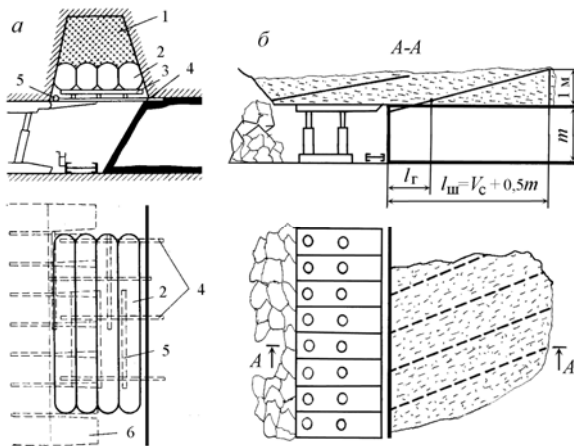


Рис. 33. Схема заполнения полости вывала пенопластом (а) и заблаговременное упрочнение неустойчивых пород скрепляющими составами (б)

1 – пенопласт; 2 – рукав “Буллфлекс”; 3 – брёвна; 4 – рельсы; 5 – трубы; 6 – консоль перекрытия крепи; m – мощность пласта; $l_{гр}$ – длина герметизации шпура (0,6 – 2,0 м); $l_{ш}$ – длина шпуров; V_c – суточное продвижение лавы

Чтобы не допускать таких аварийных ситуаций, следует проводить инструментальный мониторинг горного массива и заблаговременное упрочнение неустойчивых участков пород кровли, например, с использованием скрепляющих составов на основе карбамидных, полиуретановых, формальдегидных, фурановых смол.

Шпуры для нагнетания скрепляющих составов бурят под углом примерно 65° к линии забоя с тем, чтобы армирующая центральная часть шпура поддерживалась двумя секциями механизированной крепи лавы при их передвижке.

Для нагнетания карбамидных составов используют установки УНР-1, НВУ-30м, УН-35, УНР-02 и установки НАГУС-212, КНС,

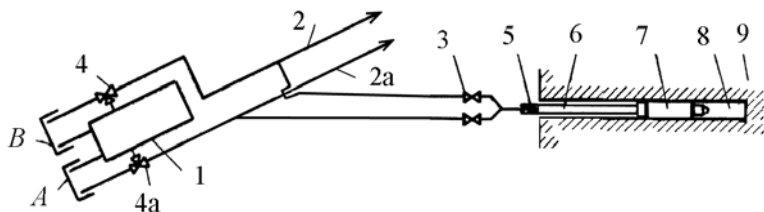


Рис. 34. Схема сборки оборудования при двухкомпонентном нагнетании скрепляющих составов установками НАГУС-212, КНС, НДП:

A, B – ёмкости с компонентами скрепляющего состава; 1 – нагнетательная установка; 2, 2a – высоконапорная магистраль; 3 – кран; 4, 4a – трёхходовые краны; 5 – смеситель; 6 – загрузочная трубка; 7 – герметизатор; 8 – шпур; 9 – углепородный массив

УНР-1 – для полиуретановых составов (рис. 34). Работы по упрочнению пород кровли проводят в ремонтную смену.

11. ОЦЕНКА КОМБАЙНОВОЙ И СТРУГОВОЙ ВЫЕМКИ ПО СОРТНОСТИ УГЛЯ (программа AV16)

Одним из показателей качества энергетических углей является выход сортов разной крупности. Так, например, для антрацита выручка от реализации мелкого угля примерно на 20% ниже, чем угля сорта "орех". Поэтому уже на стадии проектирования отработки выемочного столба следует предусматривать соответствующие

меры, чтобы избежать повышения затрат на добычу рядового угля с большим содержанием мелких сортов.

В Новочеркасском политехническом институте разработаны эмпирические зависимости, позволяющие рассчитать выход штыба и оптовую цену антрацита при комбайновой и струговой выемке в очистном забое и при транспортировании угля до обогатительной фабрики [3]. В программе АУ16 производится оценка технологической схемы выемочного участка при допущении, что выход штыба, образующийся в общешахтной и поверхностной транспортной линии, составляет определенную долю (0,3...0,6).

