Министерство угольной промышленности СССР

КАРАГАНДИНСКОЕ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ
(КАРАГАНДАУГОЛЬ)

ИНСТРУКЦИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ВЕДЕНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Караганда - 1977

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

КАРАГАНДИНСКОЕ ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО ДОБЫЧЕ УГЛЯ (КАРАГАНДАУГОЛЬ)

СОГЛАСОВАНО

Главный геолог объединения "Карагандауголь"

_____ С.Х.Баипаков

"__" _____ 1977 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор объединения "Карагандауголь" по производству, канд.техн.наук

_____ Н.А.Дрижд

"4" октября 1977 г.

ИНСТРУКЦИЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ВЕДЕНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Караганда-1977

А Н Н О Т А Ц И Я

В Инструкции дана количественная оценка влияния тектонической нарушенности разрабатываемого пласта на технико-экономические показатели очистных работ. При этом рассматривалось как отдельное, так и совместное влияние параметров нарушения-амплитуды, угла и протяженности на показатели очистного забоя (нагрузки, производительности труда рабочих и себестоимости угля), при различных значениях длины лавы и вынимаемой мощности пласта.

С учетом величины приведенных затрат установлена экономически целесообразная область применения механизированных комплексов при разработке нарушенных угольных пластов. Дана классификация разрабатываемых в бассейне шахтопластов по уровню мелкоамплитудной тектонической нарушенности. Приведен метод позволяющий учитывать влияние степени нарушенности выемочного поля при оперативном и текущем планировании очистных работ.

Основные положения Инструкции доложены на горно-экономической секции Ученого Совета КНИУИ в октябре 1975 г. и на Всесоюзном семинаре "Ритмичность работы горных предприятий" в г.Киеве (КПИ) в марте 1976 г., внедрены на шахте "Молодежная" (приказ объединения "Карагандауголь" № 247 от 2 июня 1976 г.).

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников шахт, сотрудников научно-исследовательских и проектных угольных институтов, а также для студентов вузов горно-экономических специальностей.

Инструкция разработана канд.экон.наук Г.Ш.Ходжаевым.

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность как отрасль использующая природные ресурсы, характеризуется общей закономерностью перехода от разработки лучших на данный момент разведанных запасов к освоению худших. Такая закономерность проявляется и на шахтах Карагандинского угольного бассейна в связи с ухудшением горно-геологических условий разработки угольных пластов, происходящее в основном по двум причинам: во-первых, с углублением горных работ в Карагандинском районе (Промышленный и Саранский участки) и переходом их на нижележащие пласты и горизонты, имеющие недостаточную геологическую изученность; во-вторых, перемещением центра добычи угля в новые угленосные районы (Чурубай-Нуринский и Тентекский) с более сложными условиями разработки.

Об углублении горных работ говорят следующие цифры. Максимальная глубина разработки пластов в Карагандинском районе за 1965-1976 гг. увеличилась с 470 до 620 м, в том числе в среднем на шахтах этого района с 320 до 454 м (на 41,9 %).

Удельный вес добычи шахт новых районов в 1960 г. составил 5,0 %, в последующие годы он резко возрос и составил в 1970г. и 1976 г. соответственно 17,0 и 37,9 % и за 1965-1976 гг. увеличился в 2,3 раза. Наблюдаемая тенденция перемещения центра добычи угля из Карагандинского района в новые сохранится и в дальнейшем.

Если оценить нарушенность пластов разрабатываемых механизированными комплексами по показателю нарушенности, то его величина по шахтам новых районов в среднем в 2,5 раза больше, чем по шахтам Карагандинского района. Расширение области внедрения механизированных комплексов в более сложные условия разработки шахт новых районов привело к тому, что темпы роста нагрузки на них заметно уменьшились. В последние 2 года произошло даже снижение абсолютного уровня нагрузки. Так, в 1974 г. нагрузка на комплексно-механизированный забой в среднем по шахтам бассейна составила 1098 т в сутки, в 1975 г. и в 1976 г. соответст-

венно 1057 т и 1046 т в сутки.

Экономическая эффективность разработки шахтного поля (пласта) зависит от многих влияющих факторов, таких как горно-технические, природные, организационные и социально-экономические. Среди которых природные факторы, или как их принято называть горно-геологические, являются одними из важнейших. К ним обычно относят мощность и угол падения пласта, геологические нарушения и размывы пласта, физико-механические свойства угля и вмещающих пород и др.

Исследования и опыт разработки Карагандинского бассейна показывают, что одним из основных горно-геологических факторов влияющих на эффективность их разработки является геологическая нарушенность угольных пластов.

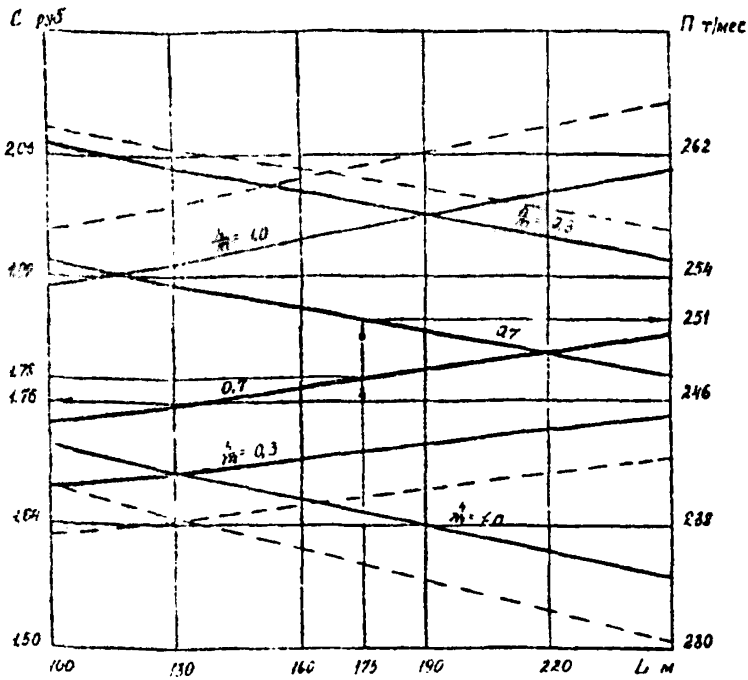
Геологическая разведка шахтного поля, довольно точно выявляет тектонические нарушения с амплитудами смещения пласта 10-15 м и более, т.е. средние и крупные нарушения. Ввиду чего проектировщики, шахтостроители и эксплуатационники, при составлении проектов, программ и планов разработки шахтного (выемочного) поля учитывают их распространение и параметры, тем самым частично или полностью нейтрализуя их отрицательное влияние.

Средние и крупные тектонические нарушения невыявленные в процессе геологической разведки значительно осложняют ведение горных работ. При этом зачастую происходят их остановки, частичная перекройка технологической схемы и пересмотр ранее принятых проектных решений.

Мелкие тектонические нарушения пласта (с амплитудой смещения до 5 м) геологической разведкой практически не выявляются. Такие нарушения, как правило, выявляются подготовительными и очистными работами и обычно не приводят к пересмотру проектных решений и показателей. Однако, разработка угольных пластов с мелкоамплитудной нарушенностью приводит к снижению эффективности ведения подготовительных и очистных работ, а следовательно и шахты в целом. При наличии разрывного нарушения происходит смещение всего массива пород. Последнее приводит к усложнению управления кровлей, в результате вывала пород, к увеличению расхода крепежного леса, трудоемкости работ, а также повышению опасности труда горнорабочих. В конечном счете в период перехода очистным забоем разрывного нарушения технико-экономические показате-

Номограмма 8

для определения себестоимости 1т угля и производительности труда рабочего по очистным забоям шахт пологопадающего участка (m=2,8-3,0 м), оборудованным узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью



КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКТОНИКИ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

К геологическим нарушениям угольного пласта обычно относят: разрывы, перемычы, размывы, расщепления, замещения и выклинивания пласта, микроскладки, флексуры и т.д.

Из всего многообразия геологических нарушений наибольшее влияние на разработку угольных пластов оказывают тектонические нарушения.

Тектонические нарушения в зависимости от характера сплошности массива пласта подразделяются на:

дизъюктивные (разрывные нарушения) - с разрывом сплошности массива пласта и его перемещением (взброс, сброс, сдвиг, взброс-сдвиг и т.д.), охватывающие, как правило, значительные участки пласта, образуя зоны неустойчивых пород и перемятого угля;

пликативные - без разрыва сплошности массива пласта, но со сложной гипсометрией его залегания - резким изменением угла перепада по простиранию или падению выемочного поля.

В Руководстве [2] разрывное нарушение трактуется как результат тектонического движения, при котором горные породы разрываются по некоторой поверхности и разъединенные части смещаются друг относительно друга. Поверхность разрыва называется сместителем, а разъединенные части пород-крыльями. При этом различают следующие крылья нарушения: висячее, находящееся над сместителем; лежачее, находящееся под сместителем. У разрывного нарушения с вертикальным сместителем висячего и лежащего крыльев нет, поэтому название крыльев связано с ориентацией по странам света.

Важными элементами, характеризующими разрывное нарушение, с точки зрения влияния на ведение горных работ являются:

- форма нарушения (тип дизъюктива) ;
- величина нормальной стратиграфической амплитуды смещения ;
- длина нарушения в плоскости пласта (выемочного участка) ;
- ориентировка нарушения (сместителя) в плоскости пласта.

По действующей Инструкции [3] разрывные нарушения, в зависимости от величины нормальной амплитуды, разделяются на следующие группы:

очень мелкие	- от 0,1 до 3 м ;
мелкие	- от 3 до 10-15 м ;
средние	- от 10-15 до 100 м ;
крупные	- от 100 до 1000 м ;
очень крупные	- 1000 м и более.

Разрывы со смещением пласта до 0,10 м по этой Инструкции относятся к трещинам.

В Карагандинском бассейне имеются все типы разрывных (дизъюктивных) нарушений: взбросы, сбросы, сдвиги, по количеству - взбросов больше. Подавляющая часть разрывных нарушений относится к согласным, т.е. угол падения сместителя согласуется с углом падения пород. Иначе, чем больше угол падения пород, тем круче падают и разрывные нарушения. Падение сместителей у несогласных нарушений крутое (угол падения составляет 60-85^0) и имеет, как правило, перпендикулярное напластование пород.

Амплитуда всех разрывных нарушений, за исключением региональных, редко превышает 200 м, чаще до 100-150 м, наибольшее число нарушений имеют амплитуду до 10-15 м, так называемые мелкоамплитудные.

Протяженность разрывных нарушений по их простиранию различна. Имеется большое число нарушений с протяженностью от нескольких метров до 100 м. Значительное число мелких нарушений затухает на расстоянии до 200-500 м, но имеются и крупные, тянущиеся до 5000 м и более [10].

По величине угла между простиранием сместителя и пород, разрывные смещения разделены: на продольные (0-30^0), диагональные (30-60^0) и поперечные (60-90^0). По данным ВНИМИ продольные вместе с диагональными составляют 80 % всех нарушений.

Кратко рассмотрим общие черты тектоники Карагандинского угольного бассейна. Здесь выделены три синклинали-Карагандинская, Верхне-Сокурская и Чурубай-Нуринская.

В пределах Карагандинской синклинали расположен Карагандинский угленосный район состоящий из Промышленного и Саранского участков. Северо-западное крыло синклинали, где сосредоточено большинство шахт этого угленосного района, сравнительно пологое. Однако залегание пород здесь осложнено вторичной складчатостью, а также тектоническими разрывами, амплитуда наиболее крупных из них составляет 100-200 м. Южное и юго-западное крылья синклинали (соответственно Талды-Кудукский и Аблабасский участки) имеют очень сложное тектоническое строение и крутые углы падения. Нарушения в основном представлены крутопадающими согласными взбросами.

