

Научная статья

УДК 622.223.83

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-2-40-49

Афенди́ков Николай Георгиевич, Тырты́чный Сергей Владимирович

Донецкий национальный технический университет

* для корреспонденции: tyrtychnyy90@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РЕМОНТНОГО ЦИКЛА ПАЛЬЦЕВ КАРЬЕРНОГО ЭКСКАВАТОРА**Информация о статье**

Поступила:

18 ноября 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

01 марта 2025 г.

Принята к печати:

05 мая 2025 г.

Опубликована:

05 июня 2025 г.

Ключевые слова:

стенд, разрушение, группа резцов, параметры резания, смещение резцов, регистрация, составляющие сил резания

Аннотация.

Исследование посвящено анализу разрушения горной породы группой резцов с различными смещениями их вдоль линии резания. Оно приобретает особую актуальность в связи с большей целесообразностью использования селективной добычи угля в тонких и весьма тонких пластах по сравнению с другими современными способами добычи.

На данный момент в основном используется технология добычи с боковыми присечками. Однако ее применение характеризуется рядом недостатков, таких как зольность угля, что приводит к значительным экономическим потерям.

Применение селективной добычи угля в тонких и весьма тонких пластах требует исследования и разработки конструкции исполнительных органов очистных комбайнов для селективной выемки.

Основной целью исследования является выявление степени влияния напряженного состояния массива разрушаемой горной породы, создаваемой одной группой резцов шнекового исполнительного органа очистного комбайна, на напряженное состояние массива, создаваемой другой группой резцов при различных схемах разрушения забоя и при различных режимах резания. Исследование включает описание спроектированного стенда, созданного на основе продольно-строгательного станка, для изучения разрушения с различными параметрами резания пород глинистого и песчанистого сланцев группами из трех резцов и при различных смещениях резцов вдоль линий резания в группах, а также установление влияния взаимного расположения резцов забойной группы на шнековом исполнительном органе.

По итогам были представлены результаты замеров составляющих сил резания радиальными и тангенциальными вращающимися резцами, с различными толщинами и ширинами среза и с различными смещениями резцов в группе при разрушении пород глинистого и песчанистого сланцев.

Исследование вносит важный вклад в развитие селективного способа добычи угля в тонких и весьма тонких пластах.

Для цитирования: Афенди́ков Н.Г., Тырты́чный С.В. Экспериментальные исследования разрушения горной породы группой резцов с различными смещениями их вдоль линий резания // Горное оборудование и электромеханика. 2025. № 2 (178). С. 40-49. DOI: 10.26730/1816-4528-2025-2-40-49, EDN: UABJQQ

Введение

В настоящее время тонкие и весьма тонкие пласты разрабатываются с присечкой боковых пород, то есть одновременно с выемкой угля разрушается порода кровли или почвы пластов, что вызывает значительное увеличение зольности до 30%, а иногда до 50%. Такая технология выемки угля приводит к значительным экономическим потерям, связанных с дополнительными затратами на транспортировку породы к потребителю, потерь энергии при

сжигании засорённого золой угля на электростанциях и затрат при обогащении коксующего угля, а также приводят к ухудшению состояния окружающей среды из-за необходимости создания отвалов золы или пустой породы на плодородных черноземных землях Донбасса.

Добыча угля из тонких и весьма тонких пластов, при которой в первую очередь разрушается и выдается на поверхность уголь, а затем для увеличения высоты призабойного пространства вынимаются

породы почвы или кровли пласта, которые закладываются в призабойное пространство, является более предпочтительной, чем добыча с присечкой вмещающих пород. Этот способ добычи позволяет применять как существующие, так и перспективные механизированные крепи.

Возможна и другая последовательность, при которой вначале разрушаются породы почвы или кровли пласта, а затем вынимается угольный пласт. В дальнейшем такую технологию добычи угля будем называть селективной добычей угля из тонких и весьма тонких пластов.

При разработке конструкций исполнительных органов очистных комбайнов для селективной выемки из тонких и весьма тонких пластов необходимо выбрать параметры схем набора забойной и кутковой групп резцов как для угольной, так и породной части забоя. Но при этом очень важно установить также рациональный угол подъема винтовой поверхности шнеков. Угол подъема винтовой поверхности шнеков, как известно, определяется из необходимости обеспечения требуемой погрузоч-

ной способности шнеков (производительности по погрузке шнековыми исполнительными органами разрушенной горной массы. Также чрезвычайно ценно выяснить есть ли взаимное влияние напряженного состояния, формирующееся в массиве горной породы при разрушении одним резцом на напряженное состояние соседних резцов. Необходимо исследовать влияние расположения резцов на усилия резания и на удельные энергозатраты разрушения породы. Кроме этого, весьма важно установить взаимное влияние расположения резцов также и на отрезном диске шнекового исполнительного органа (кутковая группа резцов).