Исходные данные для расчёта параметров сортности угля следующие:

1.	Вынимаемая мощность пласта, м	1,2
2.	Сопrotивляемость пласта резанию, кН/м	220
3.	Выемочная машина в лаве М: 1 - комбайн, 2 - струг	1
4.	Исполнительный орган комбайна: 1 - шнек, 2 - барабан	1
5.	Резцы на исполнительном органе комбайна: 1 - радиальные, 2 - тангенциальные	2
6.	Схема работы комбайна: 1 - челноковая, 2 - односторонняя	1
7.	Рабочая скорость подачи комбайна, м/мин	2,4
8.	Высота струга (при М = 2), м	-
9.	Толщина стружки при выемке угля стругом (при М = 2), см	-
10.	Число скребковых конвейеров в участковой транспортной линии	2
11.	Средняя длина скребкового конвейера, м	150
12.	Число ленточных конвейеров в участковой транспортной линии	4
13.	Средняя длина ленточного конвейера, м	450
14.	Зольность горной массы, выходящей с выемочного участка, %	48
15.	Зольность товарного угля после обогащения, %	11
16.	Назначение угля: 1 - для энергетических целей, 2 - для коксования	1

Как следует из перечня исходных данных, указанный расчёт выполняется после того, как по программам АУ01 и АУ05 рассчитаны технологические параметры лав с комбайновой и струговой выемкой угля.

12. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПО ЗАТРАТАМ НА ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ (программа AV17)

Проектными институтами «Южгипрошахт» и «Центрогипрошахт» разработаны укрупненные стоимостные параметры на очистные работы из расчёта, что повышение нагрузки на очистной забой в общем случае требует более дорогого добычного оборудования, в данном случае – учитывается стоимость крепи очистного забоя.

Исходные данные для расчёта затрат на очистные работы:

1. Технология выемки угля в лаве: 1 - комбайном с механизированной крепью поддерживающего типа, 2 - комбайном с механизированной крепью оградительно-поддерживающего типа, 3 - комбайном с механизированной крепью поддерживающе-оградительного типа, 4 - комбайном с индивидуальной крепью, 5 - стругом с механизированной крепью, 6 - стругом с индивидуальной крепью	2
2. Длина лавы, м	120
3. Мощность пласта, м	3,2
4. Плотность угля в массиве, т/ м ³	1,35
5. Средняя по выемочному полю нагрузка на лаву, т/сутки	1250
6. Число рабочих смен по добыче угля в сутки	3
7. Суточный коэффициент машинного времени	0,289
8. Число рабочих дней в году	300

Выходные параметры программы расчётов: себестоимость добычи угля по материалам, по электроэнергии, по заработной плате, по амортизации оборудования.

13. НАГРУЗКА НА ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ ПО УСЛОВИЯМ ВЕНТИЛЯЦИИ (программа AV22)

Рассматривается упрощённая расчетная методика оценки максимальной по условиям вентиляции нагрузки на очистной забой.

Нагрузка на забой по условиям вентиляции составляет:

$$A_b = \frac{864 S_{\text{л}} v_{\text{max}} k_{\text{о.з}} (c - c_0)}{k_{\text{д.е}} q_{\text{пл}} (1 - k_{\text{дп}}) + q_{\text{вп}} k_{\text{вп}} (1 - k_{\text{дв}}) + q_{\text{пл}} (1 - k_{\text{д.е}}) (1 - k_{\text{дп}})},$$

где $S_{\text{л}}$ – сечение лавы в свету, м^2 ; v_{max} – максимально допустимая скорость движения воздуха в лаве, м/с ; $k_{\text{о.з}}$ – коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающей к призабойному пространству; c – максимально допустимая концентрация метана в исходящей из очистного забоя струе воздуха, %; c_0 – концентрация метана в поступающей в очистной забой струе воздуха, %; $k_{\text{д.е}}$ – коэффициент естественной дегазации пласта; $q_{\text{пл}}$ – метановыделение из пласта, $\text{м}^3/\text{т}$; $k_{\text{дп}}$ – коэффициент эффективности дегазации пласта; $q_{\text{вп}}$ – метановыделение в выработанном пространстве, $\text{м}^3/\text{т}$; $k_{\text{вп}}$ – коэффициент, учитывающий долю поступления метана из выработанного пространства в призабойное пространство; $k_{\text{дв}}$ – коэффициент эффективности дегазации выработанного пространства.

