

1-1
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР
НОВОЧЕРКАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
имени Серго Орджоникидзе

М. Л. МУРАТОВ

ВСКРЫТИЕ И ПОДГОТОВКА ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ
В ДОННОЙ ЧАСТИ УГЛЕНОСНЫХ МУЛЬД
ЮГО-ВОСТОЧНОГО СЕКТОРА
ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т
диссертации, представленной на соискание
учёной степени кандидата
технических наук

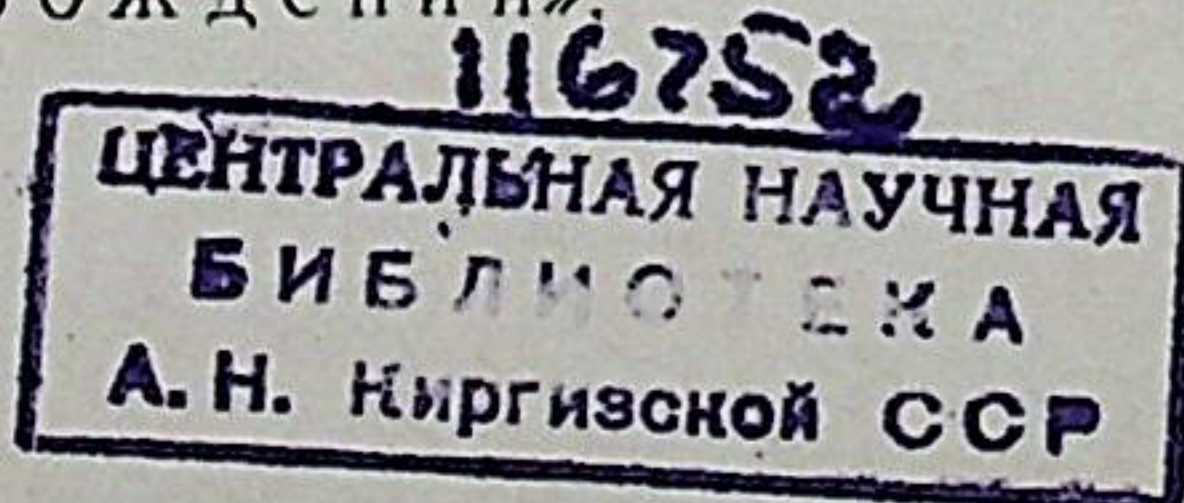
НОВОЧЕРКАССК
1957

В В Е Д Е Н И Е

Последовательно проводимый Партией и Правительством Ленинский курс на преимущественное развитие тяжелой индустрии обеспечил советской угольной промышленности высокие темпы развития. Благодаря механизации трудоемких процессов угольная промышленность СССР в короткий исторический срок вышла на первое место в Европе и успешно борется за первое место в мире.

Донецкий бассейн, как и в прошлом, будет играть важную роль в обеспечении страны топливом в шестом пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР: на его долю приходится 36% добычи угля, намеченной в количестве 593 млн. т. на 1960 год, последний год шестой пятилетки. Для достижения запланированного уровня добычи предусматривается более эффективное использование существующей, а также создание и внедрение новой горной техники при полной механизации всех процессов угледобычи.

В то же время, сложившиеся в Донбассе методы разработки пологопадающих пластов страдают такими недостатками, как разбросанность горных работ, приведшая к чрезмерной протяженности поддерживаемых выработок, недостаточная нагрузка пластов и многоступенчатость подземного транспорта. Эти недостатки усугубляются широким применением сплошной системы разработки самостоятельными короткими, малопродуктивными лавами. Схемы вскрытия и схемы подготовки на протяжении большого отрезка времени не подвергались существенным изменениям. В результате возникла необходимость в приведении методов разработки в соответствие с большими возможностями, создаваемыми применением новой горной техники, т. е. в выполнении решений XIX и XX съездов КПСС «систематически улучшать методы разработки угольных месторождений».



Настоящая диссертационная работа посвящена исследованию основных вопросов разработки антрацитовых пластов в условиях «плоской» донной части угленосных мульд. Эта тектоническая форма залегания наблюдается на больших угленосных площадях в юго-восточном секторе Донбасса, представленном единой маркой углей—антрацитами—и единой тектонической формой — синклинальной складкой.

По мере отработки бортов угленосных мульд будет происходить перемещение фронта очистных работ в их донную часть. С этим связано изменение условий разработки: наклонное и пологое залегание пластов сменится залеганием, близким к горизонтальному.

В работе ставятся на разрешение следующие задачи:

1) определение рациональной формы шахтных полей в зависимости от схемы подготовки (этажной или панельной) и расположения относительно оси мульды (на крыле или в донной части);

2) определение оптимальных параметров системы разработки и наивыгоднейших размеров шахтных полей в условиях одного шахтопласта;

3) выявление закономерностей в изменении основных элементов шахты в зависимости от годовой производительности и глубины разработки.

Перечисленные задачи решаются расчетным методом, при котором установление функциональных зависимостей в математической форме сочетается с методом вариантов, а раскрытие отдельных зависимостей уточняется графическим решением задачи; в отдельных случаях используется статистический метод.

В процессе исследования использованы материалы, характеризующие: тектонику месторождений, современные методы разработки антрацитовых пластов, решения по проектам новых шахт, запроектированных для разработки угленосных мульд, труды проектных организаций и отдельных исследователей по определению стоимостных параметров, а также личные наблюдения, обобщенные в монографии «Системы разработки угольных пластов на шахтах комбината «Ростовуголь».

Исследование ограничивается одиночными негазовыми антрацитовыми пластами, для чего имеется достаточная природная база.

