

6
А 66

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

Р. М. У.

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Горный инженер В. Д. ПОСЫЛЬНЫЙ

**И С С Л Е Д О В А Н И Е
В Л И Я Н И Я Г О Р Н О - Г Е О Л О Г И Ч Е С К И Х
И Г О Р Н О Т Е Х Н И Ч Е С К И Х Ф А К Т О Р О В
Н А Н А Д Е Ж Н О С Т Ъ П Р О И З В О Д С Т В Е Н Н Ы Х
П Р О Ц Е С С О В В Л А В А Х , О Б О Р У Д О В А Н Н Ы Х
С Т Р У Г О В Ы М И У С Т А Н О В К А М И**

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Министерство высшего и среднего специального образования СССР
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

Горный инженер В.Д. Посыльный

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И
ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАВАХ, ОБОРУ-
ДОВАННЫХ СТРУГОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

(Применительно к условиям шахт комбинатов
"Ростовуголь" и "Туковуголь")

Специальность 05.811 - "Подземная разработка и эксплу-
атация угольных, рудных и нерудных месторождений"

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Москва - 1971.



В В Е Д Е Н И Е

XXIV съезд КПСС поставил большую задачу перед угольной промышленностью СССР по увеличению объема производства на базе технического перевооружения с использованием современных достижений науки и техники, повышению производительности труда и улучшению качества добываемого топлива.

Коммунистическая партия и Советское правительство всегда придавали большое значение угольной промышленности как основной сырьевой базе народного хозяйства страны.

В связи с этим совершенствование технологии угледобычи в очистных забоях угольных шахт, как одного из самых тяжелых и трудоемких процессов является весьма важной задачей.

Среди множества новых машин и механизмов, внедряемых в очистных забоях, особое место занимают установки для струговой выемки угля. Являясь относительно новым способом выемки угля в отечественной угольной промышленности, струговая выемка показала значительные преимущества по сравнению с другими видами механизации.

В лавах, оборудованных струговыми установками УСЕ-2м на шахтах комбината Ростовуголь, нагрузка на забой по сравнению с широкозахватными комбайнами была увеличена в среднем на 43%, производительность труда рабочего очистного забоя — на 30%, себестоимость одной тонны угля снижена на 15-19%.

Помимо высоких технико-экономических показателей, струговая выемка угля имеет и другие основные достоинства.

Следует отметить труд советских ученых, внесших большой вклад в развитие технологии и комплексной механизации и автоматизации производственных процессов угольных шахт: А.А.Скочинского, А.М.Терпигорева, Л.Д.Шевякова, Н.В.Мельникова, А.О.Спиваковского, А.С.Бурчакова, А.И.Берона, Л.И.Барона, А.В.Докукина, П.Н.Демидова, А.С.Кузьмича, Е.В.Позина, М.М.Протодьяконова, В.И.Солода, А.В.Топчиева, А.К.Харченко, В.Н.Хо-

рина и многих других.

Развитию струговой выемки угля способствовал большой вклад ученых А.В.Докукина, А.В.Топчиева, В.И.Солода, В.И.Хорина, Ю.Д.Красникова, А.Д.Игнатьева, А.П.Лобылева, В.А.Харченко и многих других.

Работники производства Н.П.Назаренко, М.В.Морозов, И.В.Савченко, М.П.Чих, В.И.Щебетовский и другие сыграли большую роль в освоении и усовершенствовании техники и технологии струговой выемки угля.

Несмотря на большие преимущества струговой выемки угля перед другими видами механизации, все же она не получила пока должного объема применения на шахтах СССР и в частности в комбинатах „Ростовуголь“ и „Гуковуголь“.

Объясняется это прежде всего недостаточным техническим уровнем создаваемых средств струговой выемки и несовершенством освоения технологии работ в целом.

В связи с этим возникает необходимость наряду с совершенствованием и созданием новых, более производительных средств струговой выемки угля, исследовать влияние горно-геологических и горно-технических условий и факторов на надежность производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками. Такому исследованию и посвящена настоящая работа.

Исследования проводились на основе фактических данных работы струговых лав комбинатов „Ростовуголь“ и „Гуковуголь“ и включают в себя три взаимосвязанных направления:

1. Исследование влияния горно-геологических и горно-технических факторов на надежность производственных процессов в струговых лавах.

2. Исследование влияния простоев струговых лав на устойчивость функционирования производственных процессов как основной критерий надежности.

3. Анализ результатов исследований и разработка рекомендаций по повышению уровня надежности и расширению области эффективного применения струговой выемки.

Многие научно-исследовательские, проектно-конструкторские институты, а также ученые и специалисты горного дела проводили работы в области исследования надежности горно-шахтного оборудования. Много внимания было уделено вопросам надежности машин, осуществляющих выемку угля в очистных забоях, в том числе струговым установкам различных типов и конструкций. В результате исследований разработаны критерии надежности горных машин.

Анализ состояния надежности производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками в комбинатах „Ростовуголь“ и „Гуковуголь“ показывает большую неравномерность работы струговых лав не только в различных горно-геологических и горно-технических условиях, но и в совершенно одинаковых условиях.

Установлено, что нагрузка на лаву, скорость подвигания ее забоя, вынута площадь, производительность труда и себестоимость, а также другие показатели имеют большую дисперсию.

Влияние горно-геологических факторов (мощности пласта, угла падения, кливажа и др.) на работу струговых лав велико. Не меньшее значение имеют и вопросы правильной организации труда в струговых лавах.