Классификация схем проветривания выемочных участков приведена в табл. 11 и на рис. 35.

Наиболее простыми с позиции системы разработки угольных пластов являются схемы проветривания выемочных участков с последовательным разбавлением вредностей (метана) по источникам их выделения. При этом струя воздуха, подаваемая на участок, насыщается метаном, выделяющимся в очистном забое из пласта и из отбиваемого выемочной машиной угля, из транспортируемого вне лавы угля, из выработанного пространства. Поскольку через лаву можно пропустить ограниченное количество воздуха, то такие схемы применяют обычно при небольшом газовыделении.

Можно подавать на выемочный участок дополнительное количество воздуха с таким расчётом, чтобы в лаву не поступал метан, выделяющийся в транспортной выработке или в выработанном пространстве. Такие схемы называют схемами проветривания с частич-

но обособленным разбавлением метана по источникам его выделения.

Чтобы полностью исключить поступление в лаву метана из транспортной выработки и из выработанного пространства, необходима соответствующая сеть горных выработок для подачи подсвежающего воздуха и выдачи струи, исходящей из очистного забоя, на выработанное пространство. Реализация такой схемы проветривания возможна при условии сохранения воздухоотводящей выработки. Однако, в этом случае утечки воздуха через выработанное пространство и общее количество воздуха, подаваемого на выемочный участок, должны быть весьма значительными.

Таблица 11

Классификация схем проветривания выемочных участков

Классификационное деление	Классификационный признак	Варианты признака	Обозначение
Тип	Степень обособленности разбавления вредностей по источникам их поступления	Последовательное разбавление Частично обособленное Полностью обособленное	1 2 3
Подтип	Направление выдачи исходящей из лавы струи воздуха	На массив угля На выработанное пространство Комбинированное	М В К
Класс	Зависимость или независимость проветривания выработок на выемочном участке	Независимое Зависимое	Н З
Подкласс	Направление движения воздуха по очистному забою	Восходящее Нисходящее Горизонтальное	в н г
Вид	Взаимное направление свежей и исходящей струй воздуха	Возвратноточное Прямоточное Комбинированное	вт пт кн
-	Назначение подсвежающих струй воздуха по источникам выделения газа НАЗ	Транспортируемый уголь Выработанное пространство Транспортируемый уголь и выработанное пространство	ТР ВП ТР+ ВП

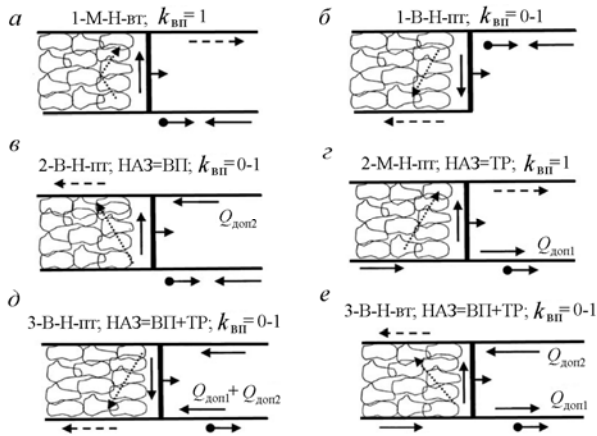


Рис. 35. Классификация схем вентиляции выемочного участка: *a* и *б* – с последовательным разбавлением метана по источникам выделения с выдачей отработанной струи воздуха на массив и на выработанное пространство, соответственно; *в* и *г* – с частично обособленным разбавлением метана с подачей подсвежающей струи воздуха $Q_{\text{доп2}}$ и $Q_{\text{доп1}}$ для разбавления метана, выделяющегося из выработанного пространства и из транспортируемого вне лавы угля, соответственно; *д* и *е* – с полностью обособленным разбавлением метана по источникам его выделения с подачей одной $Q_{\text{доп}}$ и двух струй воздуха, соответственно