Работа в объеме 250 страниц машинописного текста включает 66 таблиц, 67 рисунков, состоит из введения, четырех глав и заключения.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Глава I содержит: а) исторические сведения о развитии методов разработки антрацитовых месторождений;

б) описание тектоники восточной части Донецкого бассейна с выделением Боково-Хрустальской, Должанско-Садкинской, Чистяковской и Шахтинской котловин, которые вместе с Краснодонецкой котловиной на Северном Донце образуют юго-восточный сектор открытой части Донецкого бассейна, обширный по площади и по запасам; обращается внимание на особенность тектоники этой части бассейна: слабую степень изогнутости пластов, при которой «плоская» донная часть мульды имеет значительные размеры в ширину при сложной гипсометрии пластов;

в) сведения о делении юго-восточного сектора Донбасса на геолого-промышленные районы и оценке антрацитовых пластов по признаку сохранения ими рабочей мощности на большей или меньшей площади;

г) данные об установленных нами основных параметрах угленосных мульд (протяженность, наклон крыльев, размер «плоской» донной части, положение оси в вертикальной плоскости), которые учитываются в исследовании;

д) критический разбор вопроса по литературным источникам. Рассмотрено 10 трудов, имеющих отношение к теме исследования. Отмечается недостаточное освещение вопросов разработки угленосных мульд, если не считать отдельных упоминаний о вскрытии мульдообразно залегающих пластов каменного угля.

По методике определения наивыгоднейшей формы и размеров шахтного поля ближе всего к нашей цели стоит исследование д-ра техн. наук А. П. Судоплатова «Вопросы разработки угольных месторождений Подмосковского бассейна. Эта методика, переработанная нами применительно к условиям залегания в «плоской» донной части мульд, используется в настоящей работе.

КРИТИЧЕСКИЙ РАЗБОР СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ АНТРАЦИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОГО СЕКТОРА ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

В главе II дана характеристика горногеологических условий антрацитовых месторождений и современных методов их разработки.

Границей между горными отводами трестов Краснолучуголь и Боковоантрацит территория юго-восточного сектора Донбасса по газоносности пластов делится на части: западную и восточную. В западной части все действующие шахты — газовые с преобладанием сверхкатегорных. В восточной части шахты негасовые, некоторые относятся к первой категории, нередко условно.

Пласты, мощностью до 1 м составляют (по числу шахтопластов) 80%; суммарная мощность пластов, разрабатываемых одной шахтой, от 1 до 2 м является преобладающей; средняя мощность разрабатываемых пластов — 0,9 м.

Пологое залегание разобщенных между собою рабочих пластов обусловило вскрытие их отдельными шахтами, объединяющими один, два пласта; шахты, разрабатывающие 3 и больше пластов, составляют 20% к общему числу действующих.

Вопросы вскрытия и подготовки рассмотрены на примере семи действующих шахт, разрабатывающих донные части мульды. Планировка горных работ в этих шахтах осуществляется по разному и не всегда рационально. Для них характерны: а) значительная удельная протяженность поддерживаемых выработок (до 2000 м на 1 кв. км площади шахтопласта); б) значительная протяженность (до 2000 м) наклонных стволов и уклонов при углах падения, выходящих до 2—3°, что осложняет канатную откатку в вагонетках; в) ступенчатость уклонов; г) применение диагональных уклонов, что увеличивает на 25—35% их длину и связанные с этим расходы. Перечисленные недостатки являются серьезным основанием для пересмотра существующих схем вскрытия и подготовки.

Рассмотрены показатели 18 проектов новых шахт, строящихся в соответствии с планами развития народного хозяйства СССР. В проектах новых шахт замечается тенденция к укрупнению ряда показателей. Число пластов, вскрываемых одной шахтой, — 1—4 с суммарной мощностью: максимальной 4,7, мини-

мальной 0,95 и средней 0,9 м. Углы падения изменяются в пределах 8—25° и лишь на бортах мульды достигают 35°. Из 18 шахт одна сверхкатегорная, 17 негасовые или I категории по газу. Годовая производительность соответствует типам шахт, принятым Министерством угольной промышленности СССР.

Способ вскрытия вертикальными стволами с капитальными квершлагами — наиболее часто применяемый (15 из 18), вертикальными стволами с этажными квершлагами применен в одном случае при угле падения 25—35°. Только в двух случаях предусматривается два рабочих горизонта, в остальных 16 случаях — один рабочий горизонт. Расположение стволов: центрально-сдвоенное в 15, центрально-строенное — в 1 и центрально-отнесенное в 2 случаях из 18. Диаметры вертикальных стволов: главных (скиповых) от 4,5 до 6,5 м, вспомогательных (клетевых) от 5,0 до 8,0 м.

Схема подготовки: панельная в 9 случаях при углах падения до 15°, в 4 случаях — до 30°, этажная — в 5 случаях. Ширина панелей 800—1300 м.

Система разработки: сплошная в 12 случаях (в том числе лава-этаж в 5 случаях), столбовая в 7 и комбинированная в 3 случаях.

Произведен разбор проектных решений по вскрытию и подготовке шахтных полей в условиях типичных мульдообразных залежей (Самсоновский, Быстрианский и Стожковский участки). Установлено, что наряду с решениями, улучшающими методы разработки, некоторые из них несвободны от известных недостатков схем, укоренившихся на действующих шахтах. К решениям, улучшающим методы разработки, относятся: 1) укрупнение, где это возможно по горно-геологическим условиям, производственной мощности шахт, 2) замена при малых углах падения (2—5°) капитального бремсберга квершлагом, удачно разрешающая вопросы устойчивости выработки и транспорта; 3) подчиненная роль уклонов. Недостатки принятых решений: 1) значительная протяженность главных штреков; 2) крепление выработок деревом в неустойчивых породах при сроке существования 25—40 лет; 3) неравнокрылость шахтных полей; 4) расположение главного полевого штрека между сближенными пластами, опасное как со стороны его подработки, так и надработки; 5) ступенчатость уклонов.

