

В. И. НЕСТЕРОВ, В. Н. ВЕРНЕР, А. А. ХОРЕШОК, кандидаты техн. наук  
(КузПИ)

## О разработке и применении шнековых рабочих органов с дисковыми шарошками

Из эксплуатации очистных комбайнов на шахтах Кузбасса следует, что во многих случаях они имеют низкие технико-экономические показатели, основные из которых — недостаточная производительность и высокая аварийность при отработке пластов сложного строения, повышенное измельчение угля и связанная с этим высокая запыленность воздуха в забое. На пластах сложного строения в сравнении с пластами простого строения на 30—40 % ниже производительность и в 1,5—2 раза выше аварийность комбайнов. При этом до 40 % времени простоев комбайнов связано с выходом из строя исполнительных органов и рабочего инструмента. Срок службы шнеков на трудноразрушаемых пластах составляет 20—30 рабочих смен. Затраты на ремонт шнеков достигают 80 руб./1000 т добычи и составляют по Минуглепрому СССР 13,7 млн. руб. в год [1]. Низкие технико-экономические показатели работы очистных комбайнов во многом определяются несовершенством рабочих органов.

На кафедре горных машин и комплексов КузПИ ведутся работы по созданию шнековых рабочих органов, оснащенных дисковыми шарошками. В настоящее время решен ряд вопросов, связанных с исследованием процесса разрушения массива, определением рациональных значений параметров разрушения и конструктивных параметров шарошек, выбором схем набора их на шнеке. Проведены производственные исследования экспериментальных образцов шнековых рабочих органов с дисковыми шарошками.

При исследовании процесса разрушения массива дисковой шарошкой установлено, что в зависимости от наличия и взаимного расположения поверхностей обнажения и соотношения параметров разрушения  $t/h$  (шага резания  $t$  и глубины резания  $h$ ) возможны четыре вида резов: блокированный, повторно-блокированный, полусвободный и свободный, каждый из которых характеризуется своим уровнем нагрузок на шарошку и рассматривался как устойчивое состояние системы «инструмент — разрушаемый массив».

Для описания механизма разрушения массива шарошкой применяли методы расчета траектории макротрещин, а расчет напряженно-деформированного состояния массива осуществляли мето-

дом граничных интегральных уравнений. В результате установлено, что при разрушении шарошкой, как и при разрушении резцом массив находится в сложном напряженном состоянии, в нем имеется две зоны: зона одноименных знаков главных напряжений  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 < 0$  (зона объемного сжатия) и зона разноименных знаков главных напряжений  $\sigma_1 > 0, \sigma_2, \sigma_3 < 0$ , а в основе механизма разрушения лежит одновременное действие отрыва и сдвига. Основные отличия состоят в том, что зона объемного сжатия для шарошки находится под лезвием инструмента, а для резов — перед передней гранью, и угол направлением макротрещины и направлением скорости резания для шарошек значительно меньше, чем для резов. Следовательно, для шарошек в сравнении с резами характерны большие усилия внедрения (подачи), и больший объем элементов, отделяемых от массива при образовании макротрещины. Установлено, что рациональные значения геометрических параметров шарошки составляют: диаметр  $D = 280$  мм, угол заострения  $\varphi = 30—35^\circ$ . В этом случае обеспечивается достаточный конструктивный вылет шарошки, двукратное восстановление ее путем перезаточки и достаточная прочность лезвия шарошки. Рациональные значения соотношения параметров разрушения для пластов, содержащих хрупкие породные прослойки и твердые включения, составляют  $t/h = 1,8—1,94$ . Таким образом с учетом скоростей резания и подачи современных очистных комбайнов конструктивный параметр шнекового рабочего ор-

гана — шаг резания составляет —  $t = 7—10$  см.

Исследование кинематических особенностей процесса разрушения массива шнековыми рабочими органами с дисковыми шарошками показали, что они имеют ряд преимуществ в сравнении со шнеками, оснащенными резовым инструментом. Так скорость взаимодействия лезвия дисковой шарошки с массивом в 1,2—1,5 раза меньше скорости резания, что в соответствии с [2, 3] повышает эффективность разрушения. Кроме того, в зависимости от скорости подачи, диаметра шнека и частоты его вращения путь трения лезвия дисковой шарошки в 5—50 раз меньше пути трения, проходимого резцом, что при прочих равных условиях обуславливает значительно меньший износ инструмента.