Анализ последних исследований и публикаций

Основы теории разрушения горных пород [1-7] разработаны под руководством таких ученых, как А.М. Терпигорьев, М.М. Протодяконов, А.И. Берон, Е.З. Позин, Л.Б. Глатман и других. Эти основы базируются на результатах многочисленных экспериментальных исследований, проведенных в ИГД им. А.А. Скочинского и ДонУГИ [8-14]. Значи-

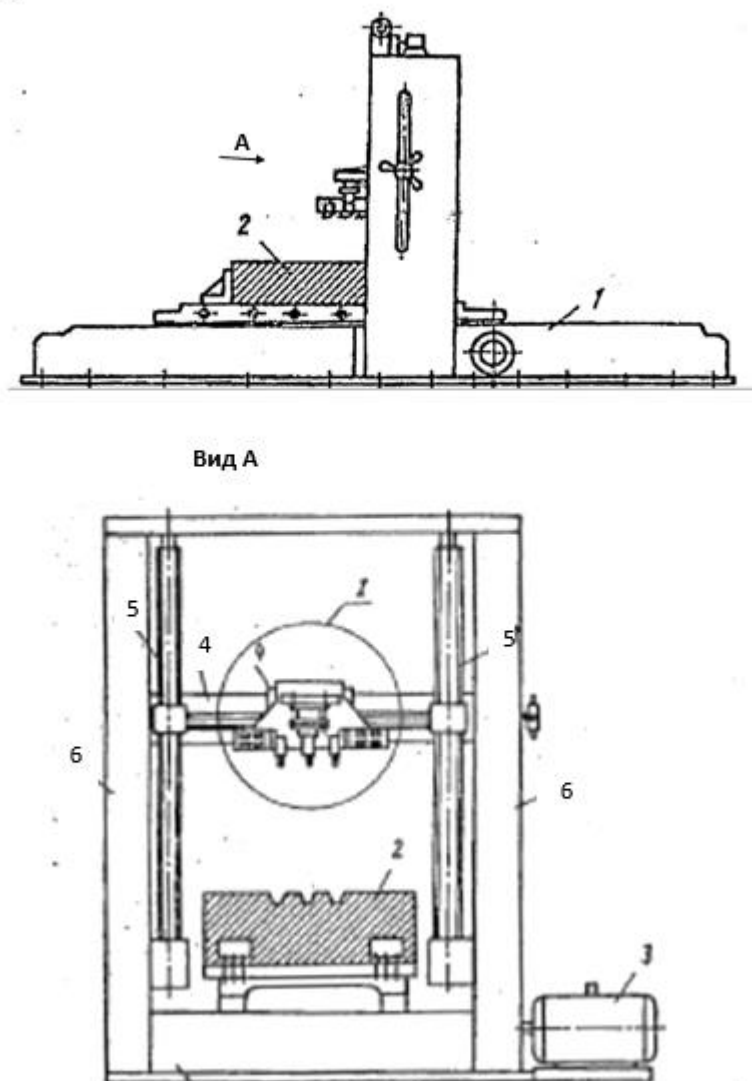


Рис. 1. Стенд для исследования резания горной породы резцами комбайнов
Fig. 1. Stand for research of rock cutting by shearer's cutters

тельное число научных исследований посвящено изучению влияния параметров резания на составляющие усилий резания горных пород. В частности, в работах [15,16] исследовано влияние ширины и толщины среза на составляющие сил при разрушении пород различной крепости, рассматривая последовательную, шахматную и смешанную схемы разрушения. В работе [17] исследовано влияние углов резания, задних углов и кинематических задних углов на составляющие сил резания. В работах [18,19] исследовано влияние тангенциально-

поворотного (ТП) типа режущего инструмента. Исследований, направленных на изучение влияния расположения резцов, которые используют напряжение, создаваемое одной группы резцов на напряженное состояние второй группы резцов, насколько нам известно до настоящего времени не проводились.

Цель (задачи) исследования

Целью работы является выявление степени влияния напряженного состояния массива разрушаемой горной породы, создаваемой одной группой