Полученные автором коэффициенты неравномерности работы лав, превышающие 2,0, свидетельствуют о наличии больших возможностей увеличения нагрузки струговых лав. Опыт работы лучших бригад в струговых лавах также свидетельствует о возможности достижения высоких технико-экономических показателей, значительно превышающих показатели работы лав с другими видами механизации.

У исследователей, занимающихся вопросами эффективности работы очистных забоев со струговой выемкой угля, нет единого мнения в отношении критерия эффективности и методологии его определения.

Целью диссертационной работы является определение на основании фактических данных работы струговых лав за последние 7 лет влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на надежность их работы для достижения устойчивой работы лав, при которой фактическая нагрузка в течение всего периода отработки столба будет равна или более плановой.

В качестве критерия надежности работы струговых лав предлагается считать соблюдение условия равенства или превышения фактической нагрузки лавы значения плановой.

Г Л А В А П

Методика и методы исследования надежности производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками

Восточная часть Донецкого угольного бассейна находится в Ростовской области. Все угольные шахты области объединены в 2 комбината МУП СССР - „Ростовуголь“ и „Гуковуголь“. Струговые лавы шахт этих комбинатов и являются объектом исследования влияния горно-геологических и горнотехнических факторов на надежность производственных процессов в них.

Количество лав, оборудованных струговыми установками, и распределение добытого угля по маркам показано в табл. I

Т а б л и ц а I

Марка угля	Число лав	% от общего количества лав
А	82	87,3
ОС	2	2,1
КЖ	8	8,5
К	2	2,1
Итого:	94	100

Разрабатываемые угольные пласты имеют сложную структуру со значительным количеством породных прослоек, а также включениями колчедана и кварца в виде линз.

Для антрацитовых пластов бассейна характерна большая крепость и вязкость угля.

В лавах, оборудованных струговыми установками, за исследуемый период вынимаемая мощность угольных пластов колебалась в диапазоне от 0,6 до 1,7 м.

Струговые лавы по углам падения пластов распределяются от 0 до 22°.

Кровли пластов по типу пород распределяются следующим образом: глинистые сланцы - 66,0%, песчаные сланцы - 17,0%, песчаники - 11,0%, известняки - 6,0%.

Почва лав, оборудованных струговыми установками, состоит в основном из крепких глинистых и песчаных сланцев (76%) и реже из песчаников (24%). Крепость пород почвы значительно выше крепости угля, что способствует созданию условий для струговой выемки.

Величина отжима угля колеблется в пределах 0,2-0,5 м.

Управление кровлей в струговых лавах осуществляется способом полного обрушения на специальную крепь ОКУ или усиленный ряд металлических стоек.

При исследовании и изучении явлений и закономерностей в горном деле в последние годы широкое распространение получил метод теории корреляции. В данной работе этот метод положен в основу при определении форм связи рассматриваемых признаков - факториальных и результативных.

Используемый в работе материал работы струговых лав по II85 лаво-месяцам отличается значительной дисперсией (рассеянием) технико-экономических показателей и параметров.

При обработке и использовании статистических данных работы всех струговых лав в комбинатах „Ростовуголь“ и „Гуковуголь“ за период с 1963 по 1970 г. для научных и практических выводов вскрыто изменение в среднем одного признака с изменением другого, т.е. найдены уравнения связи и значения коэффициентов корреляции и корреляционные отношения, определяющие степень влияния одного признака на другой.

Научно обобщив опыт практики с помощью методов математической статистики, автору удалось выявить присущие работе струговых лав шахт Восточного Донбасса закономерности, выяс-

нить связь многих результативных признаков, характеризующих надежность работы струговых лав, со многими факториальными.

Используя данные хронометражных наблюдений по струговым лавам в течение 786 смен, была исследована их работа в различных горно-геологических и горнотехнических условиях. Выборочным методом было определено время производительной и основной работы струговых лав, перерывов и простоев по разным причинам; исследовано влияние ряда геологических и технических факторов на работу лав и сделано сравнение данных, полученных теоретическим путем (методом корреляционного анализа) с данными хронометражных наблюдений.

Г Л А В А Ш

Исследование влияния горно-геологических факторов на надежность производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками

Методом корреляционного анализа по данным работы 1185 лаво-месяцев исследовалось влияние угла падения пласта на среднесуточную площадь выемки пласта, себестоимость 1 т добытого угля и производительность труда рабочего по лаве.

В работе установлены корреляционные зависимости этих показателей, которые описываются уравнениями параболы 2-го порядка:

а) среднесуточная добыча угля из лавы (нагрузка на лаву)
 $A = -6,56 + 138\alpha - 7,11\alpha^2$, т $\eta = 0,365$;

б) среднесуточное подвигание лавы
 $\Pi = 1,43 + 0,138\alpha - 0,01\alpha^2$, м/сут $\eta = 0,51$;

в) среднесуточная вынутая площадь
 $S = 244,05 + 17,54\alpha - 1,092\alpha^2$, м²/сут $\eta = 0,3$;

г) производительность труда рабочего по лаве
 $P = 11,1 + 0,17\alpha - 0,013\alpha^2$, т/вых $\eta = 0,3$;

д) себестоимость 1 т добытого из лавы угля
 $C = 4,55 - 0,358\alpha + 0,0151\alpha^2$, руб $\eta = 0,44$;

Полученные парные зависимости позволяют утверждать следующее:

1. Наиболее выгодная область применения струговых установок в условиях шахт комбинатов "Ростовуголь" и "Гуковуголь" по углу падения пласта при прочих равных условиях находится в пределах от 6 до 12°.

