

ПАРАМЕТРЫ РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТА РЕЗЦАМИ С РАБОЧЕЙ БОКОВОЙ ГРАНЬЮ

Бойко Н.Г., докт. тех. наук., проф.,
Бойко Е.Н., канд. техн. наук, Федоров О.В., канд. техн. наук,
Донецкий национальный технический университет

Исследовано влияние параметров сечения среза на эффективность разрушения пласта резцом с рабочей боковой гранью, и разработана методика определения рациональных значений этих параметров.

The influence of parameters of cutting on efficiency of a seam destruction by a cutter with a working lateral face is investigated and the technique of definition of rational values of these parameters is developed.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Проблема повышения эффективности работы очистных комбайнов — снижения удельных энергозатрат, улучшения сортности добытого угля, уменьшения расхода резцов и динамичности нагрузки на исполнительном органе — является актуальной для угольной промышленности, и связана с такими важными научными и практическими задачами, как снижение энерго- и ресурсоемкости добычных работ, повышение производительности и качества продукции горных предприятий.

Анализ исследований и публикаций. Анализ отечественных и зарубежных исследований и разработок показывает, что возможности оптимизации параметров резания для резцов существующих конструкций — типов ЗР4-80 и РКС-2, и их зарубежных аналогов, — практически исчерпаны [1, 2, 5]. Одним из перспективных путей дальнейшего повышения эффективности работы очистных комбайнов является использование резцов с рабочей боковой гранью [1]. Эти резцы создают в пласте как напряжения сжатия, так и сдвига, с преобладанием последних. Это позволяет разрушать пласт со значительно меньшими удельными энергозатратами и увеличивает выход крупных фракций угля [2, 3 и 4].

Постановка задачи. Резцы с рабочей боковой гранью предназначены для работы с параметрами сечения среза, отличными от таковых для резцов указанных выше типов — с увеличенной шириной и площадью сечения среза. Отсутствие разработок по определению

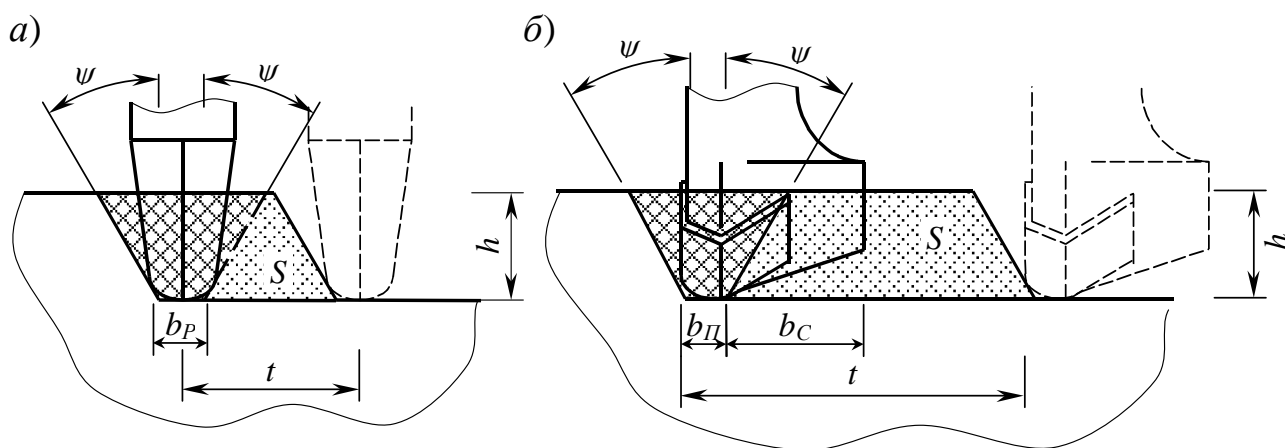


Рисунок 1 — Параметры сечения среза при разрушении пласта резцом ЗР4-80 (а) и резцом с рабочей боковой гранью (б)

значений этих параметров обусловило цели данного исследования — установить закономерности разрушения пласта резцом с рабочей боковой гранью и выработать методику определения рациональных значений параметров сечения среза.

Изложение основного материала. Параметрами сечения среза являются его толщина h и ширина t , рис. 1. Сечение стружки, снимаемой режущим инструментом существующей конструкции, ограничено. Ширина среза t , определяемая шагом установки резцов на исполнительном органе комбайна, существенно превышает ширину резца b_p , рис. 1 а. Поэтому при разрушении резцом пласта образуется борозда резания, а между соседними бороздами происходит образование межщелевого целика S . Так как уголь пласта в процессе резания находится в напряженном состоянии, происходит саморазрушение межщелевого целика. Развал борозды резания характеризуется углом ψ , зависящим как от хрупкости разрушаемого материала, так и от толщины срезаемой стружки, [5]

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{arctg} \frac{E}{\sqrt{h}}, \quad (1)$$

где E — показатель степени хрупкости пласта при резании.