Верхне-Сокурская синклиналь расположена в восточной части бассейна. Здесь нет действующих и строящихся шахт. Горно-геологические условия разработки пластов изучены недостаточно. Здесь в основном распространены бурые угли.

В пределах Чурубай-Нуринской синклинали расположены Чурубай-Нуринский и Тентекский угленосные районы. Залегание пород на северном крыле синклинали характеризуется значительной волнистостью, переходящей местами в пологую складчатость. Углы падения пород 25-30° в средней его части и 35-50° в северо-восточной. Наиболее сложную тектонику имеет южное крыло синклинали, где на всем протяжении породы аккудукской, эльрикской и карагандинской свит собраны в продольные складки, амплитуды которых изменяются от 100 до 400 м. Помимо крупных разрывных нарушений, большее число мелких разрывов пластов.

Тентекская мульда расположена в северо-западной части Чурубай-Нуринской синклинали, ее длина составляет 15 км, ширина - 10 км и глубина - 1,5 км. Южное и восточное крылья имеют полого-волнистое залегание с углами падения 5-20°, западное крыло - круто-падающее (50-90°). Пологие части мульды разрабатывают две шахты и одна находится в строительстве.

В пределах Долинской мульды расположены Карадхоро-Шаханский и Долинский угленосные участки. Углы падения пород Долинской мульды в основном пологие (5-15°), характерно на-

личие мелкой вторичной складчатости. В северной части мульды породы собраны в дополнительные меридиальные складки, разорванные тектоническими нарушениями, большинство из них имеют западное падение. Пласты долинской свиты (d_1-d_6) в пределах мульды разрабатывают несколько шахт.

Исследование и опыт разработки шахтных полей Карагандинского бассейна показывают, что подавляющая часть разрывных нарушений относится к мелкоамплитудным. Так, А.А.Костливцевым установлено [4], что 99 % всех разрывных нарушений на Промышленном и Саранском участках имеют амплитуду менее 10 м. Исследования, проведенные Ж.П.Варехой [1] по шахтам Саранского участка подтвердили эти результаты и дополнительно установили, что из общего числа мелкоамплитудных нарушений 65 % имеют амплитуду менее 1 м. Расчеты, произведенные А.Ф.Немкиным [8] показали, что мелкоамплитудные нарушения составляют 95 % всех нарушений. Аналогичные исследования были проведены и в других угольных бассейнах страны (Г.В.Бай-Балаевым, В.А.Кушнируком, К.А.Ардашевым, Л.А.Зиглиным, Ю.А.Ревнивых и др.), которые также показали, что разрывные нарушения с амплитудой смещения менее 10 м составляют подавляющее их большинство и геологической разведкой практически не выявляются.

Представление о тектонике шахтного поля становится более полным по мере его промышленного освоения. Так, в процессе геологической разведки - первой стадии освоения шахтного поля, дается лишь общая картина тектоники. В процессе строительства шахты идет уточнение, детализация тектоники по отдельным участкам (блокам) шахтного поля. Полная картина вырисовывается лишь при разработке шахтного поля, а именно при ведении подготовительных и очистных работ.

Систематизация фактических данных за длительный период (1946-1976 гг.) по степени изученности тектоники шахтных полей Карагандинского бассейна, по стадиям промышленного освоения, приведена в табл.1.

Таблица I

Распределение тектонических нарушений, выявленных за 1946-1976 гг., по величине амплитуды и по стадиям промышленного освоения шахтных полей Карагандинского бассейна

Стадия промышленного освоения шахтного поля	Распределение нарушений (в %) по величине амплитуды			
	до 5,0 м	5,I-I0,0 м	I0,I-I5,0 м	I5,I м и более
Геологическая разведка	0,3	7,4	3I,I	44,6
Строительство шахты	6,8	8,7	I2,2	5,4
Эксплуатация шахты	92,9	83,9	56,7	50,0
И т о г о	I00,0	I00,0	I00,0	I00,0

Данные таблицы подтверждают результаты ранее проведенных исследований по отдельным участкам и районам Карагандинского бассейна о том, что подавляющая часть нарушений относится к мелкоамплитудным.

В геологическую разведку выявляются лишь 0,3 % всех разрывных нарушений с амплитудой до 5,0 м, при эксплуатации шахты - 92,9 %. Разрывные нарушения с амплитудой смещения пласта до 5 м труднопреодолимы горными работами и составляют основные трудности (ввиду их многочисленности) при разработке пласта.

Наибольшая частота мелкоамплитудных нарушений наблюдается по шахтам Саранского участка. Если оценить степень нарушенности угольного пласта по величине показателя нарушенности промышленных запасов (определяемый отношением числа нарушений приходящихся на I0 тыс.т промышленных запасов угля) то по шахтам Саранского участка он составляет 0,645, соответственно по шахтам Шаханского участка - 0,233, Чурубай-Нуринского района - 0,2II, Промышленного участка - 0,088.

Работы, произведенные по шахтным полям Карагандинского бассейна показали, что из общего числа мелкоамплитудных нарушений 52 % встречаются с амплитудой до I м, 33 % соответственно с амплитудой от 1 до 2 м и 15 % с амплитудой более 2 м. Исследованиями КНИУИ установлено, что по величине угла встречи нарушения с линией подвигания очистного забоя могут быть выделены следующие группы нарушений [6]:

трудно переходимые (от 0 до 20^0) - 46,8 % ;
средней трудности по переходимости (от 20 до 65^0) - 47,6 %;
легко переходимые (от 65 до 90^0) - 5,6 %.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО ПЛАСТА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ

Рассмотрим влияние тектонической нарушенности на уровень технико-экономических показателей очистных забоев, оборудованных существующими видами механизации угледобычи и находящихся в различных угленосных районах и участках Карагандинского бассейна.

Для количественной оценки влияния разрывной нарушенности использованы фактические данные за 1974-1976 гг. по действовавшим всем очистным забоям бассейна. В качестве показателей работы очистного забоя приняты к исследованию: месячная добыча, себестоимость I т угля и производительность труда рабочего. В качестве факторов, определяющих их уровень - длина очистного забоя, вынимаемая мощность пласта и параметры разрывного нарушения.

В общем виде исследуемые показатели можно выразить следующим образом:

- добыча угля (Д)

$$Д = f(L, m, \frac{h}{m}) \quad , \text{т/мес} ;$$

- себестоимость угля (С)

$$C = f(Д) \quad , \text{руб/т} ;$$

– производительность труда рабочего (П)

$$П = f(Д) \quad , \text{ т/мес} ,$$

где Д – функция изменения уровня добычи из очистного забоя в зависимости от длины лавы (L), принимаемой мощности пласта (m) и величины отношения ($\frac{h}{m}$). Здесь h – амплитуда смещения пласта;

С – функция изменения уровня себестоимости угля в зависимости от месячного объема добычи (Д), руб/т ;

П – функция изменения уровня производительности труда рабочего очистного забоя в зависимости от месячного объема добычи (Д), т/мес.

Однородность показателей принятых для исследования, в данном случае очистных забоев, составляет основное требование для получения экономико математических моделей, максимально соответствующих анализируемым условиям производства. В связи с чем, был произведен предварительный отбор исходных данных, который состоял из двух этапов.

На первом этапе отбора исходных данных из общего числа очистных забоев, работавших с переходом разрывных нарушений, были исключены:

очистные забои с аномальными значениями показателей, т.е. показателями, резко отличающимися в силу значительного влияния других факторов;

добычные участки, у которых были два и более очистных забоев, имеющих технико-экономические показатели по участку.

Благодаря исключению таких забоев и участков была достигнута сопоставимость (однозначность) исходных данных и тем самым устранено возможное влияние их на искажение объективности результатов исследования. Таким образом, было отобрано к исследованию 360 наблюдений (забое-месяцев).

Отобранная совокупность имеет различные горно-технические параметры очистных забоев и горно-геологические условия их эксплуатации. Ввиду этого на втором этапе отбора исходных данных производим дифференциацию очистных забоев по качественно однородным горно-геологическим и горно-техническим признакам выборки. В качестве дифференцирующих признаков отбора приняты

вид механизации очистных работ и геологопромышленное районирование исследуемых шахт.

По первому признаку принятая совокупность очистных забоев распределена следующим образом: 220 наблюдений - забои, оборудованные узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью и 140 наблюдений - забои, оборудованные механизированными комплексами.

Второй дифференцирующий признак - геологопромышленное районирование шахт, применялся при анализе совокупности очистных забоев с использованием узкозахватных комбайнов с индивидуальной крепью. Непримнимость данного признака для группы очистных забоев, оборудованных механизированными комплексами, обусловлена горно-геологическими и горно-техническими параметрами, заложенными в конструкциях комплексов.

Совокупность из 220 наблюдений (очистные забои с узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью) классифицирована на две группы: Саранский участок - 112 забое-месяцев и Промышленный участок - 108 (см.табл.2).

Таблица 2

Характеристика исследуемой совокупности данных по оценке влияния тектонической нарушенности на производство очистных работ

Очистные забои с применением узкозахватных комбайнов	Угленосный участок (вынимаемая мощность пласта). Тип комплекса	Количество наблюдений, забое-мес
С индивидуальной крепью	Саранский участок (2,2-3,0 м)	112
То же	Промышленный участок (1,8-2,0 м)	75
-"-	Промышленный участок (2,8-3,0 м)	33
С механизированной крепью	ОМТМ, ОКП, 30КП, КМ-81Э	107
То же	КМ-87Э, КМ-87ДН	33

Таким образом, шахты Карагандинского бассейна были разбиты на пять групп статистических совокупностей, представленных однородностью двух признаков: горно-геологических условий эксплуатации и механизацией очистных работ.

На Промышленном участке, очистные забои по способу механизации "узкозахватные комбайны с индивидуальной крепью", разбиты две группы в зависимости от вынимаемой мощности пласта: I - от 1,8 до 2,0 м и II - от 2,8 до 3,0 м. Шахты Саранского участка представлены одной наиболее представительной группой очистных забоев с вынимаемой мощностью пластов от 2,2 до 3,0 м.

По способу механизации "мехкомплексы" рассматривались следующие типы:

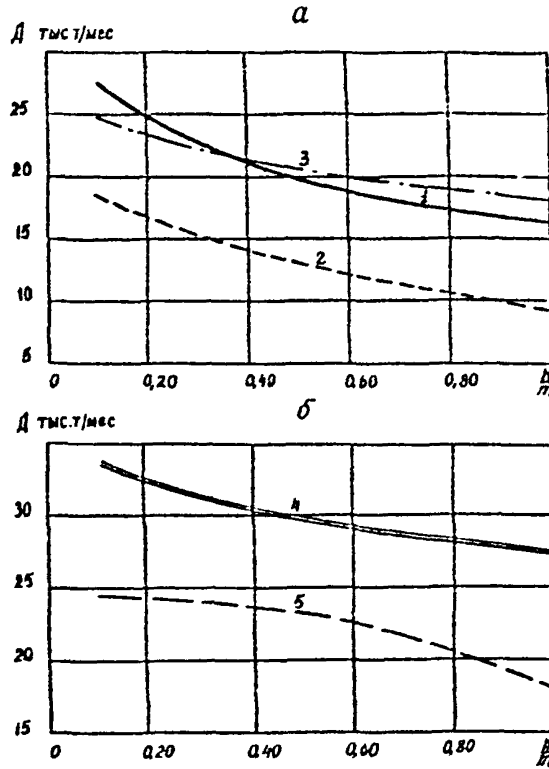
ОМКТМ, ОКП, 30КП совместно с КМ-81Э, вынимаемая мощность пластов колеблется в диапазоне от 2,6 до 3,2 м ;

КМ-87Э, КМ-87ДМ - вынимаемая мощность пластов колеблется от 1,5 до 2,2 м.