Важным моментом при проектировании шнековых рабочих органов является выбор схемы набора шарошек. Принцип разрушения дисковой шарошкой предопределяет только последовательную схему набора. При этом возможны два принципиально различных варианта: дисковые шарошки расположены по винтовым линиям, направление которых противоположно направлению погрузочных лопастей, и обращены скальвающим конусом в сторону забоя (рис. 1, а); дисковые шарошки расположены по винтовым линиям, направление которых совпадает с направлением погрузочных лопастей, и обращены скальвающим конусом в сторону забоя (рис. 1, б).

Достоинством первой схемы является то, что при разрушении максимально

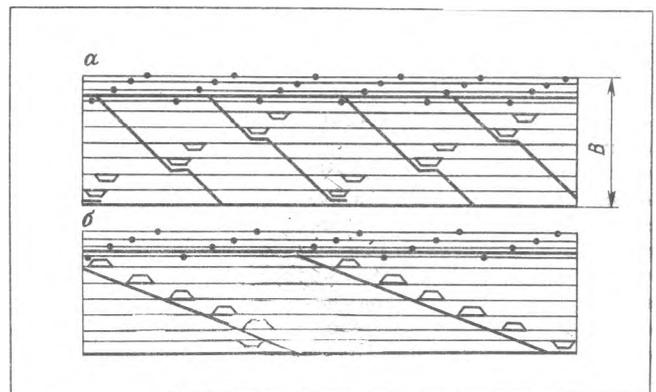


Рис. 1. Варианты схем набора шарошек

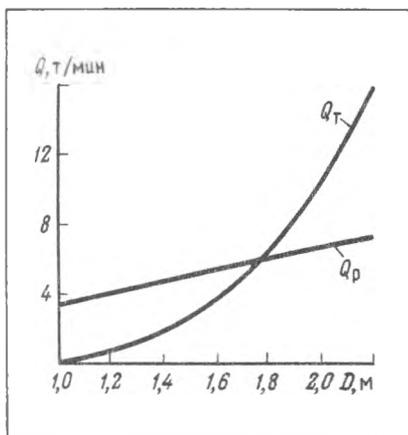


Рис. 2. Зависимости производительности по разрушению  $Q_D$  и транспортированию  $Q_T$  от диаметра шнека  $D$

используются обнаженная поверхность и явление отжима угля, повышенный выход крупных средних классов угля, хорошая эвакуация крупных кусков угля и разрушенных твердых включений боковыми поверхностями шарошек из рабочей зоны, возможность замены резцов на кутковой части шнека кутковыми шарошками.

К недостаткам такой схемы набора следует отнести то, что образующиеся в массиве трещины и скол шарошками в сторону завала приводит к опережающему обрушению (особенно при большой мощности пласта), что, с одной стороны не позволяет существующими средствами эффективно бороться с пылеобразованием, а с другой — требует значительных затрат на разрушение негабаритов, транспортировка которых затруднена. Кроме того, особенности конструкции самой шарошки и узла ее крепления уменьшают проходное сечение шнека и снижают его транспортирующую способность.

К достоинствам второй схемы относится высокая погрузочная способность, которая не ниже чем у серийных шнеков, скол в сторону завала исключает возможность появления негабаритов и позволяет локализовать пыль в зоне исполнительного органа и эффективное подавление ее водой. Отсюда выбор варианта схемы набора должен производиться с учетом конкретных требований к рабочему органу и условий эксплуатации. При этом основным требованием является обеспечение достаточной транспортирующей способности. Из сравнения зависимостей производительности и способности шнека по разрушению (рис. 2) следует однозначный вывод, что на шнеках диаметром менее 1,8 м должна применяться вторая схема набора.

На основе разработанных рекомен-

даций было изготовлено и испытано в шахтах одиннадцать конструкций шнековых рабочих органов с дисковыми шарошками с различными схемами набора, параметрами разрушения и конструктивным оформлением узлов крепления шарошек. Испытания проводили на пластах простого и сложного строения с категорией разрушаемости от средней крепости (СК) до весьма крепких (ВК).