Задачи, поставленные в настоящей работе, решаются для типов шахт, строящихся в текущем пятилетии. Определение

основных элементов шахты производится путем последовательного их рассматривания: сначала с той или иной степенью приближения устанавливается годовая производительность шахты, затем срок ее существования и, наконец, основные размеры шахтного поля по падению и по простиранию. Установлению годовой производительности шахты предшествует определение оптимальной по горногеологическим и горнотехническим факторам длины очистного забоя (лавы), затем устанавливается количество лав и рациональное размещение их в пределах шахтопласта.

Длина лав устанавливается путем исследования статистических данных по Донбассу. При этом учитывается, что длина лав растет с увеличением мощности пласта до 1,3 м, затем она снижается. По данным практики приняты следующие пределы длины лав:

мощность пласта, м	максимальная длина лав, м
0,4	90
1,3	225
1,6	150,

по которым установлены зависимости длины лавы от мощности пласта:

$$l = 150 m + 30 \text{ м} \quad (1)$$

для пластов мощностью от 0,4 до 1,3 м и

$$l = 250 m + 550 \text{ м} \quad (1')$$

для пластов, мощностью от 1,3 до 1,6 м,

где: l — длина лавы, м

m — мощность пласта, м.

Длины лав, определяемые этим способом, как хорошо совпадающие с данными практики для пластов, мощностью до 2 м, положены в основу расчетов.

Проверка длины лав по фактору вентиляции производится по выведенному нами выражению

$$l = 135 \frac{b}{r} \text{ м} \quad (2),$$

где b — ширина рабочего пространства лавы, м;

r — полезная глубина вруба (ширина захвата комбайна), м.

При ширине рабочего пространства, равном 2—3 врубам, длина лавы по условиям проветривания изменяется в пределах 270 — 400 м.

С учетом изложенного составлено выражение (3) для установления годовой производительности шахтопласта:

$$A = 300 \cdot p \cdot g \cdot l \cdot n \cdot k \cdot c \cdot 0,75 \text{ т} \quad (3),$$

где 300 — число рабочих дней в году;

A — годовая производительность шахты, т;

p — производительность пласта, т/м²;

g — суточное подвигание очистного забоя;

l — длина очистного забоя (лавы), м;

n — число подготовленных в шахтопласте лав;

k — коэффициент поступления добычи из забоев подготовительных выработок; $k = 1,1$;

c — коэффициент извлечения запаса; $c = 0,9$.

0,75 — коэффициент, учитывающий 25% резервных лав.

После подстановки в выражение (3) значений входящих в него параметров, оно приводится к виду

$$A = 0,225 \cdot p \cdot g \cdot l \cdot n \cdot \text{тыс. т} \quad (3')$$

Глава III

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИВЫГОДНЕЙШЕЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ В ДОННОЙ ЧАСТИ УГЛЕНОСНЫХ МУЛЬД

Наивыгоднейшая форма шахтного поля характеризуется: а) минимальной абсолютной и удельной протяженностью проводимых и поддерживаемых выработок, б) простотой транспортных схем и в) надежностью проветривания.

Известные попытки ряда авторов установить отношение сторон прямоугольника, т. е. размера поля по простиранию к его размеру по падению, в зависимости от угла падения, в нашей работе не используются, так как числовые коэффициенты предложенных формул, мы полагаем, подлежат новому определению в связи с изменившейся горной техникой. Форма и расположение шахтных полей в условиях донной части мульд устанавливаются нами с учетом требований, перечисленных выше.

Разбор проектных решений по вскрытию и подготовке в условиях донной части мульд показал нецелесообразность размещения шахтных полей на противоположных крыльях складки. Это, в особенности, относится к замковой части мульд, где, вследствие нарушенного залегания (криволинейные изогипсы), трудно или даже невозможно избежать длинных и ступенчатых уклонов. Поэтому, замковую часть мульды необходимо отделять от остальной ее части с прямолинейным простиранием и разрабатывать, как самостоятельный участок, одной шахтой. В этом

отношении показательным является проект строительства шахты Центральной в замке Стожковской мульды.

Мы установили, что наивыгоднейшая форма и размеры шахтного поля, кроме его расположения (на крыле или в донной части мульды), также зависит и от схемы подготовки — этажной или панельной. Слабонаклонное залегание в донной части мульды характеризуется постепенным увеличением угла падения от шарнира складки к бортам и учитывается в работе как фактор, влияющий на выбор схемы подготовки, на форму и размер поля и его ориентировку относительно простирания и падения.

Для исследования вопроса о рациональной форме и размерах шахтного поля методом технико-экономического анализа предварительно были установлены значения стоимостных параметров. Стоимости 1 пог. м протяженных выработок определены по прейскуранту цен Главшахтопроект на горные работы в ценах, введенных с 1 июля 1950 г. и выражаются уравнением прямой в функции площади их поперечного сечения:

$$k = a S + b, \quad (4),$$

где k — стоимость 1 пог. м выработки, руб.

S — площадь поперечного сечения выработки, m^2

a и b — численные коэффициенты, зависящие от цены за 1 m^3 проходки и крепления выработки в свету крепи и за 1 пог. м рельсового пути и канавки.

Стоимости проведения 1 пог. м ствола выражены в функции его диаметра:

$$k_{\text{ств}} = aD + b \quad (5),$$

где D — диаметр ствола, м.

По данным 18 проектов строящихся шахт не выше I категории по газу нами найдена зависимость между диаметром ствола D в м и годовой производительностью шахты A в тыс. т:

$$D_{\text{сс}} = \frac{A}{600} + 3,5 \text{ м} \quad (6) \text{ — для скиповых стволов и}$$

$$D_{\text{кс}} = \frac{A}{600} + 4,5 \text{ м} \quad (6') \text{ — для клетевых стволов.}$$

Найденные зависимости использованы при решении задач методом сопоставления вариантов.

Стоимость поддержания выработок определялась по формулам, выведенным канд. технич. наук Р. А. Селецким на основании работы Донуги, с поправками Главшахтопроекта.