Объемы выборок, для исследуемых групп наблюдений, составили: 75 - для Промышленного участка с m = 1,8-2,0 м, 33 - для Промышленного участка с m = 2,8-3,0 м, 112 - для Саранского участка с m = 2,2-3,0 м, 35 - по комплексам КМ-87Э, КМ-87ДМ и 107 наблюдений по комплексам ОМКТМ, ОКП, 30КП, КМ-81Э. Данные о количестве тектонических нарушений по величине амплитуды представлены всеми шахтами бассейна.

Перейдем к оценке влияния каждого исследуемого фактора на уровень добычи очистного забоя. Для каждой парной зависимости были установлены различные виды уравнений регрессии: линейная, квадратная, экспоненциальная, дробно-линейная и др. Окончательный вид уравнения выбирался по следующим соображениям: во-первых, из существа исследуемого вопроса, во-вторых, из оценки по степени близости расчетов к опытным данным. Последняя оценивается по величине остаточной теорстической дисперсии функционального признака [7].

В качестве параметра, оценивающего нарушенность пласта, принята величина отношения $\frac{h}{m}$. Графическая интерпретация связи между уровнем добычи очистного забоя (Д) и нарушенностью пласта ($\frac{h}{m}$) изображена на рис.I, уравнения регрессии по группам наблюдений представлены в табл.3.



1 – КМ-87Э, КМ-87ДН

2 – Саранский участок (m = 2,2-3,0 м)

3 – Промысленный участок (m = 1,8-2,0 м)

4 – ОКТМ, ОКП, ЗОКП, КМ-81Э

5 – Промысленный участок (m = 2,8-3,0 м)

Рис.1. Зависимость нагрузки на очистной забой (Д) от величины отношения амплитуды нарушения к вынимаемой мощности пласта ($\frac{h}{m}$)

а – по группе очистных забоев разрабатывающих пласты средней мощности

б – по группе очистных забоев разрабатывающих мощные пласты.

Таблица 3

Уравнения парной регрессии уровня добычи по очистному забою от степени нарушенности разрабатываемого пласта

Угленосный участок (вынимаемая мощность пласта). Тип комплекса	Уравнение парной регрессии	Величина остаточной теоретической дисперсии	Значения критерия Фишера	
			расчетное	табличное
Сарановский участок (m =2,2-3,0м)	$Д_1=16137e^{-\frac{h}{m}}+3548$	3616	1,53	3,28
Промышленный участок (m =1,8-2,0м)	$Д_2=12623e^{-\frac{h}{m}}+1$:402	3467	1,32	3,72
Промышленный участок (m =2,8-3,0м)	$Д_3=23000e^{-0,668\frac{h}{m}}+0,396$	2672	2,18	5,74
ОМКТИ,ОКП, 30КП,КМ-81Э	$Д_4=0,692(\frac{h}{m})^2-1950(\frac{h}{m})+35309$	7307	1,22	3,71
КМ-87Э,КМ-87ДН	$Д_5=29500e^{0,365(\frac{h}{m})^2-0,961\frac{h}{m}}$	5605	1,39	4,50

Зависимость уровня добычи из очистного забоя (Д) от величины нарушенности пласта ($\frac{h}{m}$) аппроксимирована функциями для группы очистных забоев, оборудованных:

комплексами КМ-87Э, КМ-87ДН - экспоненциального типа

$$y=ae^{\alpha x^2+\beta x}$$

узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью по Сарановскому участку (m =2,2-3,0 м) типа $y=ae^{-x}+b$

по Промышленному участку (m =1,8-2,0 м) типа $y=ae^{-x}+b$.

При увеличении величины $\frac{h}{m}$ от 0,0 до 1,0 уровень добычи падает. Так, при достижении $\frac{h}{m}$ =1,0 уровень добычи очистного за-

боя снижается против уровня добычи без нарушений ($\frac{h}{m}$=0,0) по комплексам КМ-87Э, КМ-87ДН на 45 %, по Сарапскому участку (m =2,2-3,0 м) на 52 % и по Промышленному участку (m =1,8-2,0 м) - на 31 %.

Рассмотрим влияние тектонической нарушенности на уровень добычи очистных забоев по группе шахт Промышленного участка, с применением узкозахватных комбайнов с индивидуальной крепью, разрабатывающих мощные пласты с вынимаемой мощностью от 2,8 до 3,0 м и комплексов типа ОМКТМ, ОКП, 30КП, и КМ-81Э. Форма связи между добычей очистного забоя и нарушенностью пласта задана в первом случае в виде экспоненты $y = ae^{-x} + b$, во-втором в виде уравнения второго порядка $y = ax^2 + bx + c$ (см.рис.1б). Выбор вида уравнений основан на стабилизации минимума остаточной дисперсии, что в то же время не противоречит нашим соображениям по существу исследования (оценки влияния величины $\frac{h}{m}$).

Опыт работы очистных забоев разрабатывающих мощные пологие пласты показывает, что нарушения с амплитудой смещения пласта до 1,0 м незначительно влияют на результаты их работы. Так как, при этом переход разрывного нарушения может осуществляется либо за счет нижнего слоя пласта, либо за счет верхней некондиционной пачки угля. Данное заключение подтверждается анализом полученных уравнений регрессии. Так, при разработке мощных пологих пластов на Промышленном участке при величине $0,0 \leq \frac{h}{m} \leq 0,30$, добыча из очистного забоя снижается незначительно и лишь с дальнейшим увеличением величины $\frac{h}{m}$ темпы снижения добычи возрастают. При достижении $\frac{h}{m}$ = 1,0 уровень добычи очистного забоя снижается против уровня добычи без нарушений по шахтам Промышленного участка (m = 2,8-3,0 м) - на 33,7 %, по комплексам ОМКТМ, ОКП, 30КП, КМ-81Э - на 53,3 %. Здесь отчетливо видно, что механизированные комплексы более "болезненно" переходят разрывные нарушения нежели забои, оборудованные узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью. Последнее объясняется в основном меньшим запасом по мощности пласта при переходе нарушения.

В графе 3 табл.3 представлены численные значения остаточной дисперсии $\bar{\sigma}^2_{y,x}$ и критерия Фишера $F_{\text{расч}}$ (графа 4). Рассчитанные значения критерия Фишера $F_{\text{расч}}$ оказались меньше табличных (графа 5). Следовательно, уравнения регрессии отобран-

ные в результате исследования с высокой надежностью согласуются с исходными данными [7].

При оценке влияния амплитуды нарушения на добычу очистного забоя, другие параметры нарушения принимались постоянными $\frac{l_н}{L}$ = 25 % = (где $l_н$ – нарушенная часть лавы, L – общая длина лавы).

После этого была произведена оценка влияния параметров очистного забоя – длины лавы и вынимаемой мощности пласта – на уровень добычи угля. Для группы шахт Промышленного участка (m = 2,8-3,0 м) при выделении однородных статистических совокупностей влияния длины лавы и вынимаемой мощности пласта, как факторов, было исключено путем отбора наблюдений с заданными значениями L и m. Аналогично, по группам шахт Промышленного участка (m = 1,8-2,0 м) и использующих комплексы ОМКТМ, ОКП, 30КП и КМ-81Э был исключен фактор вынимаемая мощность пласта.

Таким образом, было определено влияние основных факторов на уровень добычи очистного забоя и выведены уравнения парной регрессии. На основе чего построены уравнения множественной регрессии по группам наблюдений, которые приведены в табл.4.

Полученные уравнения позволяют сделать выводы о влиянии факторов-аргументов ($\frac{h}{m}$, L, m) на относительное изменение функционального признака (Д). Так, рост средней величины $\frac{h}{m}$ на 10 % приводит к снижению нагрузки на очистной забой: по Саранскому участку с m = 2,2-3,0 м – на 2,6 %; по Промышленному участку с m = 1,8-2,0 м и с m = 2,8-3,0 м соответственно на 1,3 и 1,8 %; по комплексам по типам ОМКТМ, ОКП, 30КП, КМ-81Э-на 2,4 % и КМ-87Э, КМ-87ДН – на 1,8 %.

Удлинение длины лавы на 10 % повышает его нагрузку соответственно по группам наблюдений – на 2,9; 1,8; 1,3;-5,6 и 5,4 %. Снижение на 5,6 % уровня добычи по комплексам ОМКТМ, ОКП, 30КП и КМ-81Э наблюдается при увеличении длины лавы за рациональные пределы [5]. Увеличивание вынимаемой мощности пласта на 10 % по очистным забоям оборудованным комплексом КМ-87Э, КМ-87ДН приводит к росту нагрузки на 6,5 %.

Тектоническое нарушение характеризуется амплитудой смещения пласта (h), протяженностью (l) нарушения в пределах выемочного поля или очистного забоя и углом (α) между линией

Уравнения множественной регрессии уровня добычи по очистному забою от степени нарушенности и параметров лавы

Таблица 4

Угленосный участок (вынимаемая мощность пласта). Тип комплекса	Уравнение множественной регрессии	Значение коэффициента регрессии	Средние значения функции (Д)	Средние значения факторов-аргументов $\frac{h}{m}$	Средние значения факторов-аргументов L	Средние значения факторов-аргументов m	Значение критерия Фишера расчетное	Значение критерия Фишера табличное
Саранский участок (m=2,2-3,0м)	$Д_I = -11564+11540\,e^{-\frac{h}{m}}+16103\,e^{\frac{-70,4}{L}} - 1261m^2+6430m$	0,671	13820	0,49	150	2,60	23,7	6,7
Промышленный участок (m=1,8-2,0м)	$Д_2 = 8546 + 7562\,e^{-\frac{h}{m}} + 33,3L$	0,656	20410	0,53	175	-	29,0	19,4
Промышленный участок (m=2,8-3,0м)	$Д_3 = 5453 + 21617e^{-0,668(\frac{h}{m})^2+0,396\frac{h}{m}}$	0,761	22860	0,52	175	-	23,1	19,5
ОМКТМ, ОКП 30КП, КМ-819	$Д_4 = -9562+19642\,e^{-\frac{h}{m}} - 0,602L^2 + 287L$	0,666	29370	0,57	100/160	-	29,2	8,6
КМ-87Э, КМ-87ДН	$Д_5 = -17682+18904\,e^{0,365(\frac{h}{m})^2-0,96\frac{h}{m}+} + 31117e^{\frac{-126}{L}} + 6744m$	0,614	22058	0,55	150	1,85	8,7	7,4

забоя и направлением нарушения. В зависимости от совокупного значения параметров нарушения его влияния на нагрузку очистного забоя различно. В настоящей Инструкции при определении меры влияния разрывного нарушения на уровень добычи очистного забоя принимался параметр h, влияние других параметров нарушения "протяженности" и "угла" усреднялось. Однако, влияние этих параметров нарушения является также не менее важным. Так, с увеличением протяженности нарушения в пределах очистного забоя наблюдается снижение его нагрузки.

При оценке рассматривалось не абсолютное влияние параметра ℓ, а значение отношения $\frac{\ell_н}{L}$, где L – длина лавы, $\ell_н$ – протяженность нарушения по длине лавы, равная $\ell \cdot \cos\alpha$, α – угол между направлением нарушения и линией забоя. Следовательно, такой подход к определению влияния протяженности нарушения на уровень добычи позволяет учесть и угол встречи нарушения с очистным забоем.