Из испытаний следует, что в отличие от резцовых шнеков разрушение забоя шнеками с дисковыми шарошками осуществляется стружками значительно большего сечения (крупным сколом). В прослойках и твердых включениях наблюдается развитие опережающих трещин, которые простираются на глубину 0,5—1,2 м в массив. При расположении твердых включений или породных прослоек непосредственно у почвы или кровли, а также при работе с присечкой почвы на шнеках с дисковыми шарошками формируются большие вертикальные составляющие нагрузки, так как не происходит образование и развитие трещин в почве и дисковые шарошки постоянно работают в режиме блокированного резания.

Установлено, что во всем диапазоне изменения скорости подачи потребляемая мощность для шнеков с дисковыми шарошками на 30—40 % меньше, чем для серийных шнеков. Максимальная скорость подачи, достигаемая комбайном при работе с экспериментальными шнеками по углю в 1,2—1,5 раза, а по твердым включениям в 2—3 раза выше, чем при работе с серийными шнеками. Причиной этого является не столько величина средней нагрузки на привод, сколько ее вариация. Из графиков видно, что скорость подачи и потребляемая мощность при работе шнеков с дисковыми шарошками значительно более равномерны по сравнению с серийными шнеками.

В то же время усилие подачи комбайна с экспериментальными шнеками в 1,3—1,5 раза больше чем при работе с серийными шнеками. Однако дисперсия усилия подачи для экспериментальных шнеков в 8—12 раз меньше, чем для серийных.

Из анализа исследований сортового состава разрушенного угля следует, что содержание штыба класса — 6 мм для шнеков с шарошками составляет 12,2—33,4 %, в то время как для серийных шнеков 25—49,95 %. В среднем выход класса — 6 мм уменьшается в 1,5—2 раза, а выход угля крупных классов 2,5 мм увеличивается в 1,31—1,4 раза. Наилучший сортовой состав обеспечивают шнеки с первой схемой набора дисковых шарошек. Меньшее измельчение предопределяет снижение пылеобразования при разрушении. Замеры содержания пыли в рудничной атмосфере показали, что шнеки с дисковыми шарошками обеспечивает снижение запыленности в забое в 1,5—2,5 раза.

Результаты погрузочной способности, определяемой высотой слоя непогруженного угля свидетельствуют о том, что при второй схеме набора на шнеках диаметром 1,4—1,6 м высота слоя непогруженного угля составляет 60—100 мм, т. е. погрузочная способность шнеков с дисковыми шарошками находится на уровне серийных шнеков.

При первой схеме на шнеках диаметром 1,8 и 2 м высота слоя непогруженного угля составляет 44—96 мм, т. е. также находится на уровне серийных шнеков. Использование же первой схемы набора на шнеках диаметром 1,6 м приводит к увеличению слоя непогруженного угля с 80—90 мм до 320—330 мм, т. е. к снижению погрузочной способности в 3,5—4 раза.

Хронометражные наблюдения за износом рабочего инструмента показали, что в отличие от резцов шарошки подвержены только одному виду — выходу из строя — абразивному износу лезвия шарошки. При этом удельный расход шарошек на пластах простого строения составил от 0,1 до 0,47 шт/1000 т добычи.

Удельный расход резцов в этих случаях составлял № 16—24 шт/1000 т.

На пластах сложного строения расход шарошек составил 1,1—2,88 шт/1000 т при удельном расходе резцов на серийных шнеках 140—160 шт/1000 т добычи.

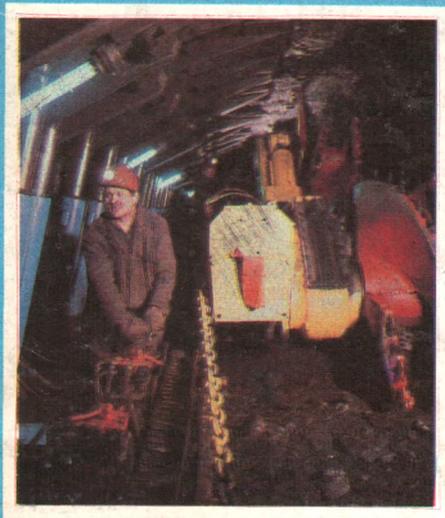
Таким образом, шнековые рабочие органы с дисковыми шарошками имеют весьма существенные преимущества по сравнению с резцовыми шнеками и рекомендуются к применению на пластах простого и сложного строения. Условием ограничивающим область эффективного применения шнековых рабочих органов является отработка пластов с присечкой крепких боковых пород и пластов, содержащих крепкие породные прослойки и твердые включения, расположенные непосредственно у почвы или кровли пласта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Позин Е. З., Линник Ю. Н., Жигульский В. И., Влияние показателей разрушаемости угольных пластов на надежность шнековых исполнительных органов очистных комбайнов // Научн. сообщ. / ИГД им. А. А. Скочинского.— М., 1984.— Вып. 228.— С. 25—30.
2. Фролов А. Г. О влиянии скорости соударения резцов выемочных машин с углем на выход мелких классов и на пылеобразование // Науч. сообщ. / ИГД им. А. А. Скочинского.— М., 1973.— Вып. 113.— С. 68—74.
3. Докукин А. В., Фролов А. Г. Совершенствование машин для добычи угля на основе положений кинематической теории прочности // Науч. сообщ. / ИГД им. А. А. Скочинского.— М., 1977.— Вып. 149.— С. 33—41.