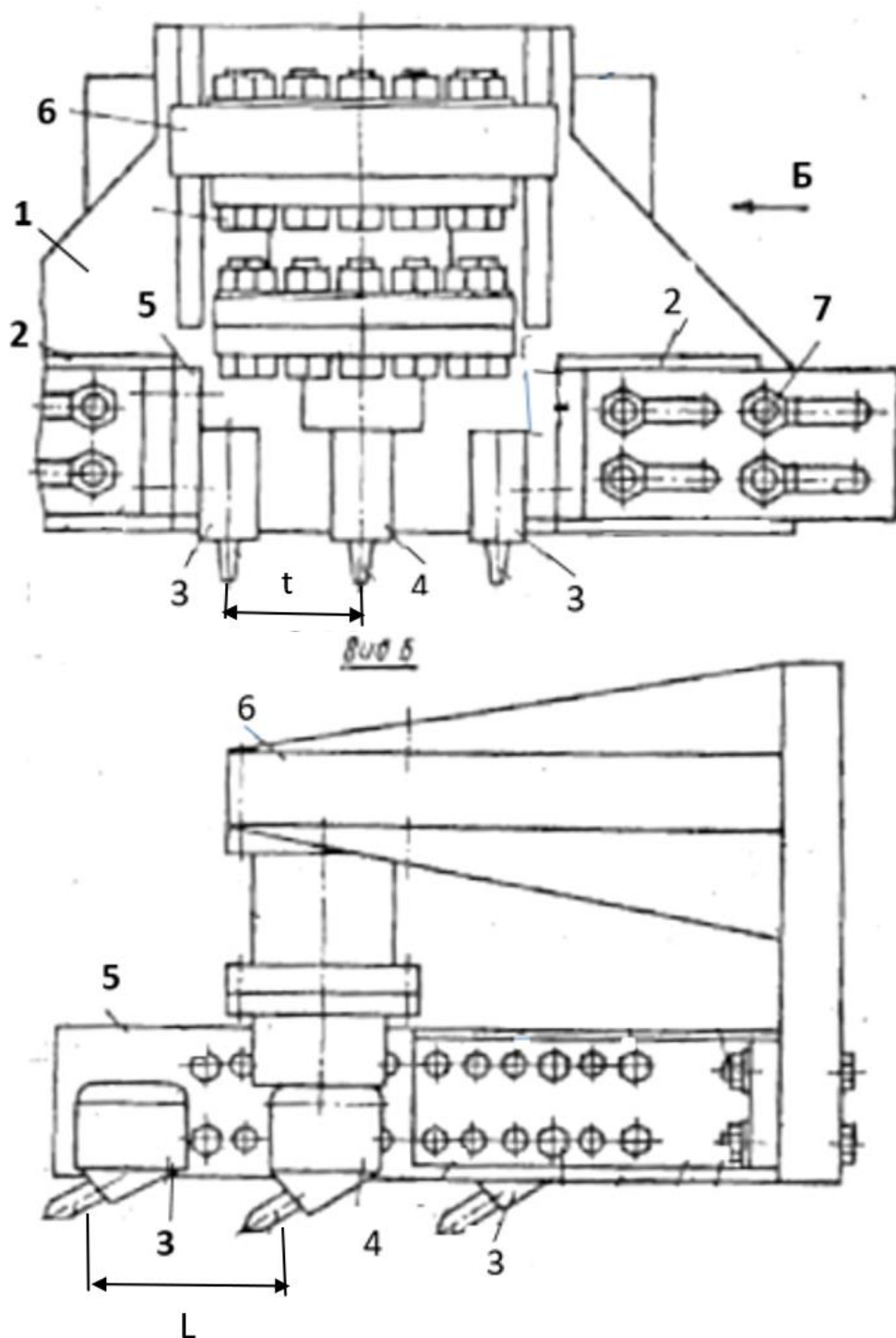


Рис. 2. Опорная плита с кронштейнами, измерительными и вспомогательными резцами
Fig. 2. Support plate with brackets, measuring and auxiliary cutters

резцов шнекового исполнительного органа очистного комбайна, на напряженное состояние массива, создаваемой другой группой резцов при различных схемах разрушения забоя и при различных режимах резания, а также установление влияния расположения резцов на изменение величин составляющих сил резания и на изменение удельных энергозатрат при разрушении забоя исполнительным органом.

Задачами исследования являются:

1) разработка специального экспериментального стенда для исследования разрушения в лаборатор-

ных условиях, созданного на основе продольно-строгального станка и специально разработанных приспособлений, обеспечивающих регулирование положения и закрепление группы резцов, имитирующих шахматную, последовательную и смешанную схемы резания при разрушении блоков глинистого и песчанистого сланцев, добытых из горных шахтных выработок и выданных на поверхность;

2) разработка тензометрических резцедержателей для регистрации трех составляющих (горизонтальной, вертикальной и боковой) сил резания для

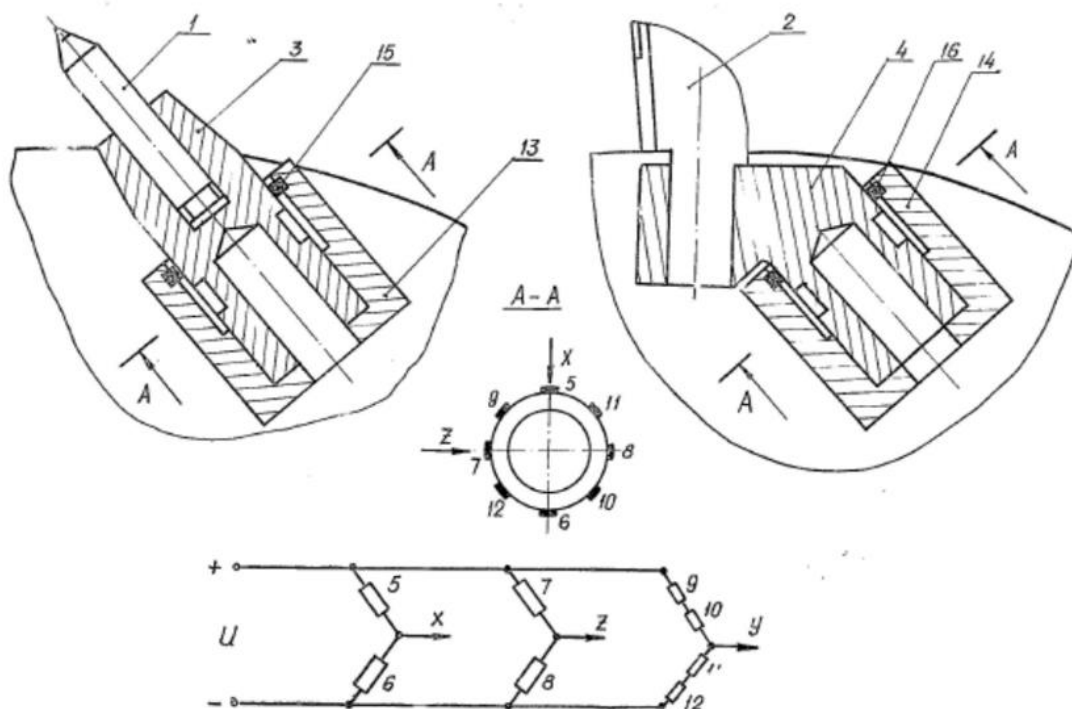


Рис. 3. Тензометрические узлы для измерения усилий резания
Fig. 3. Strain gauge units for measuring cutting forces