Установлено, что с увеличением $\frac{\ell_н}{L}$ до 0,50 уровень очистного забоя снижается на 25 % (см.рис.2б). При этом усреднялось влияние параметра $\frac{h}{m}$. Совокупное влияние h и $\ell_н$ учитывается следующим образом: найденные численные значения Д по уравнению множественной регрессии соответствуют средним величинам $\frac{\ell_н}{L} = 0{,}25$ (по принятому равное условию) и поэтому в корректирование значения Д на $K_{\frac{\ell_н}{L}}$ – коэффициент изменения добычи под влиянием $\frac{\ell_н}{L}$ нет необходимости. В этом случае $K_{\frac{\ell_н}{L}} = 1{,}0$. Если величина $\frac{\ell_н}{L}$ изменяется от 0,25 до 0,01 значения Д необходимо скорректировать на $K_{\frac{\ell_н}{L}} = 1{,}0\text{–}1{,}125$ и на $K_{\frac{\ell_н}{L}} = 1{,}0\text{–}0{,}875$, при изменении $\frac{\ell_н}{L}$ от 0,25 до 0,50.

В результате соответствующей математической обработки статистических данных по исследуемым группам наблюдений получены зависимости (см.табл.5):

себестоимости 1т угля от месячной добычи очистного забоя, аппроксимированная функцией вида: $C = a + \frac{b}{Д}$;

производительности труда рабочего от месячной добычи очистного забоя, аппроксимированная функцией вида: $П = b Д + a$.

Полученные уравнения множественной регрессии (табл.4), а также уравнения приведенные в табл.5 могут быть использованы при оперативном и текущем планировании показателей очистных работ при разработке нарушенных пластов.

Уравнения парной регрессии уровня производительности труда и себестоимости угля от нагрузки на очистной забой

Таблица 5

Признаки: Функция	Признаки: аргументы	Угленосный участок (вынимаемая мощность пласта). Тип комплекса	Уравнение парной регрессии	Величина остаточной теоретической дисперсии	Значение критерия Фишера: расчетное	Значение критерия Фишера: табличное
Производительность труда рабочего очистного забоя (П), т/мес	Нагрузка на очистной забой (Д), т/мес	Сарэнский участок (m =2,2-3,0 м)	$П_1$=0,0025$Д_1$+154,4	15,5	1,00	3,28
		Промышленный участок (m =1,8-2,0 м)	$П_2$=0,0042$Д_2$+149,0	31,9	1,26	3,72
		Промышленный участок (m =2,8-3,0 м)	$П_3$=0,0031$Д_3$+180,5	47,1	1,03	5,74
		ОМКТИ, ОКП, 30КП, КМ-813	$П_4$=0,0105$Д_4$+122,1	18,8	1,95	3,71
		КМ-87Э, КМ-87ДН	$П_5$=0,0103$Д_5$+46,2	34,7	4,50	4,94
Себестоимость 1т угля (С), руб.	Нагрузка на очистной забой (Д), т/мес	Сарэнский участок (m =2,2-3,0 м)	C_1=0,91+ $\frac{19698}{Д_1}$	0,52	1,49	3,28
		Промышленный участок (m =1,8-2,0 м)	C_2=1,52+ $\frac{6812}{Д_2}$	0,25	1,05	3,72
		Промышленный участок (m =2,8-3,0 м)	C_3=1,00+ $\frac{18531}{Д_3}$	0,22	1,51	5,74
		ОМКТИ, ОКП, 30КП, КМ-813	C_4=0,96 + $\frac{11867}{Д_4}$	0,37	1,17	3,71
		КМ-87Э, КМ-87ДН	C_5=0,64 + $\frac{24858}{Д_5}$	0,26	3,29	4,50

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОЙ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАРУШЕННЫХ ПЛАСТОВ

Опыт эксплуатации механизированных комплексов в различных угольных бассейнах страны показывает, что разрывные нарушения с амплитудами смещения превышающими вынимаемую мощность пласта, как правило, вызывают необходимость в прекращении работ по добыче угля. Разрывные нарушения с амплитудами смещения непревышающими вынимаемую мощность пласта затрудняют работы по управлению кровлей, ухудшают безопасность труда и технико-экономические показатели очистного забоя. При этом снижается качество добываемого угля, вследствие засорения его некондиционной частью пласта или боковыми породами.

В Основных Положениях применения механизированных комплексов сказано [9], что не следует их применять если разность между мощностью пласта и амплитудой нарушения менее допустимой минимальной конструктивной высоты крепи. Однако, в Карагандинском бассейне имеется достаточное количество примеров успешного перехода разрывных нарушений механизированными комплексами когда разность между мощностью пласта и амплитудой нарушения менее допустимой минимальной мощности пласта, а в отдельных случаях и равно 0, т.е. когда амплитуда нарушения равна вынимаемой мощности пласта. Следовательно, данное указание записанное в Основных Положениях не может служить критерием для принятия решения переходить нарушение очистным забоем или отказаться от его перехода. В действительности для выбора критерия и принятия решения по переходу механизированным комплексом тектонического нарушения следует учесть множество влияющих факторов. По техническим возможностям механизированный комплекс практически может перейти любое мелкоамплитудное нарушение. Однако, с экономических позиций, это не всегда целесообразно. Таким образом, при выборе критерия переходимости разрывного нарушения следует не только учитывать разность между мощностью пласта и амплитудой нарушения, но и экономическую целесообразность такого перехода в данных конкретных условиях. Отсутствие утвержденного критерия при определении

границы переходимости механизированными комплексами нарушений приводит к тому, что нарушения с одной и той же амплитудой в одних бассейнах считаются переходимыми, в других – непереходимыми. Зачастую в одном и том же угольном бассейне одинаковая величина нарушения считается переходимой и непереходимой для механизированного комплекса. Большинство исследователей, при выборе границы переходимости разрывных нарушений механизированным комплексом учитывают один, хотя и важнейший показатель нарушения – амплитуду. При этом обычно не учитывается вынимаемая мощность пласта. Хотя, одна и та же величина амплитуды нарушения, например, равная I и влияет по разному на работу механизированных комплексов КМК-97 и 20КП с вынимаемыми мощностями пласта соответственно в I и 3 м. В первом случае с учетом минимальной конструктивной высоты крепи необходимо "подрубивать" породу мощностью 32 см, во-втором лишь – 8 см. При этом процентное соотношение добываемой массы будет различное, в-первом случае – 32,0 %, породы, во-втором – 3,7 %. Установлено, что при одной и той же протяженности нарушения его влияние на эффективность работы очистных забоев неодинаково – чем больше длина лавы, тем меньше ощущается этот параметр нарушения. В длинных лавах "чистый" процесс выемки угля будет больше, за счет снижения доли условно-постоянных (концевых) операций.

При установлении границы переходимости разрывных нарушений также следует учитывать разность между вынимаемой и общей мощностью пласта. Последнее позволит учесть особенности разработки нарушенных угольных пластов различной мощности. Так, пласты тонкие и средней мощности, как правило, разрабатываются на полную мощность (т.е. с учетом всех угольных пачек и породных прослоев). Вследствие чего разрывное нарушение практически с любой амплитудой приводит к необходимости подрубки породы. Следовательно, нарушения с амплитудой порядка 1–1,5 м могут быть непереходимыми (в зависимости от крепости пород). При разработке же мощных пластов (свыше 3,5 м) нарушения такого порядка могут лишь незначительно сказаться на работе механизированных комплексов. Так, в бассейне мощные пласты (k_{12}, k_{10}, d_6) разрабатываются в два слоя с вынимаемой мощностью слоя 2,5–3,5 м).

При встрече мощными пластами разрывных нарушений порядка I-I,5 м механизированный комплекс может "перевезть" (сделать переход) в пределах пласта из одного слоя в другой. Уместно напомнить, что мощные пласты сложны по строению, с большими пачками угля некондиционной мощности. Таким образом, при встрече очистным забоем разрывного нарушения с большей амплитудой к выемке могут "подключаться" и некондиционные пачки угля, что позволяет переходить нарушение с меньшей трудоемкостью, нежели с подрубкой пород кровли.

Из сказанного следует, что установление экономически целесообразной границы переходимости нарушения механизированным комплексом лишь по величине амплитуды смещения пласта неправомерно.

Нами определена экономическая целесообразная область применения механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов [II]. Как уже указывалось, что одна и та же амплитуда нарушения оказывает неодинаковое влияние на эффективность разработки пластов с различной вынимаемой мощностью. Установлено также, что при одной и той же протяженности нарушения его влияние на эффективность работы очистных забоев также неодинаково. Ввиду этого, при оценке влияния амплитуды нарушения (h) принято отношение (h) к вынимаемой мощности разрабатываемого пласта (m). Для учета совместного влияния длины лавы (L) и угла встречи (α) ее с нарушением принято отношение длины нарушенной части лавы ($\ell_н$) к общей ее длине (L). При оценке влияния $\frac{h}{m}$ на уровень добычи очистного забоя, отношение $\frac{\ell_н}{L}$ принято постоянным. Аналогично, при определении влияния $\frac{\ell_н}{L}$ на уровень добычи очистного забоя, отношение $\frac{h}{m}$ принято постоянным. Корреляционные уравнения снижения объемов добычи угля в среднем по типам комплексов ОМКТУ, ОКП, ЗОКП, КМ-81Э, КМ-87Э, КМ-87ДН, 1МКШ и КШК-97 в зависимости от величин $\frac{h}{m}$ и $\frac{\ell_н}{L}$, приведены ниже, и их графики – на рис.2.

$$K_{Д}\left(\frac{h}{m}\right) = 1{,}07 - 0{,}00587\,\frac{h}{m}, \qquad (1)$$

$$K_{Д}\left(\frac{\ell_н}{L}\right) = 1{,}00 - 0{,}00500\,\frac{\ell_н}{L}. \qquad (2)$$

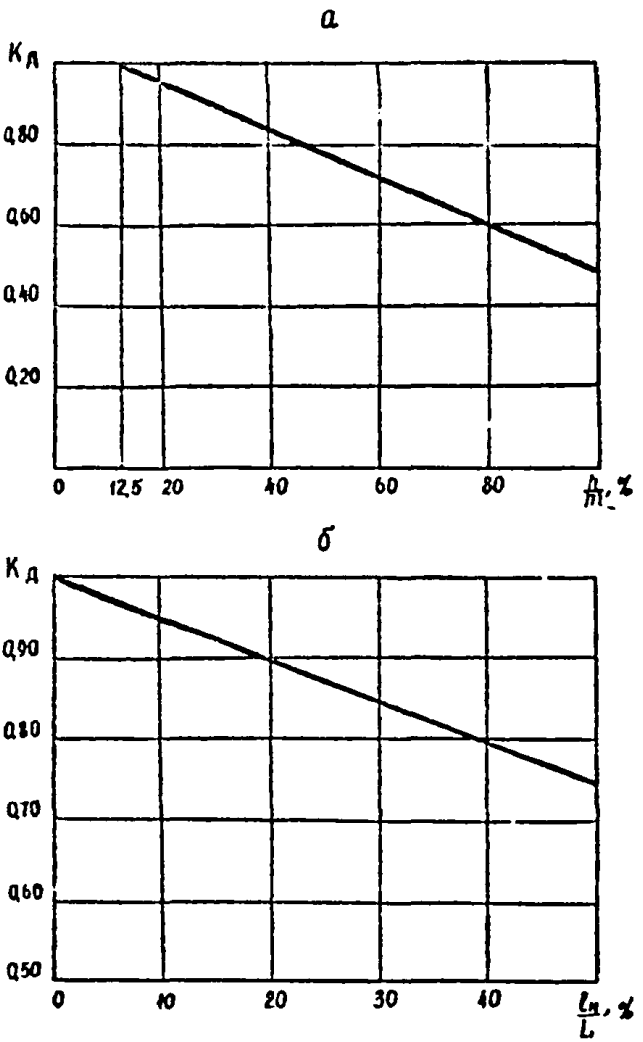


Рис.2. Графики зависимости коэффициента снижения добычи угля ($К_д$) от величины отношения

а – амплитуды нарушения к вынимаемой мощности пласта

б – нарушенной части лавы ко всей её длине ($\frac{l_н}{L}$)

где $K_{Д\frac{h}{m}}$ и $K_{Д\frac{\ell_н}{L}}$ – коэффициенты, учитывающие снижение объемов добычи от величин $\frac{h}{m}$ и $\frac{\ell_н}{L}$.

