

УДК 622.232.72

Н.Г. Бойко, д-р техн. наук, проф.,
Е.Н. Бойко, канд. техн. наук, доц.,
О.В. Федоров, канд. техн. наук, доц.,
В.А. Мельников, ассист.,

Донецкий национальный технический университет

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬЮ

Рассмотрен вопрос выбора условий и средств проведения сравнительных промышленных испытаний режущего инструмента с вращающейся режущей частью.

очистной комбайн, исполнительный орган, резец, ресурс, производительность, нагрузка на лаву

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одной из основных задач в области конструирования очистных комбайнов является создание высокопроизводительных и надежных исполнительных органов, обеспечивающих наряду с высокой производительностью на углях любой крепости значительное улучшение сортности добываемого угля, уменьшение пылеобразования и снижение удельных энергозатрат разрушения массива угля [1]. Одним из решений поставленной задачи может стать применение режущего инструмента, обладающего высокой износостойкостью, прочностью и способного производить скалывание угля крупными элементами. Такими свойствами обладает инструмент с вращающейся режущей частью, который при разрушении массива угля создает в последнем комбинированное напряженное состояние, в котором преобладают напряжения сдвига и растяжения [2].

Анализ исследований и публикаций. В работах [2, 3, 4] изложены результаты аналитических и экспериментальных исследований, позволивших выработать методику расчета усилий, формирующихся на инструменте с вращающейся режущей частью, и определения рациональных значений параметров инструмента, а также режима разрушения последним угольного пласта. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях на специально оборудованном стенде [3]. В качестве имитации разрушаемого угольного пласта использовался углицементный блок.

Постановка задачи. Для подтверждения результатов выполненных исследований, а также получения дополнительной информа-

ции о работе инструмента с вращающейся режущей частью, необходимо провести испытания инструмента в промышленных (шахтных) условиях.

Изложение материала и результаты. Режущий инструмент нового технического уровня – инструмент с вращающейся режущей частью – состоит из свободно вращающегося на оси диска 1 с непрерывным клиновидным ободом, который армируется цилиндрическими твердосплавными вставками 2, рис. 1. Твердосплавные вставки впаиваются в пазы, образованные в диске, что существенно повышает надежность их крепления.