2. Влияние угла падения пласта на работу струговых лав значительно, но не является единственным фактором.

3. Выводы получены на основе фактической работы струговых лав при углах падения от 8 до 23°. При этом число лав с углами падения пласта 8° и 23° невелико (10 из 1185), поэтому будет вернее считать диапазон работы лав в пределах от 5 до 22°.

4. Отрицательными факторами, влияющими на работу струговых установок при углах падения пласта менее 6°, следует считать неровность почвы и обводненность лав, ухудшающих работу конвейера; при углах падения свыше 12° - уменьшение прижимного усилия струга к пласту угля.

Методами математической статистики автором установлены корреляционные зависимости от мощности разрабатываемых пластов m нагрузки на лаву A , вынута площади S , подвигания Π , производительности труда P и себестоимости C .

Все теоретические линии регрессии выражены в виде параболической зависимости:

1) Нагрузка на лаву
 $A = -1180 + 2620m - 902m^2$, т/сут. $\eta = 0,67$;

2) Среднесуточная вынутая площадь
 $S = -273 + 998m - 413m^2$, м²/сут. $\eta = 0,47$;

3) Среднесуточное подвигание
 $\Pi = -0,53 + 5,03m - 2,48m^2$, м/сут. $\eta = 0,5$;

4) Производительность труда рабочего по лаве
 $P = -3,0 + 21m - 7,04m^2$, т/вых. $\eta = 0,44$;

5) Себестоимость 1 т добытого угля из лавы
 $C = 7,05 - 8,1m + 3,46m^2$, руб. $\eta = 0,38$;

В рассматриваемом диапазоне мощности разрабатываемых струговыми установками угольных пластов от 0,6 до 1,7 м можно следующим образом охарактеризовать эти зависимости:

1. С увеличением мощности пласта от 0,6 до 1,25 м нагрузка на лаву возрастает с 200 до 700 т. При большей мощ-

ности пласта нагрузка на лаву остается на стабильном уровне или несколько падает.

2. Средняя производительность труда рабочего по лаве с увеличением мощности пласта до 1,8 м увеличивается с 8 до 12,5 т/вых, при большей мощности относительно стабилизируется.

3. Лучшие показатели работы струговых лав по подвиганию достигнуты при $m = 0,9 - 1,1$ м.

4. Минимальные затраты на 1 т добываемого угля из лавы (зависимость С от m) достигнуты при мощности пласта 1,2 м.

Методом корреляционного анализа установлены следующие зависимости от глубины разработки H показателей надежности работы струговых лав:

1. Нагрузка на лаву

$$A = 2I + 1,68H - 0,0008H^2, \text{ т/сут}; \quad \eta = 0,354;$$

2. Площадь выемки

$$S = -158,7 + 1,69H - 0,00145H^2, \text{ м}^2/\text{сут}; \quad \eta = 0,548;$$

3. Подвигание

$$П = -0,564 + 0,00892H - 0,00000829H^2, \text{ м/сут}; \quad \eta = 0,6;$$

4. Производительность труда рабочего по лаве

$$P = -1,88 + 0,046H - 0,0000384H^2, \text{ т/вых}; \quad \eta = 0,6;$$

Парные зависимости дают возможность сделать вывод, что глубина разработки до 600 м не сказывается отрицательно на показателях работы струговых лав. С увеличением глубины (за счет увеличения затрат на поддержание горных выработок в связи с увеличением горного давления, увеличения метанообильности и температуры воздуха и т.д.) ухудшается надежность работы струговых лав.

Проведенные автором исследования указывают на лучшие показатели работы струговых лав при расположении линии забоя под углом 45° к кливажным трещинам угля (угол встречи).

Корреляционная связь результативных признаков надежности работы струговых лав ($A, S, П$) с углом встречи выражается уравнениями параболы 2-го порядка:

1. Нагрузка на лаву

$$A = 449,1 + 4,68K - 0,049K^2, \text{ т/сут}; \quad \eta = 0,35;$$

2. Площадь выемки

$$S = 217,48 + 4,62K - 0,525K^2, \text{ м}^2/\text{сут}; \quad \eta = 0,38;$$

3. Подвигание

$$П = 1,31 + 0,0288K - 0,00031K^2, \text{ м/сут}; \quad \eta = 0,522;$$

Исследования показали, что наименьший расход электроэнергии имеет место при расположении лав к кливажным трещинам угля под углом 50° .