На рис.2а по оси абсцисс приведены значения отношения $\frac{h}{m}$. В случае отсутствия разрывных нарушений величина отношения $\frac{h}{m}$ = 0. При величине $\frac{h}{m}$ = 1,00, амплитуда нарушения равна вынимаемой мощности пласта. На оси ординат приведены значения коэффициента снижения объема суточной добычи из очистного забоя $K_{Д\frac{h}{m}}$. За верхний предел ($K_Д$=1) приняты фактическая средняя нагрузка конкретная для каждого типа комплексов и достигнутая при работе без нарушения за 1973-1976 гг.

На рис.2б по оси абсцисс приведены значения отношения $\frac{\ell_н}{L}$. При величине отношения $\frac{\ell_н}{L}$ =0, нарушения отсутствуют, при $\frac{\ell_н}{L}$ = =50, половина длины лавы "поражено" нарушением. На оси ординат аналогично рис.2а приведено значение коэффициента снижения добычи ($K_{Д\frac{\ell_н}{L}}$) (см.табл.6).

Таблица 6

Значения показателей очистного забоя при работе без тектонических нарушений

Тип комплексов	Нагрузка на очистной забой		Себестоимость 1т угля, руб. ($K_С$=1,00)
	среднемесячная, тыс.т/мес ($K_Д$=1,00)	среднесуточная тыс.т/сутки ($K_Д$=1,00)	
ОМКТМ, ОКП	30,6	1,22	1,12
КМ-81Э, 3ОКП	33,7	1,35	1,54
КМ-87Э, КМ-87ДН	29,5	1,18	1,47
КМК-97, 1МКМ	15,8	0,63	1,68

Для установления нижнего предела экономически целесообразной области применения механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов определен экономический эффект от внедрения в очистном забое узкозахватного комбайна с механизированной крепью по сравнению с узкозахватным комбайном с индивидуальной крепью. При этом использованы средние значения приведенных затрат достигнутые за 1973-1976 гг. по всем

очистным забоям, не встретившим нарушения и оборудованным узкозахватными комбайнами с индивидуальной и механизированной крепями. Разница между этими значениями составит экономический эффект от внедрения механизированных комплексов ($Э_{мех}$)

$$Э_{мех} = (С_{инд} + Е_н К_{инд}) - (С_{мех} + Е_н К_{мех}), \text{ руб/т} , \quad (3)$$

где $С_{инд}$ и $С_{мех}$ – средние значения себестоимости по очистным забоям встретившим нарушения и оборудованным узкозахватными комбайнами с индивидуальной и механизированной крепями, руб./т ;

$К_{инд}$ и $К_{мех}$ – средние затраты на оборудование очистных забоев оснащенных узкозахватными комбайнами с индивидуальной и механизированной крепями, руб./т ;

$Е_н$ – нормативный коэффициент эффективности, для угольной промышленности установлен равным 0,10 (согласно Отраслевой инструкции).

Определив исходные значения показателей и подставив их в формулу (3) получаем

$$Э_{мех} = (2,02+0,1 \cdot 13,35) - (1,45+0,1 \cdot 13,45) = 0,56 \text{ руб./т.}$$

Следовательно, предел экономически целесообразной области применения механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов составит при увеличении приведенных затрат на 0,56 руб./т.

Зависимость участковой себестоимости от изменения величины отношения $\frac{h}{m}$ для исследуемых типов комплексов характеризуется корреляционными уравнениями вида

$$К_С = 1 + a\frac{h}{m} , \quad (4)$$

где $К_С$ – коэффициент, учитывающий увеличение участковой себестоимости от величины $\frac{h}{m}$;

a – 0,00640; 0,00621; 0,00506 и 0,00676 соответствующие значения коэффициентов при $\frac{h}{m}$ для комплексов ОМКТУ и ОКП, 30КП, КМ-81Э, КМ-87Э, КМ-87ДН, 1МКМ, КМК-97.

Зависимости построены для конкретных величин отношения $\frac{h}{m}$ при постоянном значении $\frac{\ell_м}{L}$ равном 0,25. В среднем для указанных типов комплексов уравнение имеет вид

$$K_{C_{ср}} = I + 0{,}0060I \frac{h}{m} \qquad (5)$$

Графики полученных уравнений по исследуемым типам комплексов приведены на рис.3. На рис.3а на оси ординат нанесены значения коэффициента K_C. За начало отсчета (K_C = I,00) принято среднее значение себестоимости по комплексно-механизированным забоям, не встретившим тектонических нарушений (см. табл.6). Увеличение себестоимости 1т угля по комплексно-механизированному забою ($C_{инд} - C_{мех}$) на 0,57 руб. соответствует значению коэффициента K_C = I,39 (или увеличению себестоимости на 39 %).

Следовательно, увеличение участковой себестоимости из-за разрывной нарушенности в среднем более чем на 39 % приводит к снижению экономической эффективности применения механизированных комплексов по сравнению с эксплуатацией в таких же условиях узкозахватных комбайнов с индивидуальной крепью.

Для установления экономически целесообразной области применения механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов определим нижний предел по объему добычи. Общий вид корреляционных зависимостей влияния величины отношения $\frac{h}{m}$ (при усредненных значениях отношения $\frac{\ell_м}{L}$) на снижение объемов добычи, по исследуемым комплексам, приведен ниже:

$$K_{Д_{\frac{h}{m}}} = I - \ell \frac{h}{m} \quad , \qquad (6)$$

где ℓ – 0,00699; 0,00473; 0,00388 и 0,00784 соответствующие значения коэффициентов при $\frac{h}{m}$ для комплексов ОМКТУ и ОКП, ЗОКП, КМ-81Э, КМ-87Э, КМ-87ДН, 1МКУ, КМК-97.

Графики полученных уравнений для исследуемых типов комплексов приведены на рис.3б. Исходя из рис.3а экономически рациональная граница применения механизированных комплексов находится на пересечении линий, соответствующих значениям $\frac{h}{m}$ = 67 % (или $\frac{h}{m}$ = 0,67) и K_C = I,39 при средних значениях

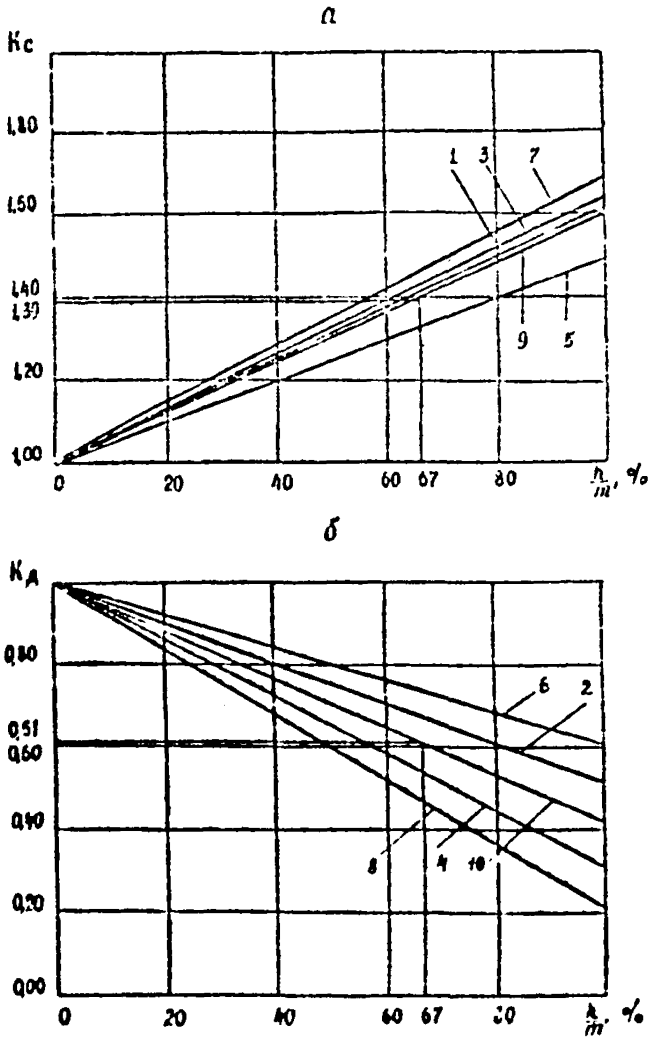


Рис.3.Графики зависимости коэффициентов увеличения себестоимости (а) и снижения объемов добычи по очистному забою (б) от величины отношения амплитуды нарушения к вынимаемой мощности пласта для комплексов типа: 1 и 2 – КМ-81Э, ЗОКП; 3 и 4 – ОКТЧ, ОКП; 5 и 6 – КМ-87Э,КМ-87ДН; 7 и 8 – ГИК1,КМК-97; 9 и 10 средние значения для всех типов комплексов

отношения $\frac{l_{\alpha}}{L}=25\%$ (или $\frac{l_{\alpha}}{L}$ = 0,25). От этой точки на линии абсцисс (см.рис.3б) точку соединяем с осью ординат, где получим значение $K_{Д_{н}}$ = 0,61 (где н - обозначает совместное влияние параметров нарушения). Следовательно, нижняя экономически целесообразная граница снижения нагрузки на механизированный комплекс при переходе тектонических разрывных нарушений составляет в среднем 39 % и более при значениях отношений равных $\frac{h}{m}$ = 67 % и $\frac{l_{\alpha}}{L}$ = 25 %.

Значение коэффициента $K_{Д_{н}}$ ниже уровня 0,61 указывает на то, что разработка нарушенного выемочного поля, при существующих в настоящее время размерах, с применением механизированных комплексов экономически нецелесообразна.

КЛАССИФИКАЦИЯ ШАХТОПЛАСТОВ ПО УРОВНЮ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ

В последние годы при оценке тектонической нарушенности пластов предложены различные показатели, которые не увязывались с объемами добычи угля. В данной Инструкции предложен показатель нарушенности ($П_{н}$) позволяющий учесть степень нарушенности разрабатываемого пласта. $П_{н}$ определяется из отношения количества выявленных мелкоамплитудных нарушений к 10 тыс.т добычи угля или к 10 тыс.т промышленных запасов.

Для установления величины нарушенности, разрабатываемые пласты Карагандинского бассейна, разделены на 3 группы в зависимости от геолого-промышленного районирования шахт:

I группа - шахты Промышленного участка ;

II группа - шахты Саранского и Шаханского участков;

III группа - шахты Чурубай-Нуринского района.

Показатель нарушенности отражает частоту встреч тектонических нарушений горными работами и в связи с этим степень сложности разработки выемочного поля. Данный показатель может быть использован при оценке степени нарушенности при ведении подготовительных и очистных работ. Ниже приводится применение показателя нарушенности при ведении очистных работ. Значение показателя нарушенности по исследуемым груп-

пам шахт приведены в табл.7.