Исходные данные для расчёта $A_{\text{в}}$ следующие:

- | | |
|--|------|
| 1. Марка угля: 1 — Д...ОС, 2 — тощий (Т), 3 — антрацит (А) | 2 |
| 2. Площадь поперечного сечения лавы в свету, свободная для прохода воздуха $S_{\text{л}}$, м^2 | 2,53 |
| 3. Суточная нагрузка на забой по техническим возможностям механизированного комплекса, т | 3200 |
| 4. Подвигание лавы за сутки, м | 6,4 |
| 5. Метановыделение из пласта, $\text{м}^3/\text{т}$ | 7,5 |
| 6. Метановыделение из выработанного пространства, $\text{м}^3/\text{т}$ | 12,6 |
| 7. Коэффициент эффективности дегазации пласта $K_{\text{д,п}}$ | 0 |
| 8. Коэффициент эффективности дегазации сближенных пластов и выработанного пространства $K_{\text{д,в}}$ | 0 |
| 9. Коэффициент, учитывающий поступление метана из выработанного пространства в призабойное, $K_{\text{в,п}}$ (табл. 12) | 1 |
| 10. Коэффициент, учитывающий движение воздуха по части выработанного пространства, непосредственно прилегающего к лаве, $K_{\text{о,з}}$ | 1,25 |
| 11. Концентрация метана в поступающей на выемочный участок струе воздуха, % | 0,1 |
| 12. Максимально допустимая концентрация метана в исходящей из лавы | |

- струе воздуха, % 1
 13. Максимально допустимая скорость движения воздуха в лаве, м/с 4

Для лав, оборудованных механизированной крепью, площадь поперечного сечения лавы в свету:

$$S_{\text{л}} = \frac{S_{\text{max}} - S_{\text{min}}}{m_{\text{max}} - m_{\text{min}}} (m - m_{\text{min}}) + S_{\text{min}}$$

где S_{max} и S_{min} — максимальная и минимальная площадь поперечного сечения лавы в свету по технической характеристике механизированной крепи при максимальной (m_{max}) и минимальной (m_{min}) мощности пласта, соответственно (см. табл. 3).

Значение коэффициента $K_{0,3}$ зависит от типа кровли и способа управления ею.

Управление кровлей	Породы кровли	$K_{0,3}$
Полным обрушением	Песчаники	1,3
	Песчанистые сланцы	1,25
	Глинистые сланцы	1,20
	Сыпучие породы	1,05
Плавным опусканием	Глинистые сланцы	1,15
Частичной закладкой	Любые породы	1,10
Полной закладкой	Любые породы	1,05

Таблица 12

Значения коэффициента $k_{в,л}$ в зависимости от схемы проветривания и способа поддержания вентиляционной выработки, граничащей с выработанным пространством

Схема проветривания	Ширина бутовой полосы у вентиляционной выработки, м						
	До 5	6	7	8	9	16	17
1-В	0	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0
2-В, 3-В	0	0,25	0,35	0,45	0,65	0,85	1,0
1-М, 2-М при НАЗ=ТР	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2-М при НАЗ=ВП	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0	1,0

Примечания. 1. При другой ширине бутовой полосы $k_{вт,л}$ определяется интерполяцией. 2. Если вентиляционная выработка поддерживается средствами, не препятствующими поступлению в неё воздуха из выработанного пространства (кострами, бутовой полосой с окнами, плитами и т.п.), то значение $k_{вт,л}$ принимается таким же, как при ширине бутовой полосы до 5 м.

Повысить допустимую по газовому фактору нагрузку на очистной забой можно за счёт схем проветривания выемочного участка (см. рис. 35) и за счёт дегазации источников метановыделения.