Уравнения множественной корреляции имеют вид:

Нагрузка на лаву

$$A = -1906 + 0,45\alpha - 0,98\alpha^2 + 3237m - 1195m^2 + 1,85H - 0,0014H^2 + 2,89K - 0,04K^2, \text{ т/сут};$$
$$F = 1,77; \quad \eta = 0,764; \quad t_a = 12,81;$$

Площадь выемки

$$S = -618 + 4,87\alpha - 0,6\alpha^2 + 1194m - 517,7m^2 + 1,0H - 0,00057H^2 + 2,4K - 0,03K^2, \text{ м}^2/\text{сут};$$
$$F = 1,2; \quad \eta = 0,505; \quad t_a = 6,22;$$

Скорость подвигания

$$П = -2,217 + 0,06\alpha - 0,005\alpha^2 + 8,94m - 1,85m^2 + 0,0059H - 0,000005H^2 + 0,24K - 0,00025K^2, \text{ м/сут};$$
$$F = 1,23; \quad \eta = 0,525; \quad t_a = 6,637;$$

Производительность труда рабочего по лаве

$$P = -11,7 - 0,274\alpha + 0,00155\alpha^2 + 26,86m - 9,169m^2 + 0,0299H - 0,0000299H^2, \text{ т/вых};$$
$$F = 1,85; \quad \eta = 0,665; \quad t_a = 11,12;$$

Себестоимость 1 т добытого угля по лаве

$$C = 9,663 - 0,276\alpha + 0,0125\alpha^2 - 3,486m + 1,395m^2 - 0,0147H + 0,0000143H^2, \text{ руб};$$
$$F = 1,18; \quad \eta = 0,475; \quad t_a = 5,689;$$

где F - критерий Фишера,

η - корреляционное отношение,

t_a - критерий Стьюдента.

Из уравнений множественной корреляции определены уравнения чистой регрессии:

$$\begin{aligned}
A &= 847 + 0,45\alpha - 0,985\alpha^2, \text{ т/сут;} \\
A &= -1882 + 8287m - 1195,5m^2, \text{ т/сут;} \\
A &= 208 + 1,85H - 0,0014H^2, \text{ т/сут;} \\
A &= 712,6 + 2,89K - 0,04K^2, \text{ т/сут;} \\
S &= 465 + 4,87\alpha - 0,64\alpha^2, \text{ м}^2/\text{сут;} \\
S &= -230 + 1194m - 517,7m^2, \text{ м}^2/\text{сут;} \\
S &= 105 + 1,0H - 0,00057H^2, \text{ м}^2/\text{сут;} \\
S &= 404 + 2,44K - 0,08K^2, \text{ м}^2/\text{сут;} \\
P &= 14,6 - 0,27\alpha + 0,00155\alpha^2, \text{ т/вых;} \\
P &= 4,7 + 0,03H - 0,00003H^2, \text{ т/вых;} \\
P &= -6,8 + 26,9m - 9,17m^2, \text{ т/вых;} \\
C &= 8,78 - 0,28\alpha + 0,0125\alpha^2, \text{ руб;} \\
C &= 4,4 - 8,49m + 1,4m^2, \text{ руб;} \\
C &= 6,0 - 0,015H + 0,000014H^2, \text{ руб;}
\end{aligned}$$

Кривые зависимостей, определенные таким способом, аналогичны полученным методом парного корреляционного анализа.

Таким образом, установлены зависимости результативных признаков, обуславливающих надежность работы струговых лав, от рассматриваемых горно-геологических условий в соответствующих диапазонах.

Определена степень влияния каждого фактора в совокупности на исследуемый показатель методом многофакторного корреляционного анализа.

Проверка полученных многофакторных моделей на адекватность показала на незначительные (не более 10%) отклонения от их реальных показателей.

Полученные уравнения чистой регрессии, в основном подтверждают результаты парного корреляционного анализа.

Г Л А В А IV.

Исследование влияния горнотехнических факторов на надежность производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками

Корреляционная зависимость нагрузки на лаву от ее длины определена уравнением параболы 2-го порядка:

$$A = 853,8 - 7,25l + 0,033l^2, \text{ т/сут;} \quad \eta = 0,532$$

Полученная теоретическая линия регрессии показывает, что с увеличением длины лавы со 110 до 160 м нагрузка растет медленно, с увеличением же длины от 160 до 270 м нагрузка растет с 540 до 1300 т/сут.

По нашему мнению более достоверной оценкой эффективности работы струга будет оценка влияния длины лавы на площадь выемки пласта.

Такая зависимость определяется уравнением параболы 2-го порядка: $S = 380 - 2,58l + 0,012l^2, \text{ м}^2/\text{сут.}$

Корреляционное отношение $\eta = 0,504$ показывает на тесную связь этих двух признаков.

Полученная теоретическая линия регрессии подобна предыдущей. Определено влияние длины лавы на производительность труда рабочего по лаве P и себестоимость 1 т добытого угля C.

Эти зависимости выражаются уравнениями:

$$P = 4,11 + 0,04l, \text{ т/вых;} \quad z = 0,89, \text{ надежность коэффициента } M = 4,41 > 2,6 \text{ (по Ляпунову).}$$

$$C = 5,88 - 0,0286l + 0,0000538l^2, \text{ руб/т.о.д.;} \quad \eta = 0,47.$$

Полученные теоретические линии регрессии подтверждают целесообразность лав большой длины для струговой выемки угля: каждые 25 м увеличения длины струговой лавы обеспечивают при прочих равных условиях рост производительности труда рабочего по лаве на 1 т/вых, с увеличением длины лавы себестоимость 1 т добытого угля уменьшается.