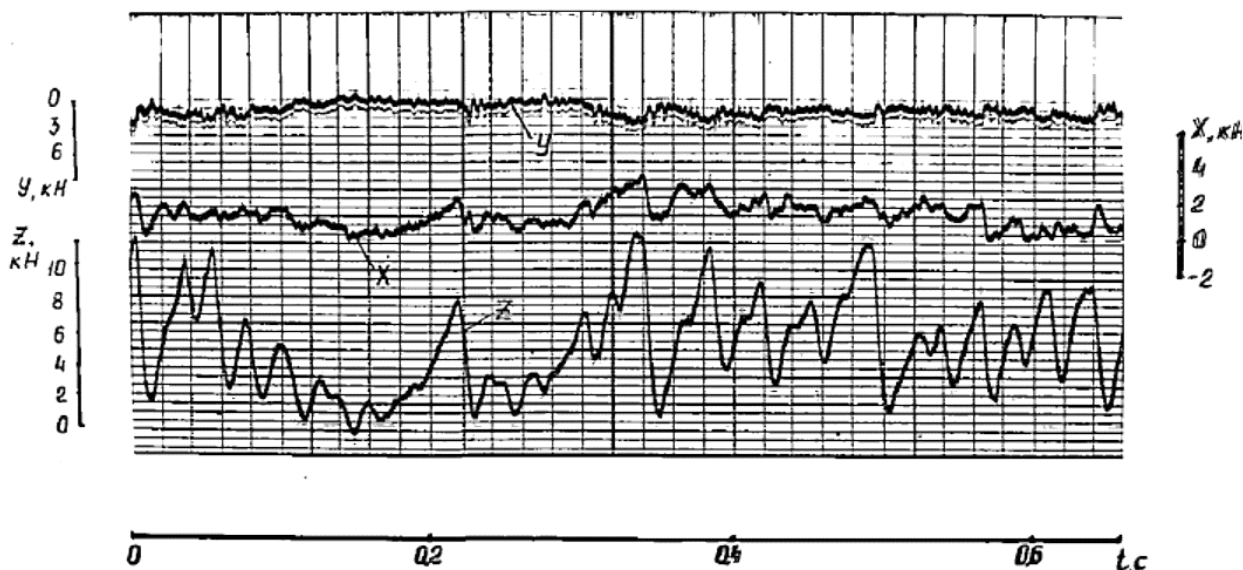


Рис. 4. Фрагмент осциллограммы записи составляющих усилий резания X, Y и Z блока горной породы глинистого сланца

Fig. 4. Fragment of an oscillogram recording of cutting force components X, Y and Z of a block of clay shale rock.

радиальных резцов типа ЗР4-80 и тангенциальных поворотных резцов типа РШ 32-70/16 М1;

3) исследование и установление влияния взаимного расположения резцов забойной группы на шнековом исполнительном органе при резании горных пород с различными толщинами (от 5 мм до 40 мм) и шагами (от 30 до 50 мм) резания при смещении резцов в соседних линиях резания от 50 до 250 мм;

Основной материал исследования

Общий вид спроектированного стенда для исследования процессов резания резцами комбайнов приведен на рисунке 1. Стенд содержит раму продольно-строгательного станка 1, подвижной стол станка с блоком горной породы 2, привод 3, суппорт 4. Суппорт 4 закреплен на поперечниках 5, которые в свою очередь устанавливаются на стойках 6. На суппорте 4 устанавливается вертикально расположенная плита с кронштейнами для крепления измерительных и вспомогательных резцов.

Опорная плита с кронштейнами, на которых закреплены измерительные и вспомогательные резцы, приведена на рисунке 2.

На опорной плите 1 закреплены Г-образные кронштейны 2 и упор 6. На упоре закреплен тензометрический резцедержатель с измерительным резцом. На Г-образных кронштейнах при помощи болтов 7 закреплены планки 5, на которых установлены резцедержатели 3 с вспомогательными резцами. Г-образные кронштейны могут быть перемещены относительно опорной плиты, при этом изменяется шаг резания t , т.е. расстояние между осями резцов в плоскости, параллельной поверхности опорной плиты 1. При смещении планок 5 относительно Г-образных кронштейнов 2 изменяется расстояние между режущими кромками резцов

вдоль соседних линий резания L , т.е. в плоскости, перпендикулярной поверхности опорной плиты. Толщина среза регулировалась за счет опускания суппорта с опорной плитой, а следовательно, и опускание группы резцов, состоящей из подготовительных резцов и измерительного резца к блоку горной породы.

Для обеспечения прочности и жесткости конструкций опорной плиты 1, Г-образных кронштейнов 2 и других элементов использовались листы из стали Сталь 3 ГОСТ 19903-74 толщиной 50 мм, ребра жесткости изготавливались из листов стали Сталь 3 толщиной 20 мм, болты и шпильки использовались с резьбой М22.

Тензометрические узлы для измерения усилий резания на тангенциальных поворотных и радиальных резцах приведены на рисунке 3.