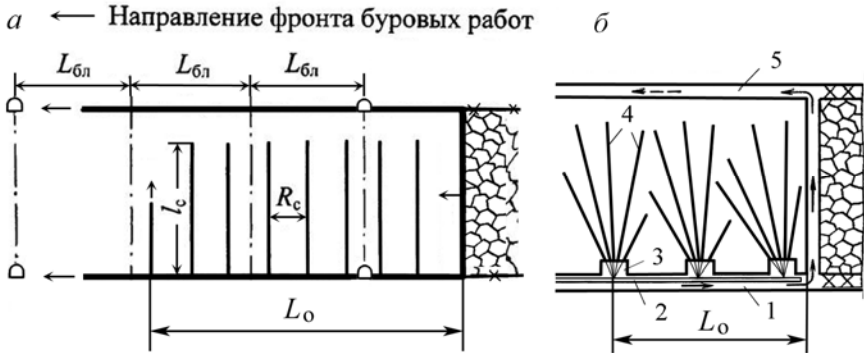


Рис. 36. Схемы расположения восстающих одиночно-параллельных (а) и веерных (б) пластовых дегазационных скважин

i – номер условного дегазационного блока; l_c – длина дегазационных скважин; $L_{бл}$ – длина условного дегазационного блока; L_0 – опережение фронта буровых работ; 1 – буровая выработка (конвейерный штрек); 2 – участковый дегазационный трубопровод; 3 – буровая ниша; 4 – дегазационные скважины; 5 – вентиляционный штрек

Дегазацию разрабатываемого пласта, как правило, проводят скважинами, пробуренными из подготовительных выработок в плоскости пласта (рис. 36). При принятии решения о буровой выработке следует иметь в виду, что буровые станки имеют определенные геометрические параметры и их можно разместить либо в выработке, в которой не проводятся другие работы, либо необходимо проводить специальные ниши-камеры. Продолжи-



Рис. 37. Схема движения метана в выработанном пространстве очистного забоя M_n, M_n – предельного расстояния соответственно до подрабатываемых и надрабатываемых пластов-спутников; m_i и n_i – подрабатываемые и надрабатываемые пласты-спутники; D – условное расстояние от очистного забоя до i -го пласта-спутника при максимальном выделении метана из него

тельность вакуумирования на каждой скважине должна быть не менее 6 месяцев, т.е. $L_0 = 180 v_{оч}$, м, где $v_{оч}$ – скорость подвигания очистного забоя.

В выработанном пространстве метан выделяется из разгруженных от горного давления пластов-спутников и породы, содержащей метан, из потерянного угля (рис. 37).

Интенсивная газоотдача из сближенных пластов происходит в зоне разгрузки пород от горного давления при ведении очистных