Стоимость «чистого» транспорта по горизонтальным выработкам находилась из выражения, предложенного канд. техн. наук Б. С. Локшиным:

$$q_2 = 0,00107 - 0,00000045 Q \text{ руб/тм} \quad (7),$$

где Q — суточная производительность откатки, т.

Наивыгоднейшая форма и размеры шахтного поля исследованы для следующих случаев: 1) поле расположено на крыле складки, основным горизонтом делится на равные части по восстанию и по падению, нижней границей служит ось мульды; 2) поле расположено на дне мульды, распространяется на оба ее крыла, вырабатываемые бремсбергами. Каждый из этих случаев анализируется при этажной и панельной схемах подготовки для одной и той же годовой производительности шахтопласта, т. е. для одной и той же линии очистных забоев, представленной двусторонними выемочными полями и двусторонними панелями. Четыре варианта рассмотрены при креплении главных выработок деревом, пятый — при креплении металлом. Учитываются расходы на проведение и поддержание главных выработок и на подземный транспорт. Число этажей или панелей в шахтном поле определяется методом целочисленных функций, предложенным акад. Л. Д. Шевяковым по формуле

$$f(p) = ap + \frac{b}{p} + c \quad (8),$$

где $f(p)$ — суммарные затраты на подготовку крыла поля;

p — целое число этажей или панелей,

a, b, c — численные коэффициенты.

Данные расчета проверялись графическим решением той же задачи. Критерием для окончательного решения вопроса принята суммарная протяженность главных выработок, которая при наивыгоднейшей форме и размерах шахтного поля должна быть минимальной.

Для определения значения p приняты следующие исходные данные: средняя мощность пласта 0,9 м, извлекаемая произво-

дительность пласта 1,3 т/м², длина лавы 165 м, суточное продвижение очистного забоя 1,45 м, число подготовленных лав (с учетом 25% резервных) — 8, годовая производительность шахтопласта 600 тыс. т., срок существования 40 лет, промышленный запас 24 млн. т, площадь поля 18,45 км², высота этажа 360 м, ширина панели 800—1000—1200 м. Стоимости: транспорта 1 т-м грузов по горизонтальным путям (с учетом 40% породы и материалов) 0,0009 руб., проведения 1 пог. м главного штрека сечением 8,8 м² 2420 руб., поддержания — 255 руб./пог. м в год. Результаты расчетов представлены таблицей 1. По данным таблицы 1 сделаны следующие выводы.

1. Наибольшие затраты имеют место при этажной подготовке и расположении шахтного поля на крыле мульды, наименьшие — при панельной и расположении поля в донной части мульды. Разница в затратах между крайними положениями (348 и 308 млн. руб) достигает 11,5%.

Таблица 1

Показатели	Расположение шахтного поля			
	на крыле складки		в донной части мульды	
	Схема подготовки			
	этажная	панельная	этажная	панельная
1. Суммарные расходы млн. руб.	348	326	335	308
в % %	100	93,5	100	92
2. Значение n (число этажей или пар панелей на крыле поля)	8	2	8	2
3. Размеры поля:				
S — по простиранию, м	6400	4800	6400	4800
N — по падению, м	2880	3840	2880	3840
4. Отношение S : N	2,22	1,25	2,22	1,25
5. Форма поля	прямоугольник, вытянутый по простиранию			
6. Протяженность главных выработок:				
горизонтальных, км	57,60	7,20	57,60	7,20
наклонных км	8,28	46,08	8,28	46,06
суммарная, км	65,88	53,28	65,88	53,28
в % %	100	81	100	81

2. Тенденция к снижению затрат на 7—8% наблюдается при переходе от этажной подготовки к панельной и с перемещением поля с крыла мульды в ее донную часть; последнее объясняется отсутствием уклонов и связанных с ними повышенных расходов на их проведение и транспорт.

3. С переходом от этажной подготовки к панельной изменяется и форма шахтного поля: прямоугольник, вытянутый по простиранию (отношение сторон 2,22) приближается к квадрату (отношение сторон 1,25), в связи с чем уменьшается протяженность главных выработок и связанные с этим затраты.

4. Суммарная протяженность главных выработок в поле одной и той же площади при панельной подготовке на 19% короче, чем при этажной.

5. Наивыгоднейшие показатели получены при панельной подготовке и ширине панели 1200 м (наибольшей из рассмотренных).

Переход от деревянной к металлической крепи связан с удорожанием стоимости проведения главных выработок на 18%, снижением стоимости их поддержания на 46% и снижением суммарных учтенных затрат при панельной подготовке на 7—10% против этажной. Замена деревянной крепи металлической так влияет на форму поля и технико-экономические показатели (сравнение показателей дано в работе):

1. Создается возможность увеличения размера поля по падению при одновременном сокращении его размера по простиранию, что связано: при этажной подготовке с увеличением числа этажей (от 8 до 10), а при панельной — с уменьшением числа панелей (от двух до одной на крыле поля).

2. Форма поля по-прежнему прямоугольная, но при этажной подготовке прямоугольник вытянут по простиранию, а при панельной по падению.

3. Суммарная протяженность главных выработок при этажной подготовке незначительно (на 1,5%) увеличивается, а при панельной снижается на 7—9%.

4. Суммарные затраты несколько увеличиваются при этажной подготовке и несколько снижаются при панельной, оставаясь по величине такими же, как и при деревянной крепи.

Обнаружение тенденции к улучшению показателей при панельной подготовке с увеличением ширины панели от 800 до 1200 м послужило поводом к определению для тех же условий наивыгоднейшей ширины панели. Эта задача решена путем полного учета затрат, связанных как с главными

выработками (проведение, поддержание, транспорт), так и затраты, непосредственно зависящих от ширины панели (поддержание ярусных штреков и транспорт по ним).