Экспериментальные исследования проводились в следующей последовательности.

Вначале проводились опыты по разрушению блоков горной породы глинистого и песчанистого сланцев контактной прочностью 200...280 МПа одиночными острыми радиальными резцами типа ЗР4-80 или острыми тангенциально поворотными резцами типа РШ 32-70/16 М1 с осциллографированием сил резания. Оси резцов РШ 32-70/16 М1 и линии резания лежали в одной плоскости. При этом выполнялась имитация шахматной или последовательной схем резания при различных шагах и толщинах среза.

Затем проводились опыты по разрушению этих же блоков породы группой из трех радиальных резцов типа ЗР4-80 или тангенциально поворотных резцов типа РШ 32-70/16 М1 с осциллографированием сил резания. При этом имитировалась шахматная или последовательная схемы резания при

Таблица 1. Отношения математических ожиданий сил резания одиночными резцами при разрушении по последовательной схеме и математических ожиданий сил резания при разрушении по последовательной схеме группой радиальных резцов $Z_o / Z_{гр}$

Table 1: Ratios of mathematical expectations of cutting forces by single cutters during destruction by sequential scheme and mathematical expectations of cutting forces during destruction by sequential scheme by a group of radial cutters $Z_o / Z_{гр}$

Толщина и ширина среза, см	Расстояние между режущими кромками резцов L , мм					
	50	75	100	150	200	250
$h = 0,5; t = 3,0$	0,959/0,957	1,0 / 1,0	1,05/1,0	1,0/1,0	0,997/1,0	1,0/1,0
$h = 1,0; t = 3,0$	0,938/0,935	0,964/0,96	0,996/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 2,0; t = 3,0$	0,896/0,892	0,920/0,918	0,952/0,950	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
Продолжение таблицы 1						
$h = 3,0; t = 3,0$	0,854/850	0,876/0,876	0,908/0,906	0,972	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0; t = 3,0$	0,810/0,808	0,832/0,833	0,864/0,866	0,928	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 0,5; t = 4,0$	0,969/0,966	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 1,0; t = 4,0$	0,953/0,955	0,99/0,986	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 2,0; t = 4,0$	0,937/0,935	0,983/0,985	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 3,0; t = 4,0$	0,906/0,906	0,939/0,937	0,974/0,973	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0; t = 4,0$	0,860/0,856	0,895/0,895	0,93/0,92	0,965/97	0,998/1,0	1,01/1,0
$h = 0,5; t = 5,0$	0,980/0,978	0,99/0,992	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 1,0; t = 5,0$	0,966/0,966	0,975/0,970	0,99/0,99	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 2,0; t = 5,0$	0,936/0,938	0,966/0,965	0,996/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 3,0; t = 5,0$	0,908/0,906	0,938/0,938	0,96/0,95	0,98/0,98	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0; t = 5,0$	0,880/0,882	0,91/0,908	0,94/0,92	0,97/0,97	1,0/1,0	1,0/1,0

различных толщинах и шагах среза.

Осциллограммы составляющих сил резания, полученных в одном и другом случае, обрабатывались с использованием ЭВМ. В результате обработки получали математические ожидания составляющих сил резания Z , Y и X , а также дисперсии и коэффициенты вариации измеряемых величин. При планировании экспериментов для определения числа необходимых опытов за независимый опыт согласно [20] применялся интервал δt из условия:

$$\delta t \geq \tau_0,$$

где τ_0 – время корреляции переменной Z и определяется зависимостью:

$$R_z(\tau_0) = 0,03 R_z(0).$$

где $R_z(\tau_0)$ – корреляционная функция;

Из анализа корреляционных функций, полученных по результатам пробных резов горных пород, установлено, что τ_0 не превышает 0,01с (или 5 см длины резания). Следовательно, длительность реализации на каждом уровне должна быть не менее 1,5 м.

После обработки сил резания определялись отношения математических ожиданий сил резания одиночными резцами Z_0 и математических ожиданий сил резания при разрушении породы группой резцов $Z_{гр}$ при различном изменении расстояния между режущими кромками резцов в группе резцов L . Данные этих обработок приведены в таблице 1 и в таблице 2.

Примечание. В числителе приведены данные при резании породы острыми радиальными резцами ЗР4-80, в знаменателе – резцами РШ 32-70/16 М1.

Исходя из данных, приведенных в таблице 1 следует, что группы радиальных и тангенциально поворотных резцов оказывают друг на друга взаимное влияние при следующих параметрах:

- расстояние между режущими кромками резцов должно быть меньше $L=100$ мм при толщине

резания 3 и 4 см, а ширине резания 3 см;

- расстояние между режущими кромками резцов должно быть меньше $L=150$ мм при толщине и ширине резания по 4 см.

При больших значениях L взаимное влияние при разрушении породы группой резцов не фиксировалось при различных соотношениях толщин и ширин среза.

Вместе с тем следует отметить, что чем больше величина среза и меньше шаг резания, тем значения $Z_0/Z_{гр}$ меньше, т. е. взаимное влияние резцов на усилия резания $Z_{гр}$ при резании группой резцов увеличивается.

Примечание. В числителе приведены данные при резании породы острыми радиальными резцами ЗР4-80, в знаменателе – резцами РШ 32-70/16 М1.