Анализируя работу струговых лав, нами установлена корреляционная зависимость среднесуточной скорости подвигания лав, выраженная уравнениями параболы 2-го порядка, от мощности пласта, угла падения, глубины разработки и длины столба. Кроме того, определена корреляционная связь нагрузки на лаву и площади выемки пласта от скорости подвигания, выраженные уравнениями прямой.

$$\begin{aligned}
A &= 360П - 10, \text{ т/сут;} & z &= 0,68, & M &= 12,2; \\
S &= 165П + 13, \text{ м}^2/\text{сут;} & z &= 0,327, & M &= 25,2; \\
П &= -0,53 + 5,03m - 2,48m^2, \text{ м}^2/\text{сут;} & & & \eta &= 0,5; \\
П &= 1,43 + 0,138\alpha - 0,01\alpha^2, \text{ м}^2/\text{сут;} & & & \eta &= 0,51; \\
П &= 1,0 + 0,0024L - 0,00000134L^2, \text{ м}^2/\text{сут;} & & & \eta &= 0,44;
\end{aligned}$$

$$P = -0,564 + 0,00892H - 0,00000829H^2, \text{ м}^2/\text{сут}; \quad \eta = 0,6;$$

$$P = 8,978П + 8,994, \text{ т/вых}; \quad z = 0,685, \quad \mu = 12,33;$$

Здесь

- А - среднесуточная нагрузка на лаву, т;
 П - среднесуточная скорость подвигания лавы, м;
 S - среднесуточная вынутая площадь, м²;
 m - мощность пласта, м;
 α - угол падения пласта, град;
 L - длина выемочного поля лавы (столба), м;
 H - глубина разработки, м;
 P - производительность труда рабочего по лаве, т/вых;
 z - коэффициент регрессии;
 μ - надежность коэффициента регрессии;
 При μ ≥ 2,6 связь надежна (по Ляпунову)
 η - корреляционное отношение;

Полученные коэффициенты корреляции и корреляционные отношения указывают на наличие достаточно тесной связи между рассматриваемыми признаками.

Исследуя длину столба с точки зрения влияния этого показателя на надежность работы лав, оборудованных отруговыми установками, автором работы установлены корреляционные связи показателя длины выемочного поля струговых лав о нагрузкой на лаву, подвиганием, площадью выемки пласта, производительностью рабочего очистного забоя и себестоимостью 1 т добытого угля:

$$A = 288,5 + 0,893L - 0,0005L^2, \text{ т/сут}; \quad \eta = 0,495;$$

$$П = 1,0 + 0,0024L - 0,00000154L^2, \text{ м/сут}; \quad \eta = 0,44;$$

$$S = 110 + 0,654L - 0,000461L^2, \text{ м}^2/\text{сут}; \quad \eta = 0,49;$$

$$P = 5,46 + 0,02L - 0,000015L^2, \text{ т/вых}; \quad \eta = 0,68;$$

$$C = 8,74 - 0,041L + 0,00000268L^2, \text{ руб}; \quad \eta = 0,3;$$

Полученные корреляционные зависимости с достаточной степенью точности дают основание утверждать, что наиболее выгодная длина выемочного поля для струговых лав в условиях комбинатов "Ростовуголь" и "Гуковуголь" составляет порядка 800 м.

Многофакторная корреляционная модель при исследованиях включала следующие горнотехнические факторы:

- ℓ - длину лавы, м;
 L - длину столба, м;
 П - скорость подвигания лавы, м/сут;
 А - нагрузку на лаву, т/сут (для P и C);

на ЭВМ получены следующие уравнения:

Нагрузка на лаву

$$A = -150,2 - 8,971\ell + 0,025\ell^2 + 442,72П - 25,79П^2, \text{ т/сут};$$

$$F = 4,025, \quad \eta = 0,879, \quad t_a = 31,54;$$

Площадь выемки

$$S = -137,8 + 0,226\ell + 0,004\ell^2 - 0,05L + 0,00006L^2 +$$

$$+ 158,4П + 4,66П^2, \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$F = 22,24, \quad \eta = 0,980, \quad t_a = 197,26;$$

Производительность труда рабочего

$$P = 3,948 - 0,0078\ell + 0,0000069\ell^2 + 0,0017L - 0,00000095L^2 +$$

$$+ 0,366П + 0,06П^2 + 0,0135A - 0,0000035A^2, \text{ т/вых};$$

$$F = 2,87, \quad \eta = 0,882, \quad t_a = 31,42;$$

Себестоимость 1 т угля по лаве

$$C = 3,09 + 0,0877\ell - 0,000098\ell^2 + 0,00027L - 0,0000009L^2 -$$

$$- 2,84П + 0,575П^2 - 0,0022A + 0,00000077A^2, \text{ руб};$$

$$F = 1,45, \quad \eta = 0,635, \quad t_a = 8,45,$$

Уравнения парных зависимостей, полученные ранее, помимо влияния исследуемого фактора, отражают влияние всех связанных с ним других факторов.

Для определения каждого рассматриваемого признака на результативный из уравнений множественной корреляции получены уравнения чистой регрессии:

$$A = 615 - 3,97\ell + 0,025\ell^2, \text{ т/сут};$$

$$A = 24 + 442,7П - 25,8П^2, \text{ т/сут};$$

$$S = 170 + 0,226\ell - 0,004\ell^2, \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$S = 389 + 0,07L - 0,000063L^2, \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$S = 42 + 158,4П + 4,66П^2, \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$P = 17,9 + 0,0078\ell - 0,000007\ell^2, \text{ т/вых};$$

$$P = 16,04 + 0,00174L - 0,00000095L^2, \text{ т/вых};$$

$$P = 13,6 + 0,366П + 0,06П^2, \text{ т/вых};$$

$$P = 6,36 + 0,0135A - 0,0000035A^2, \text{ т/вых};$$

$$C = 5,72 - 0,04l + 0,0001l^2, \text{ руб;}$$

$$C = 1,96 - 0,00027L + 0,0000008L^2, \text{ руб;}$$

$$C = 5,38 - 2,84П + 0,575П^2, \text{ руб;}$$

$$C = 3,41 - 0,00218A + 0,00000077A^2, \text{ руб;}$$

Полученные кривые зависимостей аналогичны с кривыми парных зависимостей.