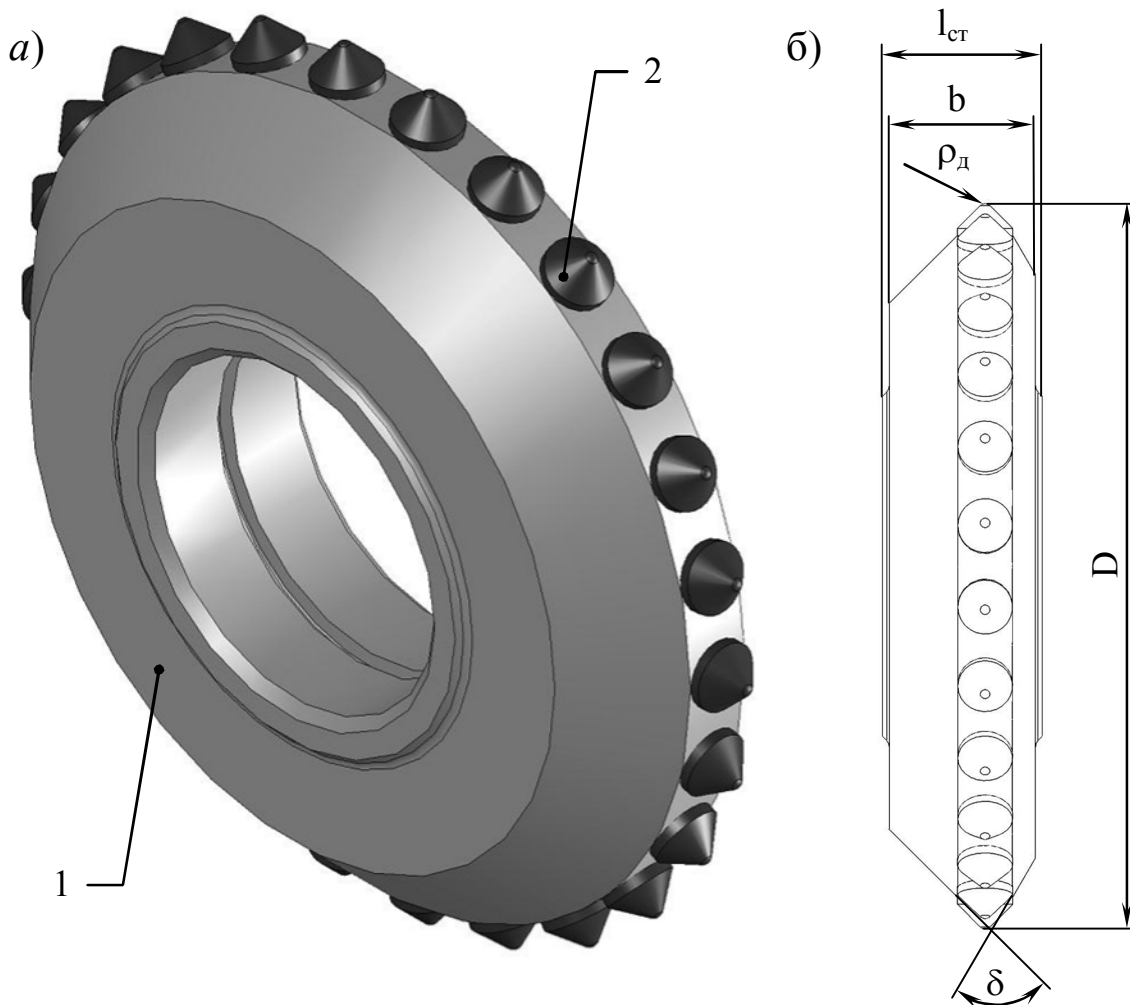


Рисунок 1 – Вид (а) и параметры (б) режущего инструмента с вращающейся режущей частью

Данный режущий инструмент реализует комбинированное разрушение угольного массива, при котором материал разрушается преимущественно под действием напряжений сдвига и растяжения. Комбинированный способ разрушения массива позволяет снизить удель-

ные энергозатраты разрушения угольного массива и повысить нагрузку на лаву.

Рабочая часть режущего инструмента изнашивается за счет уменьшения ее диаметра. Изучение профилей износа несимметричных дисков в лабораторных условиях [5] показало, что при изнашивании радиус скругления лезвия и угол заострения почти не изменяются.

Зависимость радиального износа диска от пути качения с качественной стороны имеет такой же вид, как и у резцов:

$$\Delta r = \Delta r_y + i_{иу} L,$$

где Δr_y – условный начальный радиальный износ;

$i_{иу}$ – интенсивность изнашивания диска;

L – путь качения диска шарошки.

Интенсивность изнашивания диска режущего инструмента с вращающейся режущей частью зависит от тех же факторов, что и интенсивность изнашивания резцов, т.е. от пути скольжения, удельной нагрузки, абразивности горной породы и изнашиваемости инструментального материала, и может быть определена по зависимости

$$i_{иу} = \omega_{иу} C_{y\delta} a P_k L_{m.c}.$$

Путь скольжения диска, приходящийся на единицу пути качения режущего инструмента,

$$L_{m.c} = \frac{k_m L_{AB}}{p D},$$

где D – диаметр режущего инструмента с вращающейся режущей частью;

L_{AB} – путь каждой точки лезвия в контакте с разрушаемым пластом за один оборот диска;

k_m – коэффициент, равный отношению пути скольжения данной точки за один оборот к величине L_{AB} .

Длина дуги АВ с учетом может быть определена по зависимости

$$L_{AB} = \frac{R}{2R_u} \sqrt{R_u^2 + R^2} \left(\arccos \frac{R-h}{R} \right)^2,$$

где R – радиус режущего инструмента с вращающейся режущей частью;

R_u – радиус исполнительного органа комбайна;

h – толщина среза инструмента.

Промышленные испытания инструмента с вращающейся режущей частью проводились с целью определения параметров работы комбайна, оборудованного вышеуказанным режущим инструментом, а также определения его производительности и устойчивости, равномерности работы исполнительного органа.

Для обеспечения представительности условий производственных испытаний режущего инструмента с вращающейся режущей частью был произведен анализ месторождений угля в сложившихся промышленных районах, расположенных в Донецкой и Луганской областях. Анализ шахтопластов производился в зависимости сопротивляемости угля резанию, табл. 1, и наличия в них породных прослоек и твердых минеральных включений, табл. 2.

Наиболее представительным является Красноармейско-Петропавловский угольный район, в котором находятся шахтопласты с сопротивляемостью резанию 120 – 300 кН/м и сложного строения, имеющие породные прослойки и твердые минеральные включения.

Для проведения испытаний были выбраны условия 10-й южной лавы пласта L'_2 участка № 3 ОП «Шахта Украина» ГП «Селидово-уголь».