Из данных, приведенных в таблице 2, следует, что взаимное влияние резцов на усилия резания при шахматной схеме разрушения наблюдаются при расстояниях между режущими кромками резцов L 100 и 150 мм. На спроектированном стенде имеется возможность разрушения горной породы с имитацией шахматной схемы разрушения. Но как известно шахматная схема резания формируется при четном числе лопастей шнекового исполнительного органа очистного комбайна. Даже при диаметре шнека 0,51 м и двух лопастях на нем, расстояние L будет составлять более 800 мм. Если допустить, что шнековый исполнительный орган диаметром 0,51 содержит четыре лопасти (что для этого диаметра шнека не реально), то расстояние L будет равно более 400 мм. В одном и другом случае эти значения будут значительно больше 150 мм, полученных при имитации на стенде разрушения по шахматной схеме группой резцов. Следовательно, взаимного влияния резцов при резании группой резцов на реальном шнековом исполнительном органе по шахматной схеме разрушения не будет наблюдаться.

Таблица 2. Отношения математических ожиданий сил резания одиночными радиальными резцами по шахматной схеме и математических ожиданий сил резания при разрушении горной породы группой тангенциально поворотных резцов по шахматной схеме резания $Z_0/Z_{гр}$ при $h = 3,0 \dots 4,0$ и $t = 3,0 \dots 5,0$ см

Table 2. Relationship between mathematical expectations of cutting forces by single radial cutters in a staggered pattern and mathematical expectations of cutting forces during rock destruction by a group of tangentially rotary cutters in a staggered cutting pattern $Z_0/Z_{гр}$ при $h = 3,0 \dots 4,0$ и $t = 3,0 \dots 5,0$ см

Толщина и ширина среза, см	Расстояние между режущими кромками резцов L , мм					
	50	75	100	150	200	250
$h = 3,0$; $t = 3,0$ см	0,852/0,852	0,876/0,876	0,908/0,904	0,972/0,970	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0$; $t = 3,0$ см	0,813/0,808	0,832/0,833	0,864/0,862	0,928/0,926	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 3,0$; $t = 4,0$ см	0,907/0,906	0,939/0,937	0,974/0,973	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0$; $t = 4,0$ см	0,861/0,856	0,895/0,895	0,93/0,92	0,965/97	0,998/1,0	1,01/1,0
$h = 3,0$; $t = 5,0$ см	0,910/0,908	0,938/0,938	0,96/0,95	0,98/0,98	1,0/1,0	1,0/1,0
$h = 4,0$; $t = 5,0$ см	0,880/0,882	0,91/0,908	0,94/0,92	0,97/0,97	1,0/1,0	1,0/1,0

Выводы

Разработана конструкция и изготовлен стенд для экспериментальных исследований разрушения горной породы в лабораторных условиях. Стенд создан на основе продольно-строгального станка и специально разработанных приспособлений, обеспечивающих регулирование положений и закреплений групп резцов, имитирующих шахматную, последовательную и смешанную схемы резания при разрушении блоков глинистого и песчанистого сланцев, добытых из горных шахтных выработок и выданных на поверхность.

Разработаны тензометрические резцедержатели для регистрации трех составляющих (горизонтальной, вертикальной и боковой) сил резания для радиальных резцов типа ЗР4-80 и тангенциальных поворотных резцов типа РШ 32-70/16 М1.

Исследовано влияние взаимного расположения резцов забойной группы на шнековом исполнительном органе при резании горных пород с различными толщинами (от 5 мм до 40 мм) и шагами резания (от 30 до 50 мм) при смещении резцов в соседних линиях резания от 50 до 250 мм.

Установлено, что взаимное влияние резцов при резании группой как радиальных, так и тангенциальных поворотных резцов сказывается на значении величин расстояния между режущими кромками резцов при значениях L менее 100 мм при толщинах резания 3,0 см и 4,0 см и ширинах резания 3,0 см, а также при значениях величин расстояния между режущими кромками резцов L менее 150 мм, а толщинах и ширинах резания по 4,0 см. Наибольшее взаимное влияние резцов при резании группой как радиальных, так и тангенциальных поворотных резцов на усилие резания наблюдается при смещениях $L=50$ мм и достигают 15%, при $L=100...150$ мм составляя всего от 2 до 7 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разрушение углей и пород. Сборник статей / Под ред. А.М. Терпигорьева, М.М. Протодяконова. — М.: Углетехиздат, 1958. — 512 с.
2. Резание угля / А. И. Берон, А. С. Казанский, Б. М. Лейбов, Е. З. Позин. — М.: Госгортехиздат, 1962. — 240 с.
3. Резание углей / Под общей ред. Берона А.И. — М.: Изд-во литературы по горному делу, 1962. — 439 с.
4. Позин Е.З. Разрушение сланцев инструментами выемочных машин / Е.З. Позин, А.П. Адамсон, В.А. Андреев — М.: Наука, 1984. — 144 с.
5. Барон Л.И. Разрушение горных пород проходческими комбайнами / Л.И. Барон, Л.Б. Глатман, Е.К. Губенков — М.: Наука, 1968. — 218 с.
6. Разрушение углей выемочными машинами / Под ред. Е. З. Позина. — М.: Недра, 1984. — 288 с.
7. Крапивин М.Г. Горные инструменты / М.Г. Крапивин, И.Я. Раков, Н.И. Сысоев — М.: Недра, 1990. — 256 с.
8. Экспериментальные исследования сортности углей при резании с различными параметрами се-

чения среза и геометрии инструмента / В. Г. Унгефуг, В. П. Зейферт, В. Ф. Орлов, Р. И. Урбанс // В сб.: Вопросы механизации в горной промышленности, вып. 27. — М.: Недра, 1971.