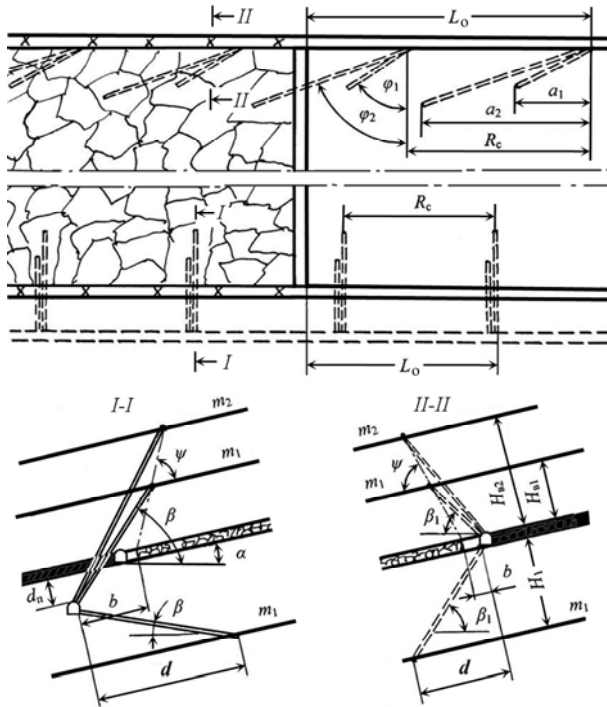


Рис. 38. Заложение скважин при дегазации пологих пластов-спутников (пример) φ_i – угол разворота скважин; a_i – проекция скважин на ось буровой выработки; ψ – угол разгрузки подрабатываемой толщи пород; β – угол наклона скважин; β_1 – угол наклона проекции скважин на вертикальную плоскость, перпендикулярную оси буровой выработки; H_i – расстояние по нормали до пластов-спутников; α – угол падения пласта; d_n – расстояние от полевой буровой выработки до кровли разрабатываемого пласта; b – расстояние в плоскости пласта от буровой выработки до нижней границы зоны разгрузки пород; d – проекция на пласт скважин, буримых на нижние пласты-спутники

работ. По восстанию и падению эта зона ограничивается углами разгрузки ψ (табл. 13), а в направлении подвигания очистного забоя она начинается позади лавы и продвигается вслед за ней.

Таблица 13

Углы разгрузки подрабатываемой толщи пород		
Состав пород междупластья	Содержание пород	Угол разгрузки ψ
Песчаники и алевролиты	< 40	65...70
	40...80	60...65
	> 80	50...60
Аргиллиты	50...60	60...65
	60...80	65...70
	> 80	70...80

Наиболее интенсивно метан из i -го пласта-спутника выделяется на расстоянии от забоя лавы $D_i = 9 + 0,81H_i$ (см. рис. 42), где H_i – расстояние от разрабатываемого пласта до i -го пласта-спутника. Во время этой интенсивной газоотдачи и следует производить откачку газа до тех пор, пока не нарушится герметизация скважин, подключенных к вакуумному газопроводу. С учётом этого скважины, пробуренные из пластовых выработок, погашаемых позади очистного забоя, следует разворачивать по отношению к линии очистного забоя (рис. 38).

Если скважины бурят из выработок, поддерживаемых позади лавы, принимают проекцию скважин на ось буровой выработки (a) равной нулю, а при бурении скважин с разворотом к линии очистного забоя - $a=40...50$ м.

При бурении скважин на пласты-спутники опережение фронта буровых работ

$$L_o = \sum_{i=1}^n (a \cos \theta + 1,3tv_o),$$

где n – число пластов-спутников, на которые бурятся скважины одним буровым станком; θ – угол между осью выработки, из которой бурится скважина, и горизонтальной плоскостью; t – время на монтаж станка, бурение, герметизацию и подключение скважины к газопроводу (не менее одних суток для схватывания цементного герметизатора); v_o – скорость подвигания очистного забоя, м/сутки.

На шахте должна функционировать дегазационная система, которая в общем случае состоит из вакуум-насосной станции (ВНС),

газопроводов, регулирующей запорной и предохранительной аппаратуры, включающей средства контроля и управления (рис. 39, 40).