Таким образом, определена степень влияния каждого из факторов на рассматриваемый результативный признак. Определены параметры струговых лав, длина столба и система разработки, обеспечивающие надежность производственных процессов.

ГЛАВА У.

Исследование влияния простоев лав, оборудованных струговыми установками на надежность процессов в них

Простой работы струговых лав, остающиеся в среднем 39,52% от общей продолжительности проведенных наблюдений, по некоторым шахтам превышают этот показатель.

Влияние горно-геологических и горнотехнических факторов на надежность работы струговых лав доказано данными хронометражных наблюдений. Сравнивая, например, работу струговых лав в одних и тех же условиях (на одной шахте) при разных системах разработки, нетрудно убедиться в преимуществах столбовой системы перед сплошной.

Общие простои лав при сплошной системе разработки составляют 15,44% от продолжительности работы смены, при столбовой системе - 12,02%.

Влияние угла падения пласта на потери рабочего времени в струговых лавах было определено выборочным методом.

По хронометражным наблюдениям минимальные простои определены в лавах с углом падения пласта в пределах 10^0 , что согласуется с ранее сделанным выводом.

Исследованием простоев лав при различной мощности пласта, установлено, что минимальные потери времени в лавах, имеющих мощность 1,3 м.

Выводы, изложенные в гл.Ш, подтверждаются данными хронометражных наблюдений.

Время простоев лав при различной их длине в процентах от общей продолжительности наблюдений (736 смен) показано в табл.2

Т а б л и ц а 2

Длина лавы, м	Всего простоев (%)	В том числе основные простои	
		из-за аварий со стругом (%)	из-за аварий с конвейером лавы (%)
До 150	18,0	8,4	6,8
151 - 180	17,7	7,8	5,9
181 - 210	15,1	4,8	5,1
211 - 240	10,5	4,5	4,1
Более 240	8,7	1,4	0,1

Анализ потерь времени в лавах, работающих с оставлением целиков над откаточными (конвейерными, промежуточными) штреками и без них, показал, что в первом случае общие потери составляют 14,0%, во втором - 17,0%.

ГЛАВА У1.

Методика оценки надежности технологического процесса очистных работ, оборудованных струговыми установками, апробация и внедрение результатов исследований на шахтах комбинатов "Ростов-уголь" и "Луковуголь"

Под надежностью технологического процесса очистных работ понимается способность выполнения процессом заданных функций с обеспечением плановых показателей. Например, технологический процесс работает надежно, когда фактическая добыча из лавы в течение длительного периода равна или более запланированной, т.е. соблюдается условие $A_{ф} \geq A_{пл}$ при плановых других параметрах (производительность труда, себестоимость, качество угля и др.).

На надежность функционирования технологического процесса влияют многие случайные факторы, которые могут быть разделены на 3 группы: горно-геологические, горнотехнические и организационные.

Результаты проведенных исследований сведены в табл.3

Т а б л и ц а 3

Показатели	Результат
1. Нагрузка на лаву	<p>Возрастает с увеличением длины лавы.</p> <p>Возрастает с увеличением подвигания лавы.</p> <p>Максимальная при углах падения пласта 8-10°.</p> <p>Максимальная при мощности пласта 1,4 м.</p> <p>Максимальная при длине столба 800-1000 м.</p> <p>Возрастает с увеличением глубины разработки.</p> <p>Максимальная при кливаже угля 45°.</p>
2. Площадь выемки	<p>Возрастает с увеличением длины лавы.</p> <p>Возрастает с увеличением подвигания.</p> <p>Максимальная при мощности пласта 1,2 м.</p> <p>Максимальная при глубине разработки 600 м.</p> <p>Максимальная при кливаже угля 45°.</p> <p>Максимальная при угле падения пласта 8°.</p> <p>Максимальная при длине столба 700 м.</p>
3. Подвигание	<p>Максимальное при мощности пласта 1,1 м.</p> <p>Максимальное при угле падения пласта 7-8°.</p> <p>Максимальное при длине столба 700-800 м.</p> <p>Максимальное при глубине разработки 550 м.</p> <p>Максимальное при кливаже угля 45°.</p>
4. Производительность труда рабочего по лаве	<p>Возрастает с увеличением нагрузки на лаву.</p> <p>Возрастает с увеличением длины лавы.</p> <p>Возрастает с увеличением скорости подвигания.</p> <p>Максимальная при длине столба 700 м.</p> <p>Максимальная при глубине разработки 550-650 м.</p> <p>Максимальная при угле падения пласта 6°, с увеличением угла падения падает.</p> <p>Максимальная при мощности пласта 1,4 м.</p>