9. Туяхов Л.С. Исследование и моделирование динамической нагруженности режущего инструмента и барабанных (шнековых) исполнительных органов угольных комбайнов: Дис. канд. техн. наук. — М., 1974. — 215 с.

10. Позин Е.З. Анализ структурных особенностей процесса резания углей применительно к моделированию динамических нагрузок на ЭЦВМ / Е.З. Позин, Л.С. Туяхов // Научн. сообщ. ин-та горн. дела им. А. А. Скочинского. — М.: Ин-т горн. дела им. А. А. Скочинского, 1973. — Вып. 113. — С. 91–100

11. Тон В.В. Исследование нагрузок на резцах для узкозахватных угледобывающих комбайнов: Автореф. дис. канд. техн. наук. — М.: Ин-т горн. дела им. А.А.Скочинского, 1971. — 18 с.

12. Албул И.Н. Исследование и разработка метода расчета максимальных нагрузок на резцах угледобывающих комбайнов при разрушении твердых включений: Автореф. дис. канд. техн. наук. — М., 1978. — 21 с.

13. Исследование основных закономерностей резания калийных солей: Отчет / Тульск. политехн. ин-т; Руководитель И. Г. Шмакин; № ГР. 8011801; Инв. № Б288398. — Тула, 1973. — 126 с.

14. Исследование разрушаемости соляных пород в установившемся режиме резания с учетом влияния затупленности режущего инструмента: Отчет / Перм-НИУИ; Руководитель Д. М. Светличный. — Пермь, 1964.

15. Барон Л.И. Контактная прочность горных пород / Л.И. Барон, Л.Б. Глатман. — М.: Недра, 1966. — 227 с.

16. Барон Л.И. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. Научно-методические основы. Разрушение резцовым инструментом / Л.И. Барон, Л.Б. Глатман, Е. К. Губенков. — М.: Недра, 1968. — 216 с.

17. Афендилов Н.Г. Выбор рациональных параметров очистных комбайнов со шнековыми исполнительными органами для работы в сложных условиях по зарубаемости: дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.05.06 / Афендилов Николай Георгиевич. — Донецк, 1980. — 202 с.

18. Барон Л.И. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. Разрушение шарошками. / Л.И. Барон, Л.Б. Глатман, С. Л. Загорский — М.: Недра, 1969 — 152 с.

19. Барон Л.И., Глатман Л.Б. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. Разрушение тангенциальными инструментами — М.: Недра, 1973. — 172 с.

20. Бородюк В.П., Филаретов Г.Ф. Организация эксперимента при сборе статистических данных для регрессивного анализа. — в сб. Планирование эксперимента. М.: Наука, 1966, с 41–57.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Афенди́ков Николай Георгиевич, кандидат техн. наук, доцент, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, РФ, г. Донецк, ул. Артема, 58), e-mail: an77tn@gmail.com

Тырты́чный Сергей Владимирович аспирант, ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, РФ, г. Донецк, ул. Артема, 58), e-mail: tyrtychnyy90@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Афенди́ков Николай Георгиевич – постановка исследовательской задачи, концептуализация исследования, анализ данных, подведение итогов, написание текста.

Тырты́чный Сергей Владимирович - анализ исследований и публикаций, обзор актуальной литературы, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2025-2-40-49

Nikolay G. Afendikov, Sergey V. Tyrtychny

Donetsk National Technical University

* for correspondence: tyrtychnyy90@mail.ru

EXPERIMENTAL RESEARCH OF ROCK DESTRUCTION BY A GROUP OF CUTTERS WITH DIFFERENT THEIR DISPLACEMENTS ALONG THE CUTTING LINES



Article info

Received:

18 November 2024

Accepted for publication:

01 March 2025

Accepted:

05 May 2025

Published:

05 June 2025

Keywords: stand, destruction, group of cutters, cutting parameters, cutter displacement, registration, cutting force components.

Abstract.

The research is devoted to the analysis of rock destruction by a group of cutters with their different displacements along the cutting line. It becomes especially relevant due to the greater practicability of using selective coal mining in thin and very thin seams compared to other modern mining methods.

At the moment the technology of mining by cutting off side rock is mainly used. However, its application is marked by a number of defects, such as coal ash content, which leads to considerable economic losses.

Application of selective mining of coal in thin and very thin seams needs research and development of the design of the executive bodies of shearers for selective mining.

The main purpose of the research is to reveal the degree of influence of the stress state of the massif of the destroyed rock, created by one group of cutters of the drum shearer's executive body, on the stress state of the massif, created by another group of cutters at different schemes of face destruction and at different cutting modes.

The research includes the description of the designed stand created on the basis of a planer to study the destruction with different cutting parameters of clayey and sandy shale rocks by groups of three cutters and at different displacements of cutters along the cutting lines in the groups, as well as the establishment of the influence of the mutual location of cutters of the bottom-hole group on the drum shearer's executive bodies.

The results of measurements of cutting force components with radial and tangential rotary cutters, with different thicknesses and widths of cut and with different displacements of cutters in the group during destruction of clayey and sandy shale rocks were presented.