# УГОЛЬ

10/1990



Читайте в номере:

- Вклад ученых КузПИ в развитие угольной промышленности
- О работе арендных коллективов в Кузбассе
- Перспективные методы борьбы с газовыделением в шахтах
- Интенсивная технология обогащения шламов

Читайте в номере:

- Физико-техническая оценка перспектив применения закладки выработанного пространства
- О влиянии достоверности исходной геологической информации на воссоздание очистных забоев при планировании горных работ



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЖУРНАЛ МИНИСТЕРСТВА  
УГОЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
СССР  
И ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ПРАВЛЕНИЯ  
ВСЕСОЮЗНОГО  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО  
ГОРНОГО  
ОБЩЕСТВА

# УГОЛЬ

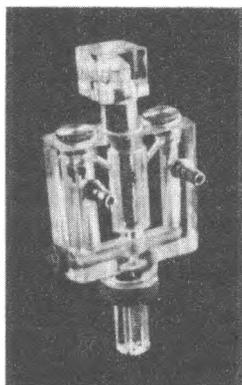
ОКТАБРЬ 1990/10 (775)

ОСНОВАН  
В ОКТАБРЕ 1925 ГОДА

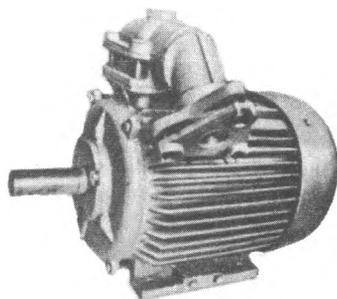
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР  
В. М. ЖДАМИРОВ

ЗАМЕСТИТЕЛИ  
ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА  
Ю. Б. КУПРИЯНОВ,  
И. Г. ТАРАЗАНОВ

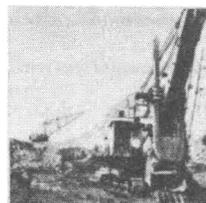
РЕДАКЦИОННАЯ  
КОЛЛЕГИЯ:  
Б. Г. АЛЕШИН,  
Н. И. ГАРКАВЕНКО,  
А. П. ГРИДНЕВ,  
И. Х. ДЕБЕРДЕЕВ,  
Л. В. ЗАВОДЧИКОВ,  
В. Е. ЗАЙДЕНВАРГ,  
В. И. КУЗНЕЦОВ,  
Ю. Н. МАЛЫШЕВ,  
А. М. НАВИТНИЙ,  
А. М. РУДЬ,  
Л. В. СЕМЕНОВ,  
В. В. СТАРИЧНЕВ,  
Н. А. ФИЛАТОВ,  
В. А. ХАРЧЕНКО,  
А. И. ЧЕРНОДАРОВ



Получать высокодисперсные эмульсии из труднорастворимых в воде реагентов поможет Вам разработанный в КузПИ эмульгатор гидродинамический ультразвуковой самовсасывающий (ЭГУС). Он может эффективно использоваться при обогащении полезных ископаемых и очистке шламовых вод. С достоинствами эмульгатора и его техническими данными можно ознакомиться из рекламы, помещенной на 4-й странице обложки журнала.



Если Вас интересуют взрывозащищенные асинхронные электродвигатели, то с одним из них — электродвигателем В4А 160S4, разработанным в КузПИ, с его техническими данными можно ознакомиться из рекламы, помещенной на 3-й странице обложки журнала.