Таблица 1 – Сводные данные измерений сопротивляемости углей резанию по шахтопластам

Угленосный район	Марка угля	Распределение (%) по сопротивляемости резанию углей (кН/м)								Средневзвешенная сопротивляемость резанию, кН/м
		до 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360	360 - 420	> 420	
Боково-Хрустальский	А	4,0	38,0	38,0	14,0	6,0	-	-	-	135
Должанно-Ровенский	А	4,5	22,8	54,5	15,9	2,3	-	-	-	145
Торезко-Снежнянский	А, ПА	7,1	24,3	55,8	7,1	4,3	1,4	-	-	140
	ОС, Т	20,0	30,0	40,0	10,0	-	-	-	-	115
Донецко-Макеевский	Д, Г	5,7	20,0	42,9	20,0	5,7	5,7	-	-	160
	Ж, К, ОС, Т	33,0	41,1	20,5	3,6	1,8	-	-	-	90
Красноармейский	Д, Г	-	-	27,6	36,6	22,4	10,4	1,7	1,7	225
Центральный	Т, Ж, К	62,5	37,5	-	-	-	-	-	-	50
Лисичанский	Д, Г	-	16,7	66,6	16,7	-	-	-	-	160
Алмазно-Марьевский	Д, Г	-	9,2	47,7	18,5	16,9	7,7	-	-	190
	Т, ОС, Ж, К	22,9	62,5	10,4	4,2	-	-	-	-	90
Селезневский	ПА	-	100	-	-	-	-	-	-	-
	Т, ОС	40,0	60	-	-	-	-	-	-	65
По бассейну		12,7	28,8	35,6	13,1	6,7	2,7	0,2	0,2	140

Таблица 2 – Распределение пластов по группам в зависимости от строения

Наименование района	Распределение пластов по группам, %			
	1	2	3	4 – 6
Антрацитовые районы	14	27	3	56,5
Донецко-Макеевский район	35	25	3	37
Красноармейско-Петропавловский район	15,5	9	2	73

Пласт L'_2 – простого строения, рис. 2, состоящий из угольной пачки мощностью 1,2 м. Угол падения пласта 10...12°. Уголь марки Д-Д^Г, средняя сопротивляемость угля резанию 175 Н/мм. Породные прослойки отсутствуют, включения – редкие тонкие (до 1 см) линзы пиритизированной породы.

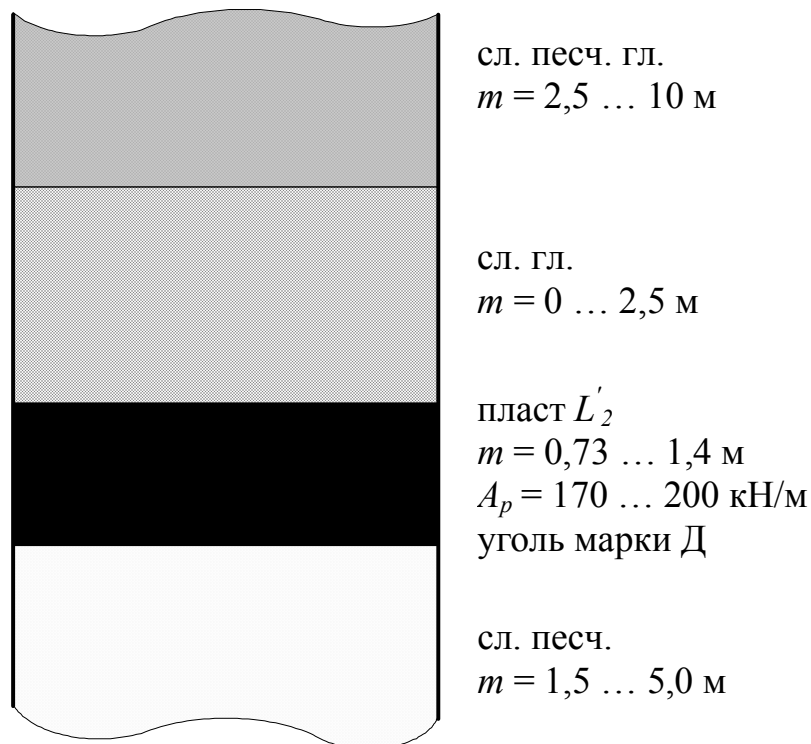


Рисунок 2 – Структура пласта L'_2 10-й южной лавы участка № 3 ОП «Шахта Украина» ГП «Селидовоуголь»

Основная кровля пласта легкообрушаемая, непосредственная кровля имеет сложное строение. В верхней части – алевролит слоистый, слюдистый, неустойчивый, а в нижней части – аргиллит грубо слоистый с частыми зеркалами скольжения, неустойчивый.