Зависимость (8), учитывающую затраты по главным выработкам, представим в развернутом виде

$$f(n) = \left(4kh + 0,5qZh + 0,86 \frac{rZh}{A} \right) n + \left(\frac{0,131qZ^2}{psh} + \frac{0,263rZ^2}{A psh} \right) \frac{1}{n} + \left(\frac{1,59kZ}{psh} - 2kh - 0,25qZh - 0,43 \frac{rZh}{A} \right) \quad (9)$$

где k — стоимость проведения 1 пог. м основного штрека,

q — стоимость чистого транспорта 1 т/м груза,

Z — промышленный запас, млн. т,

h — ширина панели, м,

A — годовая производительность шахты, тыс. т.;

ps — извлекаемая производительность пласта, т/м²,

n — число пар панелей на крыле поля.

Из выражения (9) видно, что учитываемые затраты зависят от ряда величин, в том числе и от ширины панели. Для выявления динамики затрат принято три варианта годовой производительности шахты — 300, 600 и 900 тыс. т, срок разработки — $T=30, 40$ и 50 лет, и десять размеров ширины панели от 800 до 5000 м. Затраты выражаются формулами: на транспорт по ярусным штрекам

$$q_{я} \frac{Z}{4} h \text{ руб.} \quad (10)$$

на поддержание ярусных штреков

$$2 T r h \text{ руб} \quad (11)$$

и суммарные по всему шахтному полю

$$2f(n) + f(h) = 2 \left(an + \frac{b}{n} + c \right) + dh + e r h \text{ руб.} \quad (12)$$

где 2 — число крыльев в шахтном поле,

d и e — числовые коэффициенты, определяемые из выражений (10) и (11).

Так как величины A и Z в каждом отдельном случае заданы или установлены, то решение задачи сводится к нахождению переменной величины h — ширины панели.

Расчетами установлено, что учтенные затраты на подготовку шахтного поля минимальны при ширине панели 1500, 2000 и 2500 м для годовой производительности 300, 600 и 900 тыс. соответственно. Построением графика выявлена область оптимума и пределы экономически выгоднейшей ширины панели 800—2100 м, 1250—3100 м, 1400—4100 м соответственно годовой производительности 300, 600 и 900 тыс. т.

На основании выполненного исследования сделаны следующие выводы.

1. Ширина панели находится в прямой зависимости от производительности шахтопласта.

2. Величины суммарных учитываемых затрат на подготовку шахтного поля располагаются, в зависимости от ширины панели, по кривой, имеющей минимум.

3. Оптимальная ширина панели изменяется в широких пределах от 800 до 4000 м в зависимости от годовой производительности шахтопласта 300—900 тыс. т.

Глава IV

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ СХЕМ ВСКРЫТИЯ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ В ДОННОЙ ЧАСТИ УГЛЕНОСНЫХ МУЛЬД

При рассмотрении вопроса о возможных схемах вскрытия учитывалось, что «плоские» донные части мульд имеют значительные размеры по падению и тем больше, чем глубже залегает пласт. Наряду с залеганием, близким к горизонтальному, это ограничивает число возможных схем вскрытия.

Способ вскрытия наклонными стволами в работе не рассматривается.

Способ одновременного вскрытия противоположных крыльев мульды вертикальными стволами с капитальными квершлагами возможен только в условиях мелкой складчатости, отсутствующих в юго-восточном секторе Донбасса, почему не нашел применения в рассматриваемых условиях.

Выше установлены наиболее экономичные показатели для шахтного поля, вытянутого по падению и распространяющему-

ся на оба крыла мульды. Этим предопределяется схема вскрытия вертикальными стволами, проводимыми в плоскости симметрии мульды.

При увязке схемы вскрытия со схемой подготовки учитывается положение оси мульды в вертикальной плоскости, угол погружения которой, как выяснено нами при установлении параметров мульд изменяется от нескольких минут до $7^{\circ}35'$. Величина угла погружения не влияет на схему вскрытия при этажной подготовке, однако в этом случае неизбежны колебания высоты этажа, а сложная гипсометрия препятствует применению полной конвейеризации доставки.

Величина угла погружения оси мульды оказывает влияние на схему вскрытия при панельной подготовке, но, если применение панельной схемы подготовки, учитывая ряд ее известных преимуществ, окажется в заданных конкретных условиях целесообразным, правильное техническое решение может быть найдено и представлено в следующем виде.

Шахтное поле вскрывается вертикальными стволами, проводимыми в плоскости симметрии мульды. Околоствольный двор располагается в почве пласта. Главные штреки проводятся в одной вертикальной плоскости с осью мульды: откаточный — полевым в почве пласта, вентиляционный — по пласту.

При небольшом (до 2°) отклонении оси мульды от горизонтали сообщение откаточного штрека с панельными бремсбергами осуществляется помощью наклонных гезенков (скатов).

Погружение оси мульды на угол более 2° вызывает удаление полевого штрека от пласта и увеличение длины гезенков. В этом случае возможно: а) проводить полевой штрек по каждому крылу шахтного поля на разных горизонтах при последовательной отработке крыльев; б) на одном из крыльев проводить, вместо горизонтальной, наклонную откаточную выработку в почве пласта; в этих случаях целесообразно использовать спиральные спуски для доставки угля с верхнего горизонта на основной, как это применяется при разработке сближенных слабонаклонных пластов, с устройством общего околоствольного двора на нижнем пласте. Эти схемы вскрытия имеют в виду четырехкрылые шахтные поля. К числу возможных также относится схема вскрытия двухкрылого шахтного поля, одностороннего по отношению к стволам шахты. Последняя оказалась целесообразной при разработке западного крыла шахты «Западная Капитальная» треста Несветайантрацит.

Дальнейшее исследование выполнено при панельной схеме подготовки для четырехкрылого шахтного поля.

При решении вопросов вскрытия шахтного поля в донной части мульды использован метод акад. Л. Д. Шевякова.

Все расходы, зависящие от схемы вскрытия, выражены в математической форме и отнесены к 1 т. промышленного запаса. При числе пар панелей на крыле поля n и ширине панели h , размер поля по простиранию $S=2nh$. Величина h определяется графоаналитическим методом, изложенным выше. При известном h и найденном n , становится известным и S . Следовательно, искомыми величинами являются: число пар панелей на крыле поля n и размер поля по падению N . Учитываемые расходы выражаются функцией $F(N, n)$, которая при наивыгоднейшем размере шахтного поля и наивыгоднейшем месте заложения ствола должна иметь наименьшее значение.