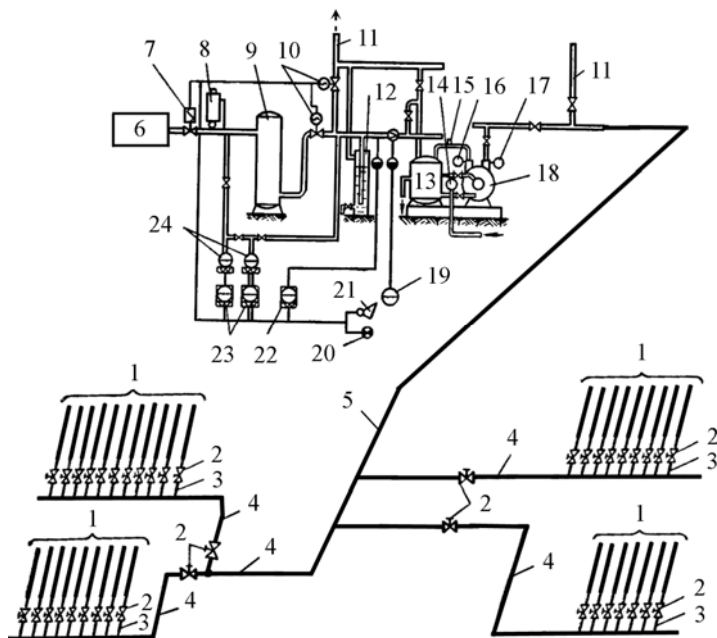


Рис. 39. Принципиальная схема дегазационной системы шахты

1 – скважины; 2 – запорно-регулирующая аппаратура; 3, 4, 5 – скважинный, участковый и магистральный газопроводы; 6 – котельная (потребитель газовой смеси); 7 – клапан-отсекатель; 8 – одоризатор; 9 – каплеуловитель; 10 – электроздвижка; 11 – свеча для выпуска газовой смеси в атмосферу; 12 – клапан избыточного давления; 13 – водоотделитель; 14 – расходомер воды; 15 – термометр; 16 – манометр; 17 – вакуумметр; 18 – вакуум-насос; 19 – расходомер газа; 20, 21 – световая и звуковая сигнализации; 22 – сигнализатор падения давления; 23 – сигнализаторы метана; 24 – анализаторы метана

Устья скважин с помощью отрезков трубопроводов присоединяются к участковым трубопроводам, которые в свою очередь соединены с магистральным трубопроводом, транспортирующим метано-воздушную смесь к вакуум-насосам. В течение всего срока службы скважины должны быть подключены к газопроводу и вакуумной системе. Диаметр скважинных трубопроводов составляет 100...150 мм, диаметры участковых трубопроводов 150...200 мм, а магистральных – 200...400 мм.

При дегазации применяют, как правило, водокольцевые вакуум-насосы – ротационные машины с водой в качестве рабочей жидкости (рис. 41). Корпус насоса примерно наполовину заполнен водой.

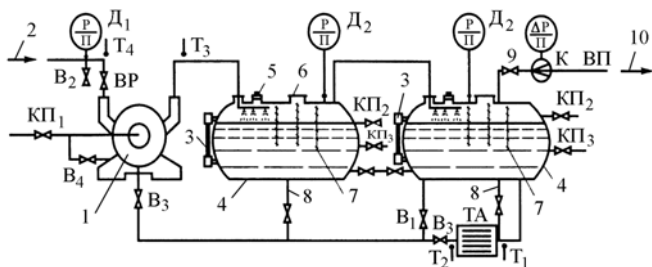


Рис. 40. Технологическая схема передвижной дегазационной установки

1 – вакуум-насос ВВН-50; 2 – трубопровод от дегазационных скважин; 3 – указатель уровня воды; 4 – резервуар; 5 – клапан предохранительный; 6 – люк; 7 – жалюзи; 8 – патрубок сливной; 9 – вентиль регулирующий; 10 – трубопровод к месту выпуска газа; Д₁ – вакуумметр; Д₂ – манометр показывающий; КП₁, КП₂, КП₃ – пробковые краны контроля уровня воды; В₁, В₂, В₃, В₄ – вентили; ТА – теплообменный аппарат; Т₁, Т₂, Т₃, Т₄ – термометры; К – измерное устройство для контроля параметров каптируемой смеси; ВП – выхлопной патрубок; ВР – задвижка

Лопатки ротора увлекают за собой воду, которая отбрасывается к корпусу, образуя водяное кольцо. Из-за наличия эксцентриситета ζ , между водяным кольцом и ротором образуется серповидное пространство. При вращении вала объем ячеек между лопатками ротора при движении вниз увеличивается, в них создается разрежение и газовая смесь поступает в насос через всасывающий патрубок.

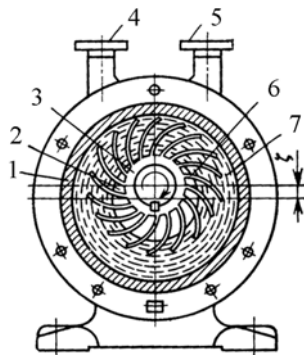


Рис. 41. Водокольцевой вакуум-насос одинарного действия
1 – корпус; 2 – нагнетательное окно; 3 – рабочее колесо; 4 – нагнетательный патрубок; 5 – всасывающий патрубок; 6 – всасывающее окно; 7 – водяное кольцо; ζ – эксцентриситет между корпусом и рабочим колесом

После прохождения каждой ячейкой нижнего вертикального положения газ в ячейках между лопатками сжимается и выводится в нагнетательный патрубок.