Почва пласта – алевролит, под пластом комковатой текстуры, склонен к пучению и размоканию, ниже по слою грубо слоистый, среднеустойчивый. Длина лавы 250 м.

Сравнительные испытания резцов с вращающейся режущей частью типа ШРБ-160 проводились на комбайне 1К-101У, оснащенным двигателем типа 4ЭДКО4-120-У5 (мощность двигателя 120 кВт) и встроенным механизмом подачи. Комбайн работает в составе комплекса типа 1МКД-90. Схема работы комбайна – односторонняя.

При испытаниях комбайн оборудовался одним исполнительным органом серийной конструкции и одним экспериментальным, табл. 3. В качестве экспериментального исполнительного органа комбайна, рис. 3, использовался шнек с переменным углом подъема лопастей и пространственно динамически уравновешенной схемой набора инструмента, рис. 4, оснащенный инструментом с вращающейся режущей частью типа ШРБ-160.

Таблица 3 – Техническая характеристика экспериментального исполнительного органа

1	Тип	Шнековый, двухзаходный
2	Диаметр по резцам, м	0,8
3	Номинальная ширина захвата, м	0,63
4	Тип режущего инструмента	ШРБ-160 и ЗР4-80
5	Режущий инструмент, шт общее число в линии резания забойной группы то же, в кутковой группе	37 2 4
6	Шаг набора инструмента, мм в забойной группе в кутковой группе	50 15, 25, 30
7	Вылет инструмента, мм	80

Схема набора исполнительного органа обеспечивает:

1. Работу режущего инструмента в рациональном режиме – с минимальными удельными энергозатратами разрушения.
2. Равномерную нагруженность исполнительного органа в процессе его работы.

Резцы кутковой группы разрушают массив в стесненных условиях, и обеспечить им параметры сечения среза, достаточные для эффективной работы резца с вращающейся режущей частью, практически невозможно. Поэтому представляется целесообразным использовать комбинированную схему набора: забойная группа набрана резцами с вращающейся режущей частью, установленные по последова-

тельной схеме, а кутковая – резцами других типов (например, резцами ЗР4-80).



Рисунок 3 – Вид исполнительного органа с комбинированной схемой набора вращающегося режущего инструмента

