

УДК 622.232.72

**Н. Г. Бойко**, докт. техн. наук, проф.,**Е. Н. Бойко**, канд. техн. наук, доц.,

Донецкий национальный технический университет

## **ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ КОМБАЙНА НА СОРТОВОЙ СОСТАВ УГЛЯ**

*Рассмотрен вопрос влияние режима работы очистного комбайна на сортовой (гранулометрический) состав добытого им угля.*

**комбайн, гранулометрический состав, уголь**

### ***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

Наиболее распространенными очистными комбайнами для добычи угля как из пластов средней мощности и выше, так и из тонких (до 1,2 м) пологих пластов являются комбайны со шнековыми исполнительными органами - комбайны типа 2ГШ-68, РКУ-10, РКУ-13, 1К-101У, К-103, УКД-200, УДК-300 и др. Энерговооруженность этих комбайнов довольно значительна и составляет 132 - 300 кВт. В качестве режущего инструмента применяются радиальные типа ЗР4-80 и тангенциальные типа РКС (РГ501) резцы. Наиболее часто применяемая схема резания - последовательная, как правило, при двух резцах в линии резания. Шаг резания в зависимости от сопротивляемости угля резанию изменяется в пределах 45-55 мм. Принятая частота вращения исполнительных органов у этих комбайнов составляет 55 мин<sup>-1</sup> для комбайнов типа 2ГШ-68 и около 80 мин<sup>-1</sup> для комбайнов типа 1К-101У, К-103, УКД-200, УДК-300. Скорость механизмов перемещения комбайнов переменная и изменяется от 0 до 5,5 м/мин.

С учетом ряда ограничивающих факторов - газообильности пласта, погрузочной способности исполнительного органа, скорости крепления и др. фактическая скорость перемещения комбайна составляет в среднем 2,5-3,5 м/мин.

Для принятых параметров схемы набора режущего инструмента, радиального вылета резца, частоты вращения исполнительного органа и фактической скорости перемещения комбайна средняя толщина среза составляет 1-1,4 см для частоты вращения шнека 80 мин<sup>-1</sup> и 2,5-3,5 см для частоты вращения шнека 55 мин<sup>-1</sup>, а площадь сечения среза изменяется от 4,5 до 19 см<sup>2</sup>.

Небольшие толщины и малые площади сечения среза являются одной из причин значительных удельных затрат энергии разрушения

пласта исполнительным органом и относительно большого (до 65 % для энергетических и коксующих марок углей и до 72 % для антрацитовых марок углей) содержания мелких фракций в добытом угле [ 1 ]. Большая часть мелких фракций угля относится к так называемому штыбу - размер гранул от 0 до 6 мм.

Формирование сортового состава угля при добыче его очистными комбайнами является одним