При работе насоса, вместе с газовой смесью в нагнетательный патрубок поступает часть воды, для отделения которой используют влагоотделители, водосборники, каплеуловители. Для подачи воды в вакуум-насосы используют водяные насосы ЗК-9, К-60, МС-30, МС-50, МС-70, ВИМ-18.

Передвижные дегазационные установки ПДУ-3, ПДУ-12, ПДУ-25, ПДУ-50, снабженные соответственно водокольцевыми вакуум-насосами ВВН-3, ВВН-12, ВВН-25, ВВН-50 выполнены в виде отдельных блоков, соединенных между собой газовыми и гидравлическими коммуникациями для удобства транспортирования. Они устанавливаются в подземных горных выработках. Газовая смесь выпускается либо в специальный трубопровод, отводящий ее на земную поверхность, либо в исходящую вентиляционную струю воздуха при соблюдении необходимых мер безопасности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Васильев А.В.* Задачник по подземной разработке пластовых месторождений полезных ископаемых / А.В. Васильев, В.П. Зубов, К.Г. Синопальников. - СПб-М.: Изд-во ООО "Полиграфия "ИМИДЖ-ПРЕСС"", 2012, 377 с.
2. *Громов Ю.В.* Управление горным давлением при разработке мощных пологих пластов угля / Ю.В. Громов, Ю.Н. Бычков, В.П. Кругликов. - М.: Недра, 1985, 239с.
3. *Малец А.Л.* Оптимизация технологических схем и параметров антрацитовых шахт / Новочеркасский технологический ин-т. - Новочеркасск, 1990, 85 с.
4. Методические документы по определению нагрузок на очистные забои угольных шахт / Ин-т горного дела им. А.А. Скочинского. - М., 1980, 140 с.
5. Руководство по дегазации угольных шахт. - М.: Недра, 1975, 189 с.
6. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт / МакНИИ. - Макеевка-Донбасс, 1989, 320 с.
7. *Худин Ю.Л.* Комплексно-механизованная выемка нарушенных угольных пластов / Ю.Л. Худин, Д.Д. Глазов, С.В. Мамонтов. - М.: Недра, 1985, 198 с.
8. *Якоби О.* Практика управления горным давлением. - М.: Недра, 1987, 565 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Выемка угля в лавах комплексами оборудования (программа АV01)	3
2. Скорость крепления лавы (программа АV02)	26
3. Сумма технологических факторов, осложняющих поддержание сопряжения лавы с подготовительной выработкой (программа АV03)	28
4. Расчёт нагрузки на очистной забой при струговой выемке угля (программа АV05)	29
5. Выемка угля скрепероструготаранной установкой (программа АV06)	35
6. Бурошнековая выемка угля (программа АV07)	38
7. Комбайновая выемка угля в лавах с пневматической закладкой выработанного пространства (программа АV12)	40
8. Разработка мощных пластов с обрушением и выпуском угля (программа АV13)	44
9. Производительность выпуска угля (программа АV14)	54
10. Средняя по выемочному полю нагрузка на очистной забой (программа АV15)	58
11. Оценка комбайновой и струговой выемки по сортности угля (программа АV16)	63
12. Оценка технологических схем по затратам на очистные работы (программа АV17)	64
13. Нагрузка на очистной забой по условиям вентиляции (программа АV22)	65
Библиографический список	75

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ
И ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ
ПЛАСТОВ В ШАХТАХ**

*Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.05.04*

Сост.: *П.Н. Дмитриев, А.В. Монтиков*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
разработки месторождений полезных ископаемых

Ответственный за выпуск *П.Н. Дмитриев*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 14.04.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 4,4. Усл.кр.-отг. 4,4. Уч.-изд.л. 4,1. Тираж 75 экз. Заказ 312.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2