Сумма учтенных расходов на строительство шахты выражается формулой

$$C_{\text{общ}} = c_1 N + \frac{C_2}{n N} + \frac{C_3}{N} + \frac{C_4 n}{N} + C_5 n + C_6 \quad (13)$$

Значения искоемых величин N и n находятся путем совместного решения уравнений частных производных по N и n от выражения (13) графическим способом, для чего предварительно решается каждое из уравнений относительно N .

Так как определение наивыгоднейших размеров шахтного поля может быть, согласно принятому методу, выполнено при заданной годовой производительности шахтопласта, последняя установлена в пяти вариантах для условий, обеспечивающих возможно более полную нагрузку на пласт: 1) система разработки — длинными столбами по простиранию; 2) поле разрабатывается двусторонними панелями; 3) число лав в панели четыре, по две спаренных лавы на крыле яруса; 4) полная конвейеризация транспорта от забоя до ствола шахты. В целях снижения стоимости конвейерного транспорта по основным штрекам путем увеличения его нагрузки, крылья шахтного поля разрабатываются последовательно при одновременной разработке двух противоположных панелей. Исследование ведется для средней мощности пласта 0,9 м при постоянной суммарной линии очистных забоев, но при прогрессивно изменяющемся их подвигании. Годовая производительность шахто-

пласта А определяется по выражению (3'). После подстановки числовых значений, входящих в него величин, мы получили выражение

$$A = 52 \text{ п.г тыс. т (14),}$$

где n — число подготовленных в шахтопласте лав;

g — суточное подвигание забоя лавы, м.

Установленные варианты годовой производительности шахтопласта представлены таблицей 2

Таблица 2

A_i	52. п.г тыс т.	Примечание
A_1	$52.4 \cdot 1,45 = 300$	в работе 1 панель, 4 лавы
A_2	$52.8 \cdot 1,45 = 600$	" 2 панели, 8 лав
A_3	$52.8 \cdot 2,15 = 930$	" "
A_4	$52.8 \cdot 2,90 = 1200$	" "
A_5	$52.8 \cdot 3,60 = 1500$	" "

Соответственно принятым вариантам годовой производительности определены объемы работ, капитальные затраты и эксплуатационные расходы. Ширина панели, на основании графического решения, определяется из найденной зависимости $h = A + 900$ м, где A — в тыс. т. Расчет выполнен по средней для пяти вариантов ширине панели 1800 м при скорости прохождения главных подготовительных выработок 1800 м в год. Поле, расположенное в донной части угленосной мульды, распространяется на оба крыла складки и разрабатывается только бремсбергами; уклоны в сети главных выработок отсутствуют; стволы (центрально-сдвоенные) проводятся в плоскости симметрии мульды с поверхности до основного горизонта, закладываемого в прочных породах почвы пласта. Исследование выполнено для глубин 300, 600 и 900 м.

По результатам графического определения величины N составлена таблица 3, данные которой позволяют так охарактеризовать зависимость формы и размеров шахтного поля от годовой производительности шахтопласта (для глубины 300 м):

Таблица 3

A_i тыс. т	Координаты точки пересечения кривых		Размер поля по прости- ранию $S =$ $2nh$, м	Отноше- ние размеров поля $N : S$	Площадь шахтного поля $F = N, S$ км ²	Коэффиц. роста		Расчетный срок существования шахтопласта T лет
	n	$N, м$				годовой производи- тельности	площади (запасов)	
300	1	5000	3600	1,39	18,0	1,00	1,00	78
600	1	6000	3600	1,67	21,6	2,00	1,20	47
900	1	7800	3600	2,17	28,0	3,00	1,55	40
1200	1	9600	3600	2,67	34,6	4,00	1,92	38
1500	1	11200	3600	3,11	40,4	5,00	2,25	35

1. Размер шахтного поля по простиранию S остается постоянным и определяется шириной двух панелей (по одной на крыле).

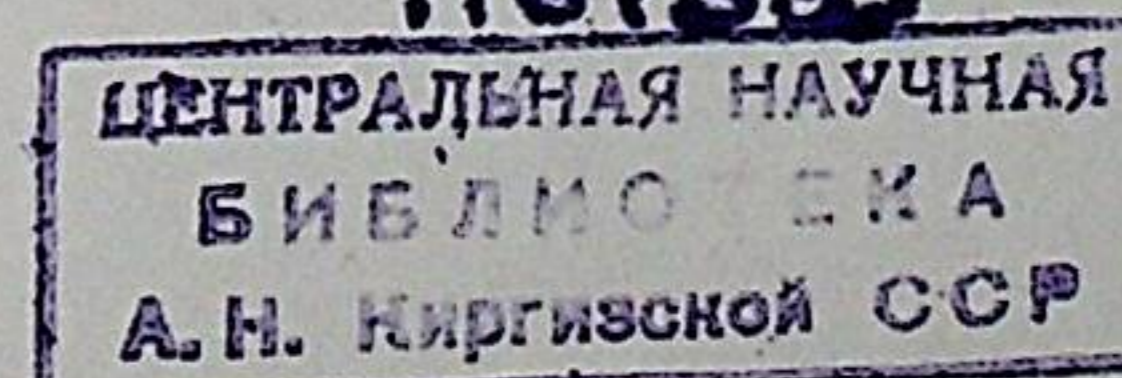
2. С увеличением годовой производительности шахтопласта увеличивается и площадь шахтного поля, но исключительно за счет размера по падению N .

3. Отношение $N:S$, увеличивающееся с увеличением годовой производительности шахтопласта, указывает на форму поля-прямоугольник, вытянутый по падению.