Показатели	Результат
5. Себестоимость 1 т добытого угля	<p>Минимальная при нагрузке на лаву 1300 т/сут.</p> <p>Уменьшается с увеличением длины лавы.</p> <p>Минимальная при длине лавы 240 м.</p> <p>Минимальная при скорости подвигания лав 3 - 3,3 м/сут.</p> <p>Минимальная при длине столба 700 - 800 м.</p> <p>Минимальная при угле падения пласта 11-12°.</p> <p>Минимальная при мощности пласта 1,2 м.</p>
6. Время	<p>Минимальные простои струговых лав при:</p> <ul style="list-style-type: none"> - столбовой системе разработки; - углах падения пласта 10-11°; - мощности пласта 1,2-1,4 м; - охране штреков без целиков угля; - в лавах с нагрузкой свыше 1000 т/сут; <p>С увеличением длины лавы простои уменьшаются.</p> <p>С увеличением мощности пласта увеличивается время на раскayловку негабаритов угля и буровзрывные работы.</p> <p>Время основной работы (работы струга) для соблюдения условия $A_{ф} \geq A_{пл}$ составляет 80% и более от времени работы смены по добыче угля.</p>

Для определения степени влияния всех рассматриваемых факторов (горно-геологических и горнотехнических) на надежность производственных процессов в лавах, автором диссертации составлена многофакторная корреляционная модель, которая включала в себя следующие факторы-аргументы: угол падения пласта, мощность пласта, глубину разработки, кливаж угля, длину лавы, длину столба, скорость подвигания, нагрузку на лаву (для Р и С).

На ЭВМ "Минск-2" получены уравнения регрессии (после определения значимости коэффициентов при каждом из факторов-аргументов).

Нагрузка на лаву

$$A = - 546,1 - 25,17\alpha + 0,86\alpha^2 + 1034,8 m - 269,9 m^2 -$$

$$-4,75\ell + 0,238\ell^2 + 0,197H - 1,97K + 0,017K^2 + 217П + 27,4П^2; \tau/\text{сут};$$

$$F = 12,48; \quad \eta = 0,966; \quad t_a = 113,7.$$

Площадь выемки

$$S = -69,2 - 9,44\alpha + 0,85\alpha^2 - 61m + 26,8m^2 + 0,0049\ell^2 + 0,1H - 0,000116H^2 - 0,059 + 0,000058^2 + 173,9П, \text{ м}^2/\text{сут};$$

$$F = 22,81; \quad \eta = 0,981; \quad t_a = 204,55.$$

Производительность труда рабочего по лаве

$$P = 4,39 - 0,685\alpha + 0,027\alpha^2 - 4,1m + 3,59m^2 + 0,03\ell - 0,000055\ell^2 - 0,0000045H^2 + 2,2П + 0,0087A - 0,0000027A^2, \text{ т/вых};$$

$$F = 4,52; \quad \eta = 0,90; \quad t_a = 38,2.$$

Себестоимость 1 т добытого угля (по лаве)

$$C = 15,75 - 0,45\alpha - 0,016\alpha^2 - 2,1m + 0,71m^2 + 0,025\ell - 0,0000845\ell^2 - 0,019H + 0,0000218H^2 + 0,002\ell - 0,000002\ell^2 - 8,125П + 0,55П^2 + 0,0018A - 0,00000116A^2, \text{ руб};$$

$$F = 1,68; \quad \eta = 0,782; \quad t_a = 11,98.$$

Отклонения фактических величин (в интервалах) от расчетных не превышают 18,8%.

Многофакторная корреляционная модель, включающая горно-геологические и горнотехнические факторы, дает основание сделать выводы о влиянии их на показатели надежности работы струговых лав.

Отношение $\frac{A_{\Phi}}{A_{\text{пл}}}$ может иметь разные величины. В общем виде

$$I > \frac{A_{\Phi}}{A_{\text{пл}}} > I.$$

С достаточной точностью для расчетов можно принять, что время основной работы лавы увеличивается за счет уменьшения простоев.

При подготовке лав к эксплуатации предусматривается проведение необходимого объема работ для обеспечения надежного технологического процесса.

Не во всех случаях произведенные затраты обеспечивают надежность технологического процесса в струговой лаве. Для обеспечения соблюдения условия надежности $A_{\Phi} \geq A_{\text{пл}}$, как установлено исследованиями, т.е. при среднем времени основной работы процесса 30,6% и более, необходимо проведение ряда тех-

нических и организационных мероприятий по увеличению времени основной работы лавы и соответственно уменьшению простоев. Следовательно, зачастую необходимы дополнительные затраты.

В то же время при повышении надежности технологического процесса в лаве, оборудованной струговой установкой, экономические затраты по отдельным звеньям процесса должны быть такими, чтобы основные технико-экономические показатели улучшились.

Затраты на создание и эксплуатацию технологической схемы лавы можно разделить на две группы. Первая группа затрат, которые не учитывают непосредственного влияния на уровень надежности технологической схемы, необходима для создания технологической схемы. Вторая группа затрат обеспечивает заданный уровень надежности технологической схемы.

В общем виде стоимостная функция будет:

$$C = C_1 + C_2 + C_3,$$

где C_1 - капитальные затраты без учета надежности;
 C_2 - капитальные затраты с учетом надежности;
 C_3 - эксплуатационные затраты;

$$C_3 = C_{\text{п}} + C_{\text{пр}},$$

где $C_{\text{п}}$ - условно-постоянные затраты (оплата рабочих-повременщиков, часть "электроэнергии", "топливо" и др);
 $C_{\text{пр}}$ - условно-переменные затраты (оплата рабочих-сдельщиков, стоимость запчастей, материалов для повышения надежности и др.) зависят от надежности работы лавы, количества отказов и стоимости работ по их ликвидации.