Таблица 7

Значение показателя нарушенности по группам шахт распределенных в зависимости от геолого-промышленного районирования и виде механизации добычи угля

Угленосный участок, район	Очистные забои оборудованные узкозахватными комбайнами	
	Вынимаемая мощность пласта, м	Показатель нарушенности ($П_н$)
с индивидуальной крепью		
Промышленный участок	I,50-I,70	0,073
То же	I,70-3,20	0,145
Сарапский участок	2,20-2,60	0,645
Чурубай-Нуринский район	I,40-I,70	0,169
То же	I,70-2,60	0,386
с механизированной крепью		
Промышленный участок	до I,70	0,041
То же	I,70 и более	0,093
Сарапский и Шаханский участки	до I,70	0,233
То же	I,70 и более	0,141
Чурубай-Нуринский район	до I,70	0,160
То же	I,70 и более	0,130

Как видим, величина показателя нарушенности в одной и той же группе шахт (по виду механизации) и по различным группам неодинаково. Так, значение показателя нарушенности при разработке выемочного поля узкозахватным комбайном с индивидуальной крепью на Сарапском участке в 3,4 раза больше, чем в выемочном поле отрабатываемом комплексом, по Чурубай-Нуринскому району это превышение составляет I,9 раза и на

промышленном участке - 1,6 раза (см.табл.7). Результаты настоящего исследования еще раз подтверждают, что внедрение механизированных комплексов идет по пластам (выемочным полям) с более благоприятными горно-геологическими условиями. Наибольшее значение показателя нарушенности при разработке выемочных полей узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью приходится на шахты Саранского участка - 0,645, который в 1,2 раза больше, чем по шахтам Чурубай-Нуринского района и в 3,0 раза, чем по шахтам Промышленного участка.

Говоря о степени тектонической нарушенности выемочных полей, отрабатываемых механизированными комплексами, необходимо отметить, что комплексы типа КМК-97 и ІМК находятся в более сложных условиях ($П_н$ = 0,337), затем комплексы КМ-81Э, ЗОКП ($П_н$ = 0,160). Один и тот же тип комплекса эксплуатируется в различных участках и районах бассейна в неодинаковых условиях по тектонической нарушенности (см.табл.8).

Таблица 8

Значение коэффициента нарушенности по типам механизированных комплексов эксплуатирующихся в Карагандинском бассейне

Угленосный участок район	Значение $П_н$ по типам комплексов			
	СМКТМ, ОКП	КМ-81Э, ЗОКП	КМК-97, ІМК	КІ-87Э, КМ-87ДН
Промышленный участок	0,092	0,093	-	0,076
Саранский и Шаханский участки	0,187	0,226	0,495	-
Чурубай-Нуринский район	0,130	-	0,180	0,129
В среднем по бассейну	0,136	0,160	0,337	0,102

Так, по комплексам СМКТМ, ОКП показатель нарушенности по группе шахт Промышленного участка составляет 0,09, соответ-

ственно по шахтам Саранского и Шаханского участков и Чурубай-Нуринского района – 0,19 и 0,13. Следовательно, используя $П_н$ можно определять уровень тектонической нарушенности выемочного поля и сопоставлять условия эксплуатации одного и того же типа комплекса по различным угленосным участкам и районам бассейна. Результаты анализа по определению $П_н$ разрабатываемых пластов бассейна приведено в табл.9.

Таблица 9

Значения показателя нарушенности по разрабатываемым пластам Карагандинского бассейна

Промышленный участок				Саранский и Шаханский участки		Чурубай-Нуринский район	
Индекс пласта	Значение $П_н$	Индекс пласта	Значение $П_н$	Индекс пласта	Значение $П_н$	Индекс пласта	Значение $П_н$
k_{18}	0,066	k_4	0,251	k_{12}	0,251	k_{13}	0,310
k_{14}	0,042	k_3	0,157	k_{10}	0,924	k_{11}	0,144
k_{13}	0,154	k_2	0,079	k_7	0,588	d_6	0,268
k_{12}	0,081	k_1	0,288	k_2	0,332	d_5	0,142
k_{10}	0,041	a_7	0,188	d_7	0,827	d_2	0,575
k_7	0,160	a_5	0,986	d_6	0,336	d_1	0,251

Зная величину показателя нарушенности по каждому разрабатываемому пласту можно оценить степень сложности разработки того или иного шахтопласта по различным участкам (районам) бассейна. Рассматривая значение $П_н$ по таблице 9 отмечаем, что наиболее нарушены пласты k_{10} и k_7 на Саранском участке и d_7 на Шаханском участке. Особенно выделяется пласт k_{10} ($П_н$ = 0,924), при отработке которого встречались в основном (95,0 %) разрывные нарушения с амплитудой смещения до 1,5 м.

Наиболее нарушенным на Промышленном участке является

пласт d_5 с величиной $П_н$ = 0,986. Очистные работы по этому пласту ведутся узкозахватными комбайнами с индивидуальной металлической крепью и разрывные нарушения в основном (98,0 %) встречены с амплитудой смещения до 2 м.

В Чурубай-Нуринском районе наиболее нарушены пласты d_2 и k_{13}. Как видно, из табл.9 разрабатываемые пласты Саранского и Шаханского участков и Чурубай-Нуринского района более нарушены. Следует также отметить, что степень нарушенности одного и того же пласта резко изменчива в пределах значительной площади. Один и тот же угольный пласт, разрабатываемый в разных районах и участках Карагандинского бассейна имеет неодинаковую степень нарушенности. Так, например, значение $П_н$ по пласту k_{10} Саранского участка составляет 0,924 и в 22 раза больше, чем значение по этому же пласту на шахтах Промышленного участка, по пласту k_7 превышение соответственно составило 3,5 раза.

Учитывая данные табл.7 и 9 можно систематизировать пласты разрабатываемые в бассейне по группам в зависимости от уровня показателя нарушенности:

I – слабо нарушенные ($П_н$ = 0,001 – 0,25) ;
II – средне нарушенные ($П_н$ = 0,251 – 0,50) ;
III – сильно нарушенные ($П_н$ = 0,501 – 0,75) ;
IУ – очень сильно нарушенные ($П_н$ = 0,751 – 1,00).

Результаты проведенных исследований позволяют предложить классификацию разрабатываемых пластов в зависимости от уровня их нарушенности и от геолого-промышленного районирования шахт (см.табл.10).

Если принять уровень тектонической нарушенности шахт Промышленного участка за 1, то уровень $П_н$ по шахтам Чурубай-Нуринского района составит 1,10, по шахтам Саранского и Шаханского участков 2,11. Из табл.10 видно, что в среднем 25,0 % всех разрабатываемых пластов в бассейне относятся к III и IУ-ой группам нарушенности, т.е. к сильно нарушенным и очень сильно нарушенным, в том числе по Промышленному участку – 16,6 %, по Чурубай-Нуринскому району – 16,7 %, по Саранскому и Шаханскому участкам – 50,0 %.

Классификация шахтопластов Карагандинского бассейна по уровню мелкоамплитудной нарушенности

Таблица 15

Группа разрабатываемых пластов по уровню $П_н$	Промышленный участок			Сарканский и Шаханский участки			Чурубай-Нуринский район			Карагандинский бассейн		
	Индекс пласта в группе	Удельный вес пластов, %	Среднее значение $П_н$ по группе	Индекс пласта в группе	Удельный вес пластов, %	Среднее значение $П_н$ по группе	Индекс пласта в группе	Удельный вес пластов, %	Среднее значение $П_н$ по группе	Индекс пласта в группе	Удельный вес пластов, %	Среднее значение $П_н$ по группе
0,001-0,25	k_{10}-k_{14} k_2, k_3 k_7, a_7	66,7	0,113	-	-	-	k_{11}, d_5	33,3	0,143	k_7-k_{14}, k_2, k_3 a_7, d_5	41,7	0,119*)
0,251-0,50	k_4, k_1	16,7	0,270	k_{12}, k_2 d_6	50,0	0,306	k_{13}, d_6 d_1	50,0	0,276	k_{12}, k_{13} k_4, k_2 k_1 d_6, d_1	33,3	0,286*)
0,501-0,75	k_{18}	8,3	0,666	k_7	16,7	0,588	d_2	16,7	0,575	$k_{18}, k_7 d_2$	12,5	0,610*)
0,751-1,00	a_5	8,3	0,986	k_{10}, d_7	33,3	0,875	-	-	-	$k_{10} a_5, d_7$	12,5	0,912*
0,001-1,00	12	100,0	0,258*)	6	100,0	0,544*)	6	100,0	0,282*)	24	100,0	0,335*)

*) средневзвешенные значения по числу пластов в группе

МЕТОД УЧЕТА ТЕКТОНИЧЕСКОЙ НАРУШЕННОСТИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ И ТЕКУЩЕМ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Для установления научно-обоснованного уровня технико-экономических показателей очистных работ геологическая служба должна своевременно (к началу разработки плана) представлять в плановый отдел шахты сведения о тектонической нарушенности пласта в виде данных о количестве нарушений и их параметрах (амплитуде, углу и протяженности), которые предполагаются к встрече лавой в планируемый период. При встрече очистным забоем одного нарушения в течении месяца планируемые значения показателей, рассчитанные на работу без нарушений, должны быть скорректированы на величину снижения в зависимости от параметров нарушения. С этой целью полученные уравнения множественной регрессии (см.табл.4), а также парные уравнения зависимостей:

$$С = f\,(Д) \quad и \quad П = f\,(Д)$$

приведенные в табл.5, рекомендуется для практического использования при производстве очистных работ, т.е при оперативном и текущем планировании их показателей. С целью упрощения и удобства использования полученных формул разработаны номограммы, устанавливающие уровень показателей очистного забоя в зависимости от уровня нарушенности пласта при различных величинах линии очистного забоя (см.приложение)

В приложении, например, приведена номограмма 9 для определения нагрузки на механизированные комплексы типов ОМКТМ, [illegible], 30КП и КМ-81З в зависимости от величины отношения $\frac{h}{m}$. При условии $\frac{h}{m} = 0{,}0$ тектонические нарушения в течение планируемого периода не будут встречены, при $\frac{h}{m} = 1{,}0$ - амплитуда предполагаемого к встрече нарушения равна вынимаемой мощности пласта. Как видим, с увеличением $\frac{h}{m}$ нагрузка на очистной забой снижается значительно. При величине линии очистного забоя равного 120 м и при изменении $\frac{h}{m}$ от 0,0 до

I,0 нагрузка на забой снижается с 33,5 до 23,5 тыс.т или на 33,8 %. Условные штриховые линии (оверху и снизу) определяют область влияния отношения $\frac{l_н}{L}$. Для определения "чистого" влияния $\frac{l_н}{L}$ были установлены зависимости основных показателей очистных работ от ее величины. В табл.II представлены значения коэффициентов, позволяющих учитывать "чистое" влияние отношения $\frac{l_н}{L}$ на уровень: нагрузки на очистной забой (Д), себестоимости 1т угля (С) и производительности труда рабочих (П).

Таблица II

Значение коэффициентов, учитывающих влияние угла и протяженности нарушения на показатели очистного забоя

Величина отношения $\frac{l_н}{L}$	Значение коэффициента		
	К $\frac{l_н}{L}$ (Д)	К $\frac{l_н}{L}$ (П)	К $\frac{l_н}{L}$ (С)
0,05	I,I00	I,052	0,968
0,I0	I,075	I,039	0,976
0,I5	I,050	I,026	0,984
0,20	I,025	I,0I3	0,992
0,25	I,000	I,000	I,000
0,30	0,975	0,987	I,008
0,35	0,950	0,974	I,0I6
0,40	0,925	0,96I	I,024
0,45	0,900	0,948	I,032
0,50	0,875	0,935	I,040

Корректирующие коэффициенты приведены до величины отношения $\frac{l_н}{L}$ = 0,50, т.е. при "поражении" разрывным нарушением половины общей длины лавы. Обычно в таких случаях даже при незначительных амплитудах смещения пласта не обеспечивается ритмичная работа очистного забоя.

Основываясь на полученных результатах исследования проведем расчет технико-экономических показателей очистного забоя встретившего разрывное нарушение. Для примера принят типичный случай перехода разрывного нарушения мехкомплексом КМ-81Э по пласту d_6. Месячные показатели по очистному забою следующие:

нагрузка на очистной забой – 27,8 тыс.т ;
себестоимость 1т угля – 1,45 руб. ;
производительность труда рабочего – 408,9 т.