Горные работы  
на разрезе  
«Сибирский»  
в Кузбассе.  
Фото Е. Ильвеса



В очистном  
забое шахты  
«Воргашорская»  
в Воркуте.  
Фото С. Губского



Москва, «Недра»

	<b>Саfoxин М. С.</b> Кузбасскому политехническому институту — 40 лет	<b>3</b>
<b>СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ</b>	<b>Андреева В. И., Кухарь В. С., Крушинский Н. К.</b> Результаты работы арендных коллективов <b>Чепля Г. Н., Наумов А. Н., Першин В. В.</b> Оценка уровня социального развития бригад на шахте им. XXVI съезда КПСС	<b>6 8</b>
<b>ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ</b>	<b>Рыжков Ю. А., Гоголин В. А.</b> Физико-техническая оценка перспектив применения закладки выработанного пространства <b>Плесков П. М., Муратов А. П.</b> Некоторые аспекты разработки мощных пластов Прокопьевско-Киселевского района с обрушением <b>Петров А. И.</b> Обоснование силовых параметров распорно-шагающего механизма проходческих комбайнов <b>Коршунов А. Н., Буялич Г. Д., Леконцев Ю. М.</b> Влияние силовых параметров механизированной крепи на взаимодействие ее с кровлей <b>Александров Б. А., Антонов Ю. А., Фролов С. С.</b> Адаптивность механизированных крепей к смещению кровли в плоскости наклонного пласта	<b>9 11 12 15 17</b>
<b>ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ</b>	<b>Бирюков А. В., Паначев И. А.</b> Управление взрывным дроблением крупноблочных пород <b>Катанов Б. А.</b> О шнекопневматической очистке скважин при буровых работах на угольных разрезах	<b>19 21</b>
<b>ГОРНЫЕ МАШИНЫ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ</b>	<b>Егошин В. В., Рудаков В. Ю.</b> Шахтный манипулятор <b>Богомолов И. Д., Начев К. В., Цехин А. М.</b> Разработка и эксплуатация новых видов оборудования для бурения скважин большого диаметра <b>Якунин М. К.</b> Новое направление в создании бурильной техники <b>Елманов В. Д., Маслеников Н. Р., Абрамов А. П.</b> Совершенствование тягового органа и концевой головки скребковых конвейеров <b>Нестеров В. И., Вернер В. Н., Хорешок А. А.</b> О разработке и применении шнековых рабочих органов с дисковыми шарошками	<b>24 25 27 29 31</b>
<b>ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ. ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ. ГОРНОСПАСАТЕЛЬНОЕ ДЕЛО</b>	<b>Колмаков В. А.</b> Перспективы развития методов прогноза газообильности и расчета расхода воздуха <b>Шевченко Л. А.</b> Перспективные методы борьбы с газовыделением при подземной разработке пластов <b>Егоров П. В., Дырдин В. В., Тарасов Б. Г.</b> Непрерывный контроль за проявлениями горного давления <b>Иванов В. В., Фокин А. Н., Пимонов А. Г.</b> Новые подходы к прогнозу горных ударов <b>Бонцкий В. А., Богатырева А. С.</b> Технологическое обеспечение объемной изоляции выработанного пространства в борьбе с эндогенными пожарами <b>Разгильдеев Г. И., Баранов С. Д.</b> Повышение безопасности взрывозащищенного электрооборудования	<b>33 34 36 39 42 45</b>
<b>ЭКОЛОГИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	<b>Коновальчук О. Н.</b> Радиационно-химический способ очистки шахтных вод	<b>47</b>
<b>ПЕРЕРАБОТКА И КАЧЕСТВО УГЛЕЙ</b>	<b>Байченко А. А.</b> Интенсивная технология обогащения угольных шламов	<b>49</b>
<b>МАРКШЕЙДЕРИЯ. ШАХТНАЯ ГЕОЛОГИЯ</b>	<b>Курзанцев О. С., Рогова Т. Б., Храмченко В. Д.</b> Влияние достоверности исходной геологической информации на воссоздание очистных забоев при планировании горных работ <b>Бузук Р. В., Кнуренко Л. М.</b> Изучение техногенных движений земной поверхности на юге Кузбасса <b>Ташкинов А. С.</b> Оценка неоднородности строения уступов при открытой разработке угольных месторождений	<b>53 59 61</b>