The research makes an important contribution to the development of selective method of coal mining in thin and very thin seams.

REFERENCES

1. Levashova E.E. Development of an algorithm for the technological process of restoring quick-wear parts of a quarry excavator/ Levashova E.E.// Mining equipment and electromechanics. – 2019.- No. 6 - pp. 25-32.
2. Knyazkov V. L. Mechanical and tribological characteristics of the restored mining equipment part after hardening/ V. L. Knyazkov, E. E. Levashova, M. V. Pimonov// XVII International Scientific and Practical Conference "NATURAL AND INTELLECTUAL RESOURCES OF SIBERIA. SIBRESURS – 2018". Kemerovo, 2018– pp. 406.1 – 406.7.
3. Levashova E. E., Knyazkov V. L., Ababkov N. V., Pimonov M. V. Analysis of changes in acoustic and magnetic characteristics of deposited samples before and after electric arc thermal hardening of surface layers//Proceedings of the IV All-Russian Youth Scientific and Practical School with international participation "REINFORCING TECHNOLOGIES AND FUNCTIONAL COATINGS IN MECHANICAL ENGINEERING". Kemerovo, 2018– pp. 21.1 – 21.5.
4. Nikitina, N. E. Advantages of the acoustoelasticity method for non-destructive testing of mechanical stresses in machine parts / N. E. Nikitina, S. V. Kazachek // Bulletin of Scientific and Technical Development. – 2010. – №4 (32). – Pp. 18-28.
5. Smirnov, A. N. Analysis of physico-mechanical parameters and the state of long-term working metal of power equipment / A. N. Smirnov, N. V. Ababkov, A. S. Glinka et al. // Hardening technologies and coatings, 2011. – № 11 (83). – Pp. 40-48.
6. Levashova E. E. Calculation of the life of the axis part after restoration/ E. E. Levashova, M. V. Pimonov, N. V. Ababkov // Mining equipment and electromechanics. - 2020.- No. 6 - pp. 3-9.
7. Wilchik G.V. General guidelines for the overhaul of excavators. – NIOGR, 1979. – 159 p.
8. Shibanov D.A. Comprehensive assessment of the factors determining the operating time of EKG - 18R/20K excavators for planning maintenance and repairs: dis. ... Candidate of Technical Sciences. S.-P., 2015. pp. 37-43.

9. Vorobyov L.N. Technology of mechanical engineering and repair of machines. Moscow: Mashinostroenie, 1981.
10. Restoration of machine parts: A reference book / Edited by F.I. Panteleenko. – M. Mashinostroenie, 2003. - p. 672.
11. Tregubov N.M., Akastelov L.F. Repair of mining machinery. – M.: Nedra, 1978.
12. Kubachek, V.R. Osnovy`nadezhnosti gornyx mashin : Ucheb. posobie / V. R. Ku-bachek, L. G. Kuklin. - Sverdlovsk : SGI, 1982. - 78 s. : il.; 19 sm.
- 13.
14. Modeling of the stress-strain state of the vibrating feeder of the support section with the release of coal from the roof / V. I. Klishin, N. V. Ababkov, M. V. Pimonov, E. A. Khudyntsev // Mining equipment and electromechanics. – 2020. – №2. – C. 57-63.
15. The use of ultrasonic signals for VAT identification / A. N. Smirnov, V. Y. Blumenshtein, A. A. Krechetov, N. A. Haponen, Yu. M. Shatunov // Occupational safety in industry. - 2002. – No. 3. – pp. 32-35.
16. Dyshlovenko, P. E. Mathematical foundations of finite element modeling methods: guidelines for solving problems. – Ulyanovsk :UISTU, 2011. – 54 p.
17. Streng, G. Theory of the finite element method: translated from English, Moscow: Mir, 1977, 349 p.
18. Chigarev A.V., Kravchuk A. S., Smalyuk A. F. ANSYS for engineers: Reference. the manual. – M.: Mechanical Engineering, 2004. – 511c.
19. Basov, K. A. ANSYS in examples and tasks. – Under the general editorship of D. G. Kraskovsky. – Moscow: ComputerPress, 2002. – 224 p.: ill.
20. Engineering analysis in Ansys Workbench. Part 1. / V. A. Bruyaka, V. G. Fokin, E. A. Soldusova et al. – A textbook. Samara: Samara State Technical University.Univ., 2010. – 271 p.
21. Engineering analysis in Ansys Workbench. Part 2. / V. A. Bruyaka, V. G. Fokin, E. A. Soldusova et al. – A textbook. Samara: Samara State Technical University.Univ., 2013. 148 p.

© 2025 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Nikolay G. Afendikov - C. Sc. in Engineering, Associate Professor, Donetsk National Technical University, (58 Artyom str., Donetsk, 283001, Russian Federation), e-mail: an77tn@gmail.com

Sergey V. Tyrtychny - Postgraduate of Mining Machines Department, Donetsk National Technical University, (58 Artyom str., Donetsk, 283001, Russian Federation), e-mail: tyrtychnyy90@mail.ru

Contribution of the authors:

Nikolay G. Afendikov– formulation of a research problem, conceptualization of research, data analysis, summing up, writing a text.

Sergey V. Tyrtychny - analysis of research and publications, review of relevant literature, writing the text.

Authors have read and approved the final manuscript.