4. Площадь шахтного поля увеличивается не пропорционально росту годовой производительности, а значительно медленнее, что определяется наиболее экономичным сочетанием противоречивых факторов, влияющих на форму и размеры шахтного поля.

5. С ростом годовой производительности расчетные сроки выемки шахтопласта уменьшаются. Это объясняется различными темпами роста площади (запасов) и годовой производительности и происходит в результате более интенсивной разработки шахтного поля, которая достигается за счет прогрессивно нарастающей скорости подвигания очистных забоев, принятой нами при установлении вариантов годовой производительности шахтопласта.

Изменение площади (запасов) шахтного поля в % пред-
ставлено таблицей 4.



Изменение площади (запасов) шахтного поля:
1. В зависимости от годовой производительности

Таблица 4

Глубина разработки, м	А тыс. т в % %	300	600	900	1200	1500	Увеличение: в 5 раз
		100	200	300	400	500	
300	в % %	100	120	155	192	224	в 2,24 раза
600	—	100	123	156	198	231	в 2,31 "
900	—	100	128	162	200	237	в 2,37 "

2. В зависимости от глубины разработки

300—1	в % %	100	100	100	100	100	Увеличение на 4—7% на 6—13%
600—2	—	104	107	104	107	107	
900—3	—	106	113	111	111	112	

По данным таблицы 4 устанавливаем:

1. Числовое значение основных элементов шахтопласта зависит как от годовой производительности, так и от глубины разработки.

2. С увеличением годовой производительности в 5 раз площадь шахтного поля увеличивается всего лишь в 2,24—2,31—2,37 раза соответственно глубине 300—600—900 м.

3. С увеличением глубины разработки вдвое площадь шахтного поля увеличивается, в зависимости от годовой производительности, на 4—7%, а при увеличении втрое — на 6—13% против первоначальной площади при глубине 300 м.

4. Площадь шахтного поля растет быстрее при увеличении годовой производительности, чем при увеличении глубины разработки.

После определения числовых значений коэффициентов, входящих в формулу (13) и значений N и n, характеризующих наиболее выгодные размеры шахтного поля, явилась возможность определить и суммарные затраты, отнесенные к 1 т запасов, которые представлены таблицей 5, отражающей стоимость 1 т в зависимости от годовой производительности шахтопласта и глубины разработки.

Таблица 5

Глубина разработки, м	Годовая производительность шахты, тыс. т.				
	300	600	900	1200	1500
	Учетная стоимость коп/т				
300	983	666	504	604	626
600	1229	811	718	708	717
900	1478	964	828	802	816

Как видно из цифр табл. 5 (и графиков, построенных по ее данным), минимальные удельные затраты соответствуют годовой производительности 900, 1100 и 1300 тыс. т для глубин 300, 600 и 900 м соответственно. С увеличением глубины минимум затрат смещается в сторону большей годовой производительности шахтопласта. Уровень затрат, отличающийся на 10% от минимального (644, 773 и 882 коп/т для тех же глубин) охватывает широкий диапазон оптимальных значений годовой производительности. Начальная оптимальная производительность для указанных глубин составляет 600, 700 и 800 тыс. т в год. В этом случае элементы разработки характеризуются показателями, по которым можно судить, что наименьшие из области оптимальных значений годовых производительностей шахтопласта вполне осуществимы средствами современной горной техники. С глубиной же разработки растут: 1) производительность шахтопласта, 2) размеры поля по падению и 3) площадь (запасы) шахтного поля. Установленная производительность шахтопласта, достигается путем повышения скорости подвигания очистных забоев от 1,45 до 1,92 м. В то же время размер поля по простиранию, число пар панелей (две) в шахтном поле и суммарная длина очистных забоев остаются постоянными. С увеличением глубины разработки втрое годовая производительность шахтопласта повышается на 33,5%, а площадь (запасы) только на 27%, чем и объясняется снижение срока отработки шахтного поля. Из отношения размеров N:S, равного 1,67—1,86—2,11, видно, что форма поля — прямоугольник, вытянутый по падению. Крылья мульды разрабатываются панельными бремсбергами длиной 3000—3800 м при полной конвейеризации транспортирования угля от лав к стволу шахты. Вспомогательный транспорт — электровозный при подъеме путей до 3° и конный транспорт — электровозный при подъеме свыше 3°. Уклоны тактовой (концевой) при подъеме

в сети главных выработок отсутствуют, отпадает участковый водоотлив. Ярусы в панелях отрабатываются в восходящем порядке, что способствует быстрому развитию очистных работ.

Из тех же показателей видно, что с увеличением глубины разработки втрое учтенные затраты на 1 т добычи повышаются на одну треть. Дальнейшее повышение годовой производительности шахтопласта и снижение учтенных удельных затрат может быть достигнуто при той же суммарной линии очистных забоев за счет увеличения скорости их подвигания. Этот путь к достижению высоких экономических показателей является более прогрессивным, чем увеличение длины лав.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная диссертационная работа посвящена исследованию вопросов вскрытия и подготовки шахтных полей в условиях «плоской» донной части угленосных мульд. Для большинства шахт юго-восточного сектора Донбасса эти условия в ближайшие годы станут основными, а на некоторых шахтах они имеют место уже в настоящее время. В целях успешного решения задач, поставленных в работе, были изучены природная база и методы разработки антрацитовых месторождений, а именно:

- 1) определены параметры угленосных мульд;
- 2) сделан критический разбор основных трудов по вопросам разработки пологопадающих пластов;
- 3) проанализирован исходный материал, характеризующий состояние вопроса по данным практики;
- 4) разобраны схемы вскрытия и подготовки семи шахт, в которых очистные работы ведутся в донной части мульд;
- 5) изучены показатели 18 проектов новых шахт, строящихся в соответствии с планами развития народного хозяйства СССР;
- 6) произведен критический разбор решений по проектам вскрытия и подготовки угленосных мульд.

Исследование выполнено применительно к одиночным негазовым антрацитовым пластам с залеганием, близким к горизонтальному.