При определении экономических затрат для обеспечения надежной работы технологического процесса целесообразно сравнивать затраты исследуемого варианта с базовым вариантом с большей надежностью, т.е. вариантом с меньшим уровнем потерь времени на основные операции. В этом случае объем продукции по варианту с большей надежностью (базовый) будет больше, т.е. $A_B > A$. Эта разница должна компенсироваться дополнительными затратами на увеличение объема работы отдельных звеньев технологического процесса лавы.

Дополнительные затраты на создание этих элементов в размере, необходимом для получения добычи $A_B - A$ приплюсовываются к затратам исследуемого варианта для сопоставимости сравнения.

Оптимизация уровня надежности технологического процесса и параметров лавы производится путем полного или направленного перебора вариантов. Отдельные попытки обойти метод вариантов пока безуспешны. Следовательно, основным методом оптимизации остается метод вариантов, однако, в указанном методе не учитывалась до настоящего времени надежность принимаемых решений. Методы оценки надежности проектных решений должны не исключать метод вариантов, а быть существенным его дополнением, обеспечивающим достижение плановых показателей технологического процесса в заданные сроки.

В нашем случае условие надежности $N = \frac{A_{\phi}}{A_{пл}} = 1$ достигается при времени основной работы лавы $K_M = 80\%$. Это время основной работы по выемке угля (работа струга) определено методом корреляционного анализа. Связь N с K_M выражается уравнением прямой:

$$N = 0,684 + 1,225K_M; \text{ при } z=0,78 \text{ и } \mu=20,9;$$

При доведении во всех лавках K_M до 80% потребуются дополнительные затраты. Эта разница должна компенсироваться дополнительной добычей угля.

Экономическую оценку надежности производственного процесса в лаве по ущербу от простоев лав целесообразно производить по расчетам ЦНИИУголь.

Исследуя влияние различных факторов на надежность производственных процессов в струговых лавках, автором были разработаны меры по повышению надежности работы лавы № 203 ОИС шахты "Южная-2", имеющей за 6 месяцев 1970 года (январь-июль)

$$N = \frac{492}{680} = 0,72.$$

За счет проведения работ по повышению K_M с октября 1970 года лавы работает устойчиво и за 7 месяцев работы (с октября 1970г по апрель 1971 г включительно) уровень надежности производственного процесса в лаве увеличен и составил 1,26.

В мае 1971 года диссертантом были даны рекомендации по улучшению надежности работ в лаве № 107 шахты "Южная-2".

ВЫВОДЫ

Основными результатами выполненной диссертационной работы являются следующие:

1. На основе анализа состояния надежности функционирования очистных забоев шахт комбинатов "Ростовуголь" и "Гуковуголь" со струговой выемкой угля установлена значительная неравномерность их работы и выявлены резервы повышения технико-экономических показателей.

2. Предложен критерий оценки уровня надежности работы струговых лав, базирующийся на соблюдении условия равенства или превышения плановой величины выходного показателя (нагрузки лавы).

3. Для решения комплекса задач в работе привлечены современные методы исследования, что подчеркивает объективность полученных результатов.

4. Исследовано влияние горно-геологических факторов на показатели надежности работы лав, оборудованных струговыми установками, на основании чего показаны возможности увеличения эффективности и расширения области применения струговой выемки угля.

5. Произведена оценка влияющего воздействия различных горнотехнических факторов на технико-экономические показатели функционирования струговых лав. Установлены оптимальные параметры очистного забоя и системы разработки, обеспечивающие должный уровень надежности производственных процессов.

6. Осуществлены хронометражные наблюдения за работой лав со струговой выемкой угля в течение 786 смен. На основе анализа структуры затрат времени в очистных забоях установлено, что отклонения от требуемого уровня надежности работы имеют место не только по причине влияющего воздействия горно-геологических и горнотехнических факторов, но и из-за несвоевременного и недостаточно качественного планово-предупредительного ремонта оборудования, слабой организации труда и неис-

пользования передового производственного опыта.

7. Разработана методика оценки надежности технологических процессов в струговых лавах и эффективности мероприятий по повышению надежности их функционирования.

8. Произведена промышленная апробация разработанных рекомендаций по повышению надежности работы очистных забоев, оснащенных струговыми установками.

9. Внедрение рекомендаций автора на шахте "Южная-2" комбината "Ростовуголь" привело к значительному увеличению нагрузки на лаву, росту производительности труда рабочего и к снижению себестоимости добываемого угля.

10. Результаты диссертационной работы могут найти применение и в других угольных бассейнах страны.

Диссертационная работа доложена на заседании кафедры технологии, механизации и организации подземной разработки угля Московского ордена Трудового Красного Знамени горного института 15 июня 1971 года.

Основные положения диссертации изложены в следующих работах автора:

1. Влияние горно-геологических факторов на надежность производственных процессов в струговых лавах. "Технология подземной добычи угля", ЦНИЭИуголь, 1971, № 6.
2. Влияние горно-геологических факторов на надежность производственных процессов в лавах, оборудованных струговыми установками. Сборник научных трудов МГИ, 1971.
3. Исследование влияния отдельных факторов на надежность струговой выемки угля. Сборник научных трудов МГИ, 1971.
4. На статью В.В.Каданцева, Л.А.Ушаковой, Г.В.Халангота "Влияние горнотехнических факторов на эффективность работы струговых лав" ("Уголь", 1970, № 12). "Уголь", 1971, № 7.

И 82105 18.УИ.71г. Заказ 454 Тираж 120 Бесплатно

Отпечатано на ротатристе Министерства топливной промышленности РСФСР