Параметры очистного забоя следующие:
линия очистного забоя – 100 м ;
вынимаемая мощность пласта – 3,10 м.

Параметры разрывного нарушения:
амплитуда смещения пласта – 0,50 м ;
протяженность нарушения – 60 м ;
угол встречи нарушения с линией забоя – 40^0.

Во всех расчетах участвуют величины отношений $\frac{\ell_н}{L}$ и $\frac{h}{m}$, поэтому предварительно определим их значения с учетом параметров разрывного нарушения:

$$\frac{h}{m} = \frac{0,50}{3,10} = 0,16 \; ; \qquad \frac{\ell_н}{L} = \frac{60 \cdot \cos 40^0}{100} = 0,46.$$

Используя номограмму 9 приложения, с учетом приведенных параметров лавы, месячная добыча из очистного забоя в случае не встречи нарушения составила бы 36,0 тыс.т. При ее корректировке на значения величины амплитуды разрывного нарушения $\frac{h}{m}$ и линии очистного забоя получаем добычу равную 30,0 тыс.т в месяц. Далее, эту величину добычи – 30,0 тыс.т корректируем на величину отношения $\frac{\ell_н}{L}$ (из табл.II) и получаем результат – 27 тыс.т. Аналогичным образом устанавливаем значения показателей себестоимости 1т угля и производительности труда рабочих по очистному забою (по номогр.10 и по табл. II), которые составляют соответственно 1,42 руб. и 390 т/мес.

Данные номограмм дают возможность работникам плановых отделов шахт показатели очистного забоя, рассчитанные на работу без нарушения, корректировать в сторону их снижения в

зависимости от параметров нарушения и лавы.

Планируемый месячный объем добычи угля из очистного забоя, при разработке нарушенных пластов, определяется из выражения:

$$Д_{план.н} = Д_{план.б.н} \cdot К_{Д_н} \text{ , тыс.т/мес ,} \qquad (7)$$

где $Д_{план.н}$ и $Д_{план.б.н}$ – планируемые объемы добычи угля с учетом нарушений и без нарушений, тыс.т/мес.

Когда в планируемом периоде намечается к отработке несколько разрывных нарушений, то для их оценки необходимы единые параметры. Если одно из нарушений имеет значение отношения $\frac{h}{m} \leq 12{,}5$ %, то влияние этого параметра нарушения не учитывается. В данном случае к учету принимается влияние угла встречи его с линией очистного забоя и протяженности нарушения ($\frac{\ell_н}{L} \frac{h}{m}$). В остальных случаях берется среднее значение отношения $\frac{h}{m}$ по всем нарушениям, намечаемых к отработке в планируемом месяце:

$$К_{Д(\frac{h}{m})} = \frac{\sum_{i}^{k} К_{\frac{h}{m}i}}{n}, \qquad (8)$$

при $\frac{h}{m} > 12{,}5$ или $\frac{h}{m} = 0{,}13$

где i -1,2,... – индекс, обозначающий, что данный параметр нарушения последовательно относится к каждому из рассматриваемых нарушений.

Другой параметр нарушения – протяженность по длине нарушенной части лавы, который также учитывает и угол встречи нарушения с линией очистного забоя определяется как сумма всех длин нарушений встреченных лавой в течение месяца:

$$К_{Д(\frac{\ell_н}{L})} = \sum_{i}^{k} \ell_{н_i} \cdot H, \qquad (9)$$

где H – разрывное нарушение.

Следовательно, по всем разрывным нарушениям, планируемых к переходу очистным забоем в течение месяца, коэффициент $K_{Д\ Н}$ должен быть равен произведению:

$$\Sigma K_{Д_Н} = K_{Д(\frac{h}{m})} \cdot K_{Д(\frac{l_\alpha}{L})} \geq 0{,}61 . \qquad (10)$$

Далее расчеты производятся как и при встрече одного разрывного нарушения. Следует отметить, что при определении коэффициентов снижения показателей очистного забоя от параметров разрывного нарушения прежде всего следует учитывать величину амплитуды смещения пласта, так как нейтрализовать влияние этого параметра нарушения практически не представляется возможным. Угол встречи нарушения с линией очистного забоя можно изменить, предварительно развернув лаву под более благоприятный угол для перехода нарушения.

Таким образом, приведенные расчетные формулы и номограммы позволят учесть при текущем и оперативном планировании влияние степени нарушенности угольного пласта на уровень экономических показателей очистных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

I. Вареха К.П. Тектоническая нарушенность шахтопластов на Саранском участке Карагандинского бассейна.-"Технология добычи угля подземным способом", 1969, № II-I2, с.II7-I20.

2. Воронков А.И., Перегудов М.А., Знаменский А.М. Руководство по геологическому обслуживанию действующих и строящихся шахт Карагандинского бассейна. М., "Недра", 1969. 341 с. с ил.

3. Инструкция по работам геологической службы на шахтах и разрезах Министерство угольной промышленности СССР. М., МУП СССР, 1973. 36 с.

4. Костылицев А.А. О тектоническом районировании Карагандинского бассейна. Караганда, "Труды химико-металлургического института АН Казахской ССР", 1972, с.32-38.

5. Машины и комплексы оборудования для очистных и горно-проходческих работ. Каталог-справочник. М., ЦНИЭИуголь, 1975. 188 с. с ил.

6. Мукушев М.М., Ходжаев Р.Е., Тен Н.В. Влияние тектонической нарушенности мощных пластов на эффективность выемки механизированными комплексами. - "Уголь", 1977, № 5, с.16-20. с ил.

7. Нелинейная корреляция и регрессия. Киев, "Техника", 1971. 215 с. с ил. Авт.С.Н.Волобельская, А.И.Килин, С.А.Кудин, В.Б.Сивый.

8. Нелькин А.Ф. Выявление и прогнозирование разрывных нарушений с помощью горных выработок на действующих шахтах Карагандинского бассейна. - "Уголь", 1974, № I, с.60-6I.

9. Основные положения применения механизированных комплексов в очистных забоях угольных шахт. М., ИГД им.А.А.Скочинского, 1973. с.8.

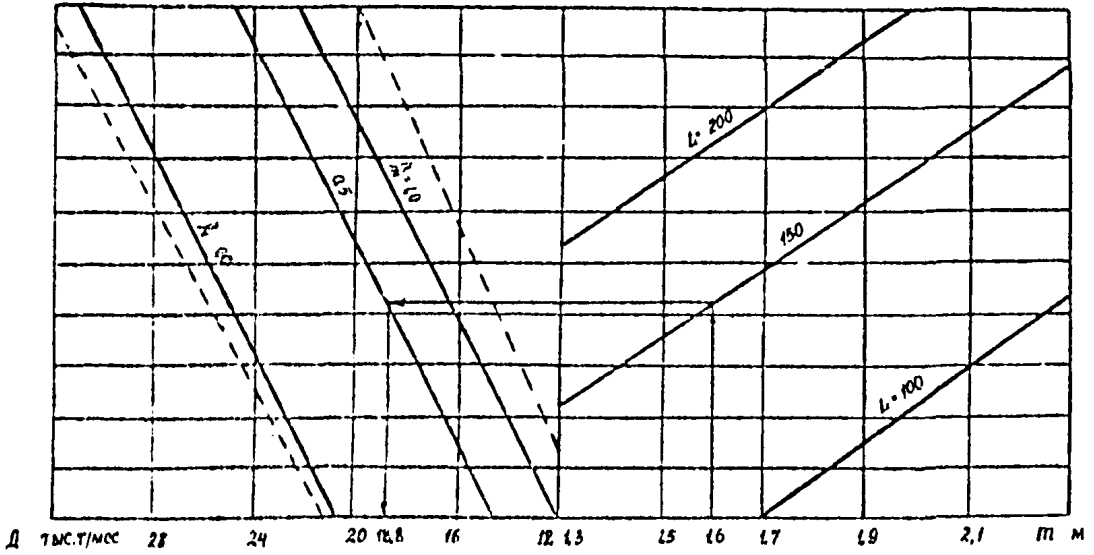
I0. Разработать методику прогнозирования разрывных нарушений в пределах выемочных участков для шахт Карагандинского бассейна. Л., Отчет ВНИМИ, 1974. 83 с. с ил.

II. Худин Ю.Л., Ходжаев Р.Е. Применение механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов Карагандинского [illegible]. М., ЦНИЭИуголь, 1975. 25с. с ил.

П Р И Л О Ж Е Н И Е

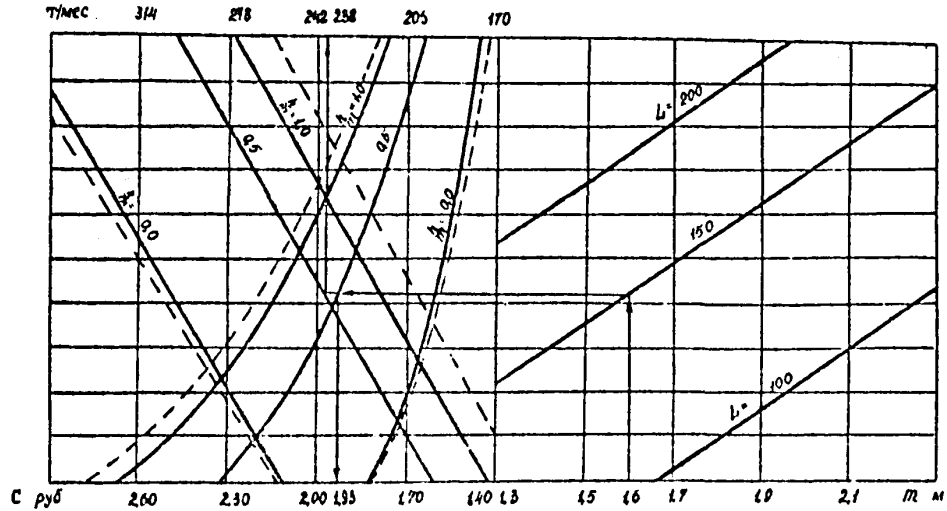
Номограмма I

для определения нагрузки (Д) на комплексы типа КМ-87Э, КМ-87ДН



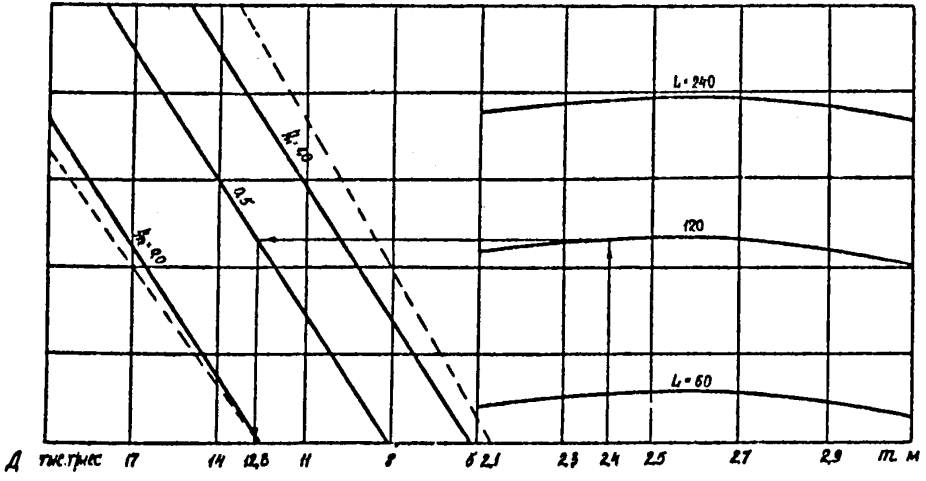
Номограмма 2

для определения себестоимости 1т угля (С) и производительности труда рабочего (П) по комплексам типа КМ-87Э, КМ-87ДН