Рациональная форма шахтных полей определена в зависимости от схемы вскрытия и расположения относительно плоскости симметрии мульды (на крыле или в донной части); выяснено влияние на форму шахтного поля затрат, зависящих от вида

применяемой крепи; определен размер панели по простиранию; рассмотрены возможные схемы вскрытия при панельной подготовке, более экономичной в рассматриваемых условиях, чем этажная; определены наивыгоднейшие размеры шахтных полей в зависимости от годовой производительности шахтопласта и глубины разработки; установлены закономерности в изменении основных параметров шахтопласта: годовой производительности, площади (запасов) и срока отработки шахтного поля.

По результатам исследований, выполненных с помощью технико-экономического анализа, сделаны соответствующие выводы.

На основании выполненного исследования считаем возможным дать следующие рекомендации.

1. Для негазовых антрацитовых пластов мощностью 0,9 м и выше принимать систему разработки, обеспечивающую устойчивый режим работы по графику цикличности. Этому условию отвечает система разработки длинными столбами по простиранию.

2. В рассмотренных горно-геологических условиях следует отдавать предпочтение панельной схеме подготовки, как более экономичной, обеспечивающей при сложной гипсометрии пласта планировку горных выработок, допускающую полную конвейеризацию транспорта угля от забоя к стволу по сравнительно коротким путям.

3. Ширину панели следует принимать, в зависимости от годовой производительности шахтопласта в установленных пределах, исходя из наличия технических средств, обеспечивающих приемлемые темпы прохождения подготовительных выработок для подготовки длинных столбов к обратной выемке.

4. Из двух главных штреков откаточный проводить в почве пласта полевым, вентиляционный, защищенный мощными целями, — по пласту. Такое расположение главных штреков должно способствовать уменьшению утечек воздуха и устранению короткого замыкания воздушных струй.

5. Шахтное поле, обеспечивающее удобства разработки, распространять на оба крыла складки с проведением главных штреков по оси мульды, поскольку такая планировка исключает уклоны, удорожающие стоимость 1 т угля за счет более дорогой, по сравнению с бремсбергами, стоимости их проведения, транспорта и водоотлива. В этом случае обеспечивается стройная планировка главных выработок, их минимальная суммарная протяженность и простейшая схема транспорта.

6. Число пар панелей при размерах, обоснованных в работе, принимать две (по одной на крыле).

7. В целях удешевления конвейерного транспорта от панельного бремсберга к стволу шахты крылья шахтного поля следует разрабатывать последовательно при одновременном вводе в работу двух противоположных панелей, что при кратчайшем расстоянии доставки по основному штреку, равном половине ширины панели, обеспечивает максимальную нагрузку на конвейер.

8. Годовую производительность шахтопласта устанавливать при постоянной длине очистных забоев (8 лав, длиной, принятой в исследовании) и достигнутой величине их подвигания.

Начальная (в диапазоне оптимальных) годовая производительность шахтопласта 600, 700 и 800 тыс. т для глубины 300, 600 и 900 м соответственно, обеспечивается при суточном подвигании 1,45—1,70—1,92 м современными средствами горной техники. Для достижения более высокой производительности шахтопласта и улучшения остальных показателей необходимо освоение более высоких подвиганий очистных забоев.

9. При увязке схемы вскрытия со схемой подготовки обязательно учитывать положение оси мульды в вертикальной плоскости. При небольшом (до 2°) ее отклонении от горизонтали панельная схема подготовки может быть применена беспрепятственно. При отклонении оси мульды от горизонтали на угол более 2° главный откаточный штрек целесообразно проводить по крыльям на разных горизонтах, а при более значительном отклонении оси мульды от горизонтали — принимать этажную схему подготовки с двусторонними бремсберговыми выемочными полями.

10. Считать возможным применение (при центральной схеме проветривания) восходящего порядка отработки ярусов в панелях, так как восходящий порядок: а) обеспечивает возможность быстрого начала очистных работ, б) способствует предварительному осушению поля в направлении восстания, в) не связан с движением пород в направлении падения, так как условия залегания в донной части мульды практически аналогичны условиям горизонтально залегающего пласта (величина косинуса не превышает 0,99 до угла падения 8°) и г) не ограничивается Правилами безопасности.

Результаты исследования могут быть использованы при реконструкции горного хозяйства действующих шахт и при решении вопросов вскрытия и подготовки шахтных полей в ниж-

них горизонтах угленосных мульд юго-восточного сектора Донбасса и других районах с аналогичными условиями залегания.

По вопросам, обобщенным в диссертации, опубликовано 25 печатных трудов, из которых следующие работы отражают основные положения представленной к защите диссертации:

1. Определение длины лавы-этажа. Горный журнал, 1933 г, № 6.

2. Системы разработки угольных пластов на шахтах комбината Ростовуголь. Углетехиздат, 1952 г. Монография объемом 5 печатных листов, переведена в 1956 г. на китайский язык.

3. О применении системы парных штреков на пластах пологого падения в Донбассе. Уголь, 1955, № 2.

4. Некоторые характерные показатели разработки тонких пластов в тресте «Шахтантрацит». Уголь, 1955, № 7.

5. К выбору рациональных схем подготовки шахтных полей на пологопадающих пластах Донбасса. Труды Новочеркасского политехнического института. Работы горных факультетов, тсм 62/76, 1957 г.

6. Графо-аналитический метод определения ширины панели. Труды Новочеркасского политехнического института. Работы кафедры строительства горных предприятий, том 52/66, 1957 г.

7. К вопросу вскрытия и подготовки в донной части угленосных мульд в условиях юго-восточного сектора Донбасса, там же.

Сдано в набор 6-VI 57 г. Сдано в печать 17.VI. 57 г.
Печатн. л. 11½ ПС 19047 Заказ 2421 Тир. 130 а5 Бесплатно.
Гор. Новочеркасск, тип. № 7 Облполиграфиздата управления культуры