Тип уступа	Высота уступа, м	Коэффициент неоднородности	Характеристика уступа	
А	До 15	Менее 1	Уступ сложен породами однородного цикла	
Б	До 15	От 1 до 2,7	Породы неоднородного цикла слагают уступ таким образом, что их сопротивляемость взрывному разрушению возрастает от верхней бровки к подошве уступа и от подошвы уступа к верхней бровке	
Б <sub>1</sub> Б <sub>2</sub>				
В	До 15	От 2,2 до 3,2	Уступ сложен породами неоднородного цикла с резко отличающимися структурно-прочностными свойствами. Такие уступы встречаются там, где есть конкреционные включения или минерализованные прослойки, а также при разработке уступов, сложенных породами частично размытого и полного большого циклов	
Г	От 15 до 50	Боле 1,3	Строение уступов сложное. Здесь возможно как последовательное повторение типов А, Б и В, так и различное их сочетание	

Рис. 2. Классификация типов строения вскрышных уступов

ная модель месторождения (информационное обеспечение системы САПР — уголь — подсистема САПР — угольный разрез), а также подготовлено инженерно-геологическое обеспечение на действующем предприятии (погоризонтные планы блочности и прочности пород, инженерно-геологические разрезы, строение вскрышных уступов и т. д.). Структурно-прочностные характеристики пород являются надежной основой для последующего определения параметров взрывной подготовки пород, выбора величины удельного расхода ВВ, а также для решения других технических и технологических задач.

Характер и структура угленосных толщ в Кузбассе разнообразны. Их общей закономерностью является последовательность чередования осадконакоплений, т. е. цикличность. За границы циклов целесообразно принять пласты угля, так как это позволяет учесть технологию разработки. По набору литотипов пород в бассейне выделены<sup>2</sup> следующие циклы: неполный ма-

<sup>2</sup> Ботвинина Л. И. Условия накопления угленосной толщи в Ленинском районе Кузбасса. — М.: АН СССР, угольная серия, 1953. — № 4. — С. 75—78.

лый (НМ), неполный средний (НС), полный большой (ПБ), частично размытый (ЧР), размытый (Р), которые расположены по степени возрастания сопротивляемости взрывному разрушению. Мощность циклов изменяется в широких пределах и зависит от количества и мощности слагающих их пород. При общей монотонности возрастания или убывания структурно-прочностных свойств изменение их по высоте цикла носит ступенчатый характер. Наибольшие количественные скачки происходят при смене литологических разностей. Общим для всех циклов является закономерное повышение значений структурно-прочностных характеристик с увеличением мощности слоя.

С использованием критерия  $K_n$  проанализирована структура уступов на действующих и перспективных разрезах Кузбасса. Максимальные значения  $K_n$  для пород, залегающих на глубине 60—200 м, приведены в таблице.

При  $K_n \leq 1$  свойства пород однородны, и параметры взрывной подготовки следует определять по средневзвешенным значениям свойств. При  $K_n > 1$  удельный расход ВВ и параметры расположения скважинных зарядов должны устанавливаться отдельно для каждой предварительно выделенной однородной группы слоев и окончательно согласовываться с учетом конкретного расположения этих групп в уступе. Величина коэффициента неоднородности, равная 1,3 или 2,1, свидетельствует, что диапазон изменения свойств пород охватывает две или три соседние категории по блочности.

На основе детального изучения закономерностей изменения строения угленосной толщи и структурно-прочностных свойств слагающих ее пород предложена классификация типов строения вскрышных уступов (рис. 2) для использования ее в практической деятельности.

Художественный редактор О. Н. Зайцева

Технические редакторы В. В. Володарская, Н. В. Жидкова

Сдано в набор 07.08.90. Подписано в печать 20.09.90. Формат 84×108<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная № 1.

Офсет. Усл. п. л. 7,14 с наклейкой. Усл. кр.-отт. 8,40 Уч.-изд. л. 9,70 Тираж 11945 экз. Заказ 1569.

Цена 80 к.

Адрес редакции: 101000, Москва, Банковский пер., д. 2

Телефоны: 925-59-62, 924-61-64, 921-02-93

Ордена Трудового Красного Знамени

Чеховский полиграфический комбинат

Государственного комитета СССР по печати

142300 Чехов, Московской области, ул. Полиграфистов, д. 1