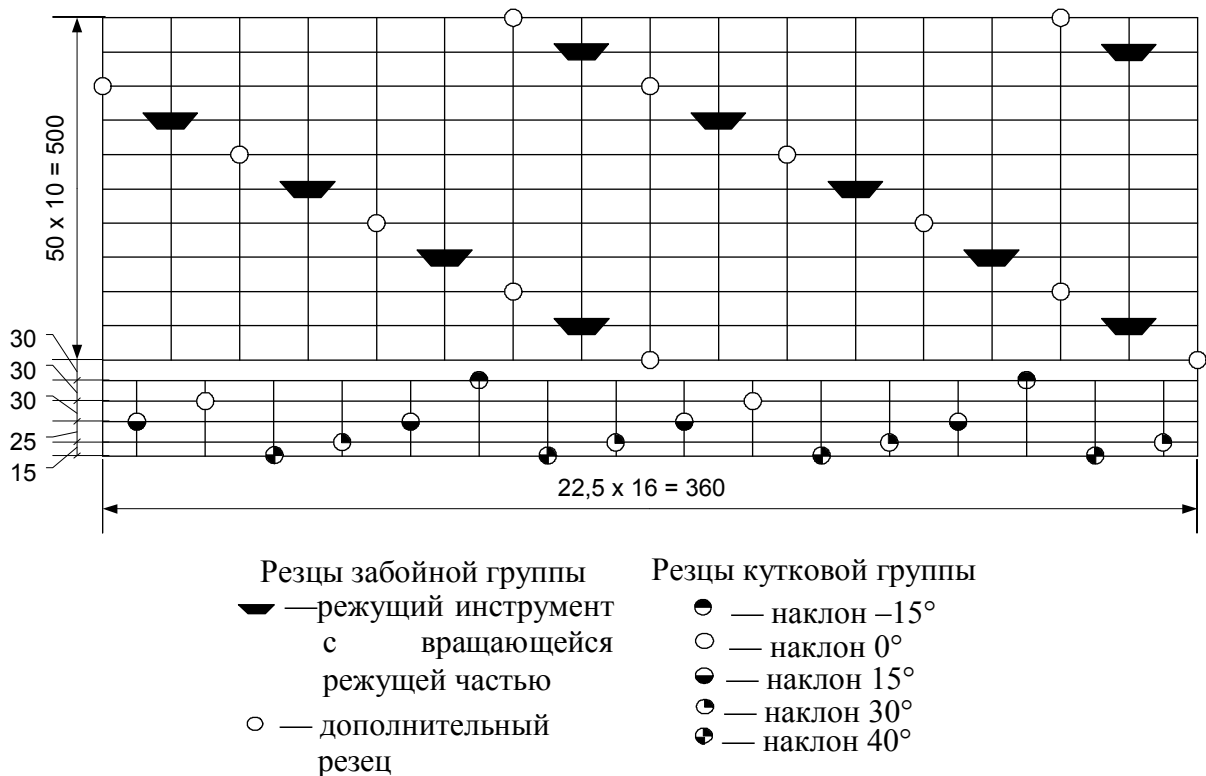


Рисунок 4 – Комбинированная схема набора режущего инструмента с вращающейся режущей частью на экспериментальном исполнительном органе

Кроме того, для облегчения работы резцов с вращающейся режущей частью и формирование сечения среза в виде уступа, свободная поверхность которого должна быть расположена со стороны наклонной грани резца с вращающейся режущей частью, установлен впереди идущий дополнительный резец.

При проведении сравнительных промышленных испытаний зафиксировано увеличение среднесуточной нагрузки на лаву на 12 %, при оснащении комбайна шнеками с переменным углом подъема лопастей и пространственно динамически уравновешенной схемой набора инструмента с вращающейся режущей частью типа ШРБ-160, и составила 1120 т/сут против 1000 т/сут, при оснащении комбайна серийными резцами типа РКС-2.

Кроме того, подтверждено, что ресурс инструмента с вращающейся режущей частью типа ШРБ-160 на порядок больше, в сравнении с ресурсом серийных резцов. Так, за время испытаний режущий инструмент с вращающейся режущей частью отработал 193 рабочие смены и на момент окончания испытаний находился в работоспособном состоянии, в отличие от резцов тангенциального типа РКС-2, которые требовали практически ежесуточной замены.

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании выше сказанного, можно сделать следующие выводы, что применение инструмента с вращающейся режущей частью типа ШРБ-160 приводит к увеличению суточной нагрузки на лаву благодаря комбинированному разрушению угольного массива со сниженными удельными энергозатратами и уменьшению времени простоя комбайна, связанного с заменой режущего инструмента.

Список литературы

1. Коршунов А.Н. К вопросу исследования процесса разрушения угля дисковыми шарошками / А.Н.Коршунов, Д.М.Дергунов, Ф.В. Корчуганов // Механизация горных работ. – 1971. – № 32. – С. 3-11.
2. Особенности формирования сил на гранях режущего инструмента с вращающейся режущей частью / Н.Г. Бойко, Е.Н. Бойко, О.В. Федоров, В.А. Мельников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-електромеханічна». – Донецьк: ДонНТУ, 2006. - № 104. – С. 3-9.
3. Бойко Е. Н. Стенд для исследования процесса разрушения массива угля режущим инструментом с вращающейся режущей частью / Е. Н.Бойко, О. В.Федоров, В. А. Мельников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-електромеханічна». — Донецьк: ДонНТУ, 2006. - № 113. — С. 33-41.
4. Бойко Н.Г. Влияние режима разрушения пласта на величину усилий на вращающемся режущем инструменте / Н.Г.Бойко, О.В.Федоров, В.А.Мельников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-електромеханічна». — Донецьк: ДонНТУ, 2008. - № 142. — С.33-40.

5. Бойко Н.Г. Износ режущего инструмента с вращающейся режущей частью / Н.Г.Бойко, О.В.Федоров, В.А.Мельников // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Гірничо-електромеханічна». — Донецьк: ДонНТУ, 2009. - № 157. — С.102-109.

М.Г.Бойко, Є.М. Бойко, О.В.Федоров, В.О.Мельников. Промислові випробування різального інструменту з обертовою різучою частиною. Розглянуто питання вибору умов і засобів проведення промислових випробувань інструменту з обертовою різучою частиною.

очисний комбайн, виконавчий орган, різець, ресурс, продуктивність, навантаження на лаву

N.Boiko, E.Boiko, O.Fedorov, V.Melnikov. Industrial Tests of a Cutting Tool with a Rotary Cutting Part. The question of choosing conditions and means of conducting industrial tests of a cutting tool with a rotary cutting part is considered.

cutter-loader, effectors, cutting tool, deterioration, productivity

Стаття надійшла до редколегії 15.10.2010

Рецензент: зав. каф. «Гірничі машини» ДонНТУ, д-р техн. наук, проф. А.К.Семенченко

© Бойко Н.Г., Бойко Е.Н., Федоров О.В., Мельников В.А., 2010