Шаг установки резцов на рабочем органе выбирается таким, чтобы межщелевой целик разрушался под действием внутренних напряжений. В общем случае шаг установки резцов может быть определен по зависимости

$$t = b_p + 2h_{ц} \operatorname{tg} \psi, \quad (2)$$

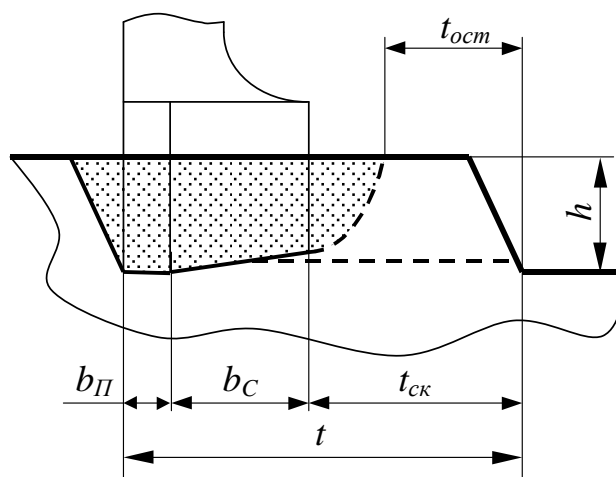


Рисунок 2 — Схема определения ширины остатка целика

где b_p — ширина режущей части резца; $h_{ц}$ — геометрическая высота межщелевого целика разрушаемого угля.

Для большинства современных очистных комбайнов ширина среза составляет 45...55 мм, а площадь сечения среза не превышает 15 см². Это обуславливает значительные удельные энергозатраты разрушения пласта (в среднем 0,4...0,7 кВт·ч/т), низкую производительность комбайна и неудовлетворительный сортовой состав добытого угля, в котором до 60% составляют мелкие фракции.

Резец с рабочей боковой гранью, в отличие от обычного резца, имеет дополнительную рабочую грань, которая разрушает образующийся межщелевой целик, рис. 1 б, создавая в нем напряжения сдвига. Шаг установки резцов с рабочей боковой гранью из условия разрушения межщелевого целика может быть определен по зависимости

$$t = b_{\Pi} + b_{С} + 2h_{ц} \operatorname{tg} \psi, \quad (3)$$

где b_{Π} и $b_{С}$ — ширина соответственно передней и рабочей боковой граней резца, рис. 1 б.

Сравнивая выражения (2) и (3), находим, что ширина среза для резцов с рабочей боковой гранью должна быть больше, чем для обычных резцов, на ширину рабочей боковой грани, которая по данным исследований [2] должна составлять порядка 40 мм. Следовательно, резцами с рабочей боковой гранью можно разрушать уголь с шириной среза 85...95 мм, т.е. вдвое больше, чем резцами существующих конструкций, что подтверждено экспериментально [2].

Для определения максимальной ширины среза, при которой межщелевой целик разрушается резцами с рабочей боковой гранью, проведены специальные экспериментальные исследования [2]. В

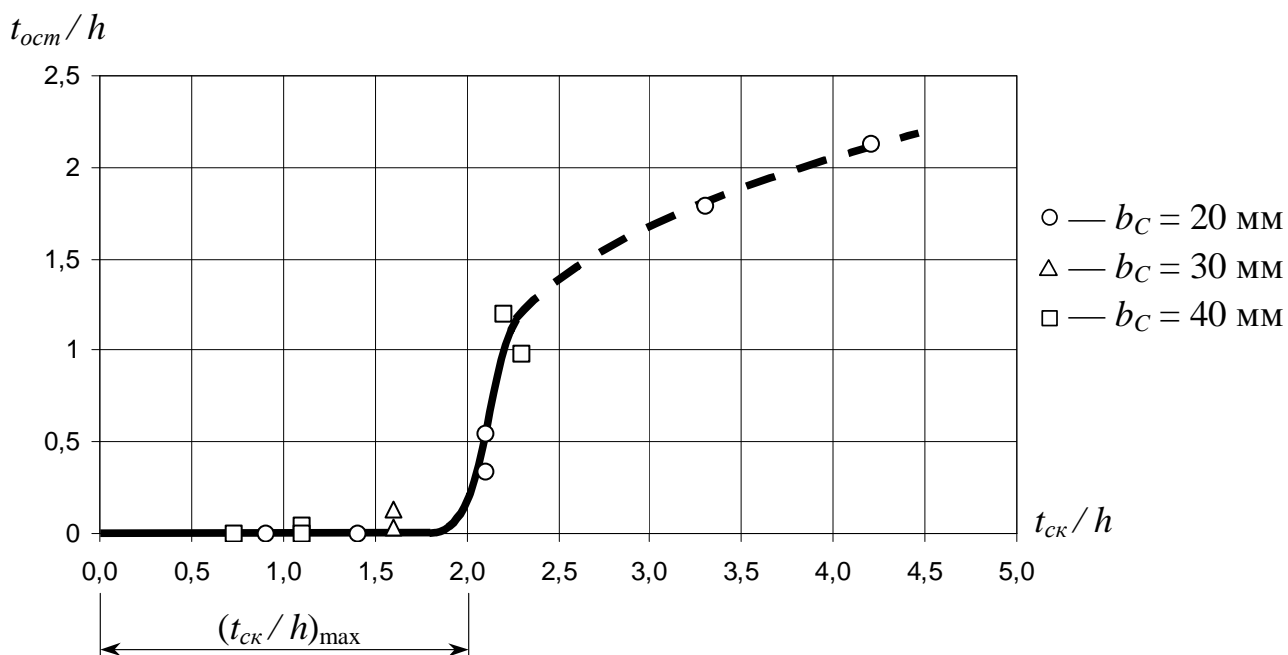


Рисунок 3 — График зависимости ширины остатка целика от ширины свободно скалывающейся части целика, нормированных по толщине стружки