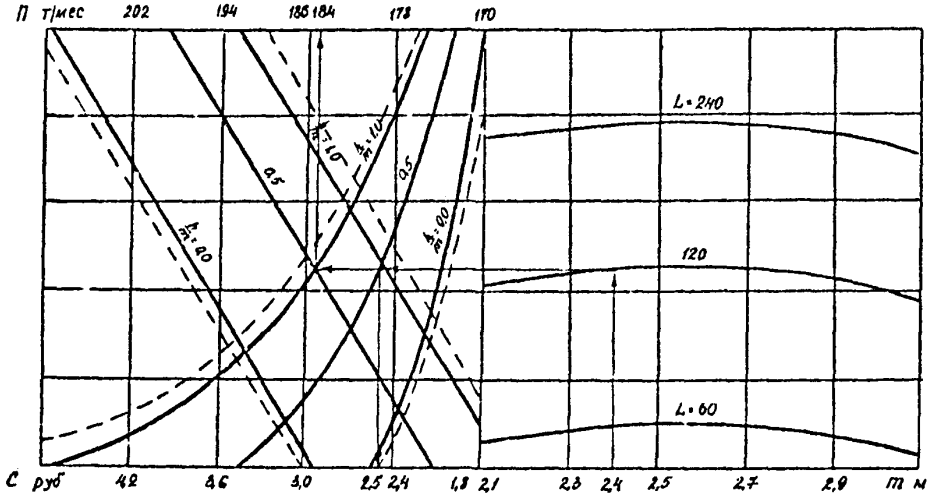
Номограмма 3

для определения нагрузки на очистные забои шахт Сарапского участка, оборудованные узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью



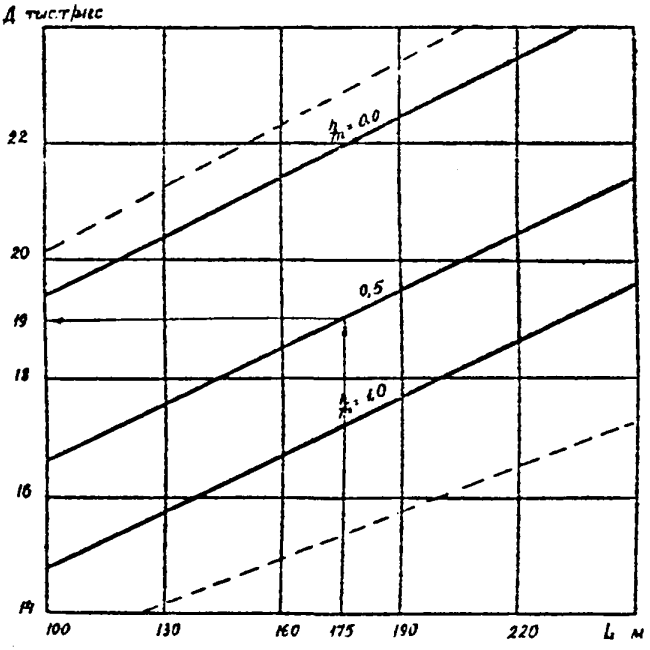
Номограмма 4

для определения себестоимости 1т угля и производительности труда рабочего по очистным забоям шахт Саранского участка, оборудованным узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью



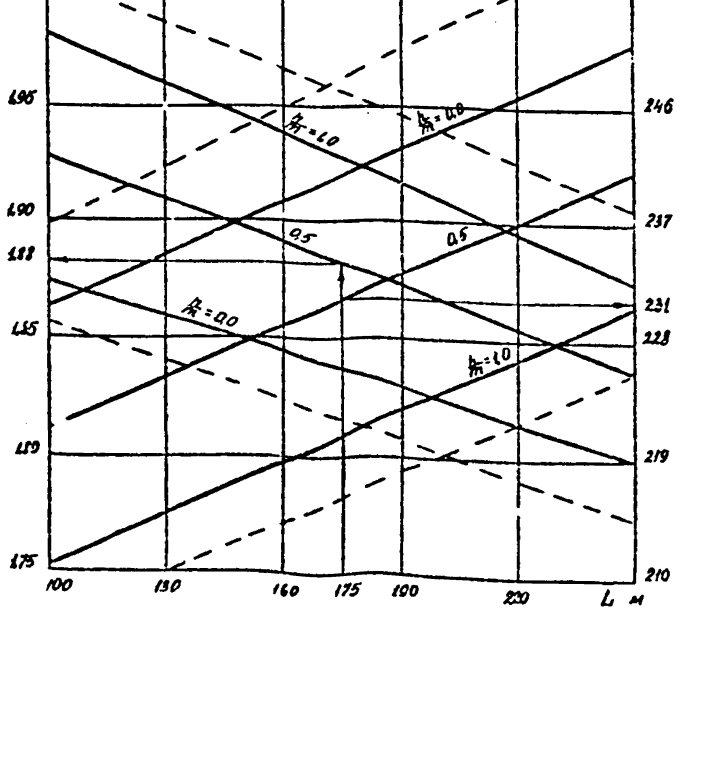
Номограмма 5

для определения нагрузки на очистные забои шахт Промышленного участка (m = 1,8-2,0 м), оборудованные узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью



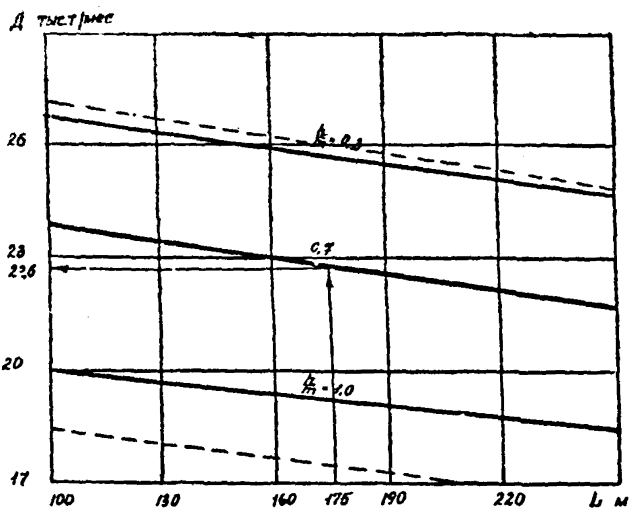
Номограмма 6

для определения себестоимости 1т угля и производительности труда рабочего по забоям шахт Промышленного участка (γz =1,8-2,0м), оборудованным узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью



Номограмма 7

для определения нагрузки на очистные забои шахт Промышленного участка (m=2,8-3,0м), оборудованных узкозахватными комбайнами с индивидуальной крепью

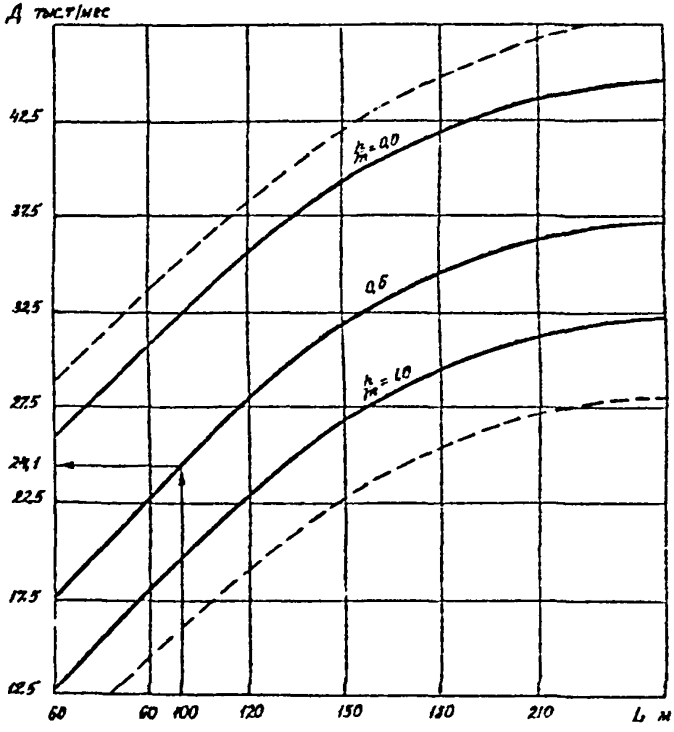


ли его резко ухудшаются по сравнению с соответствующими показателями при работе без нарушений.

Следовательно, ухудшение горно-геологических условий разработки пластов в Карагандинском бассейне требует решения задачи по экономической оценке их влияния на производство очистных работ. Наряду с этим возникает необходимость в разработке рекомендаций и предложений по обеспечению ритмичности работы шахт (очистных забоев), при ухудшении горно-геологических условий, для успешного выполнения запланированных на 10-ю пятилетку темпов роста добычи угля, производительности труда и других технико-экономических показателей.

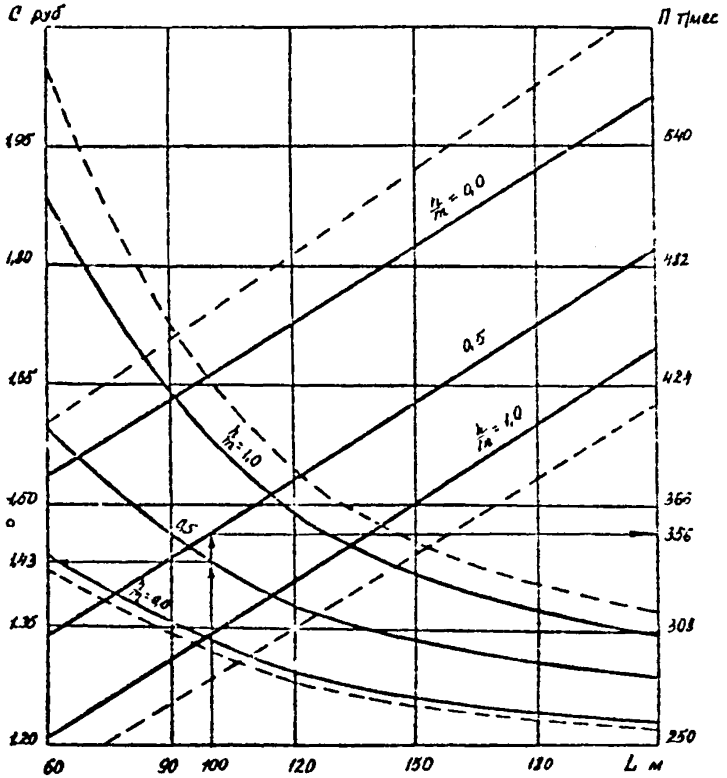
Номограмма 9

для определения нагрузки на комплексы типа ОМКТМ, ОКП, ЗОКП, КМ-813



Номограмма 10

для определения себестоимости 1т угля и производительности труда рабочего на комплексы типа ОМКТМ, ОКП, 30КП, КМ-81Э



О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение	3
Краткая характеристика тектоники шахтных полей Карагандинского бассейна	6
Оценка влияния тектонической нарушенности разрабатываемого пласта на технико-экономические показатели очистного забоя	II
Определение экономически целесообразной области применения механизированных комплексов при разработке нарушенных пластов	22
Классификация шахтопластов по уровню мелкоамплитудной тектонической нарушенности	30
Метод учета тектонической нарушенности при оперативном и текущем планировании производства очистных работ	36
Список литературы	4I
Приложение	45

Ходжаев Равиль Шарипович

ИНСТРУКЦИЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЧЕТА ВЛИЯНИЯ
ТЕКТОНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
НА ВЕДЕНИЕ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

55

Ротапринт ДНТИ. Зак. 1737. Тир. 250.

gost.e-ecolog.ru