опытах фиксировалась ширина остатка целика $t_{осм}$, если таковой образовывался, рис. 2.

Установлено, что величина остатка целика зависит от параметров сечения среза (ширины и толщины), а также от ширины рабочей боковой грани резца, рис. 3. Зависимость величины остатка целика от этих факторов может быть сведена к однофакторной зависимости между безразмерными величинами $t_{осм}/h$ и $t_{ск}/h$, где $t_{ск}$ — свободно скалывающаяся часть целика — та его часть, разрушение которой не обусловлено геометрией режущего инструмента, а происходит за счет формирования в целике разрушающих напряжений и развития в нем трещин, рис. 2; $t_{ск} = t - b_{П} - b_C$.

Гарантированное разрушение межщелевого целика происходит при $(t_{ск}/h)_{max} \leq 2,0$ или

$$t \leq (b_{П} + b_C + 2h), \quad (4)$$

что подтверждает зависимость (3) — для углицементного блока показатель степени хрупкости при резании составляет 1,5...2, и при глубинах резания 20...30 мм $tg \psi \approx 1$.

Для резца с шириной передней и рабочей боковой граней 10 мм и 40 мм соответственно, при средней толщине среза, равной 20 мм, ширина среза должна быть не более 90 мм. Это позволяет обеспечить

вполне удовлетворительный по удельным энергозатратам режим разрушения.

Следует отметить, что для большинства исполнительных органов очистных комбайнов характерна серпообразная форма срезаемой стружки, имеющей постоянную ширину и переменную толщину, являющуюся случайной величиной [2, 6]. Поэтому обеспечить на всем пути резания заданные параметры сечения среза не представляется возможным. Тем не менее, большая часть забоя (порядка 70%) обрабатывается резцами при толщине среза, равной или превышающей среднюю величину $h_{CP} = 2h_{max}/\pi$. На участках врезания и выхода резца из контакта с пластом толщина среза слишком мала и полного разрушения межщелевого целика происходить не будет. Тем не менее, это не создает значительных помех работе исполнительного органа, поскольку толщина среза на этих участках невелика и не разрушенный данным резцом межщелевой целик будет разрушен следующим резцом в той же линии резания.

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании теоретических и экспериментальных исследований [2, 4] можно сделать следующие выводы: увеличение ширины среза резцом с рабочей боковой гранью до 90 мм позволяет снизить приблизительно в 1,5 раза удельные энергозатраты разрушения пласта и улучшить сортовой состав добытого угля — уменьшить в 1,3...1,5 раза содержание штыба и увеличить в 1,5...2 раза выход крупных фракций. В дальнейшем необходимо исследовать экспериментально такие вопросы, как влияние на работу резца с рабочей боковой гранью хрупко-пластических свойств угля, явления отжима пласта, кливажа и др.

Список источников

1. Бойко Н.Г., Федоров О.В. Характер взаимодействия рабочей грани резца с разрушаемым материалом. // Труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 7, серия горно-электромеханическая. — Донецк: ДонГТУ, 1999. — С. 21-27.
2. Федоров О.В. Обоснование параметров режущего инструмента с рабочей боковой гранью для очистных комбайнов. Дис. ... канд. техн. наук. — Донецк.: ДонНТУ, 2001. — 179 с.
3. Формирование гранулометрического состава угля при добыче его очистными комбайнами / Бойко Н.Г., Марков Н.А., Бойко Е.Н., Федоров О.В. // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Випуск 27, серія гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонДТУ, 2001. — С. 35-64.
4. Бойко Н.Г., Бойко Е.Н., Федоров О.В. Математическое моделирование удельных энергозатрат разрушения пласта резцами с рабочей боковой гранью // Сборник научных трудов, посвященный 45-летию ДГМИ, «Перспективы развития угольной промышленности в XXI веке» / Ред. кол.: В.Н.Окалелов, А.Ю.Рутковский, С.С.Сиротин и др. — Алчевск, ДГМИ, 2002. — С. 62—66.
5. Позин Е.З., Меламед В.З., Тон В.В. Разрушение углей выемочными машинами. — М.:Недра, 1984. — 288 с.
6. Исполнительные органы очистных комбайнов для тонких пологих пластов /Бойко Н.Г., Болтян А.В., Шевцов В.Г., Марков Н.А. — Донецк: “Донеччина”, 1996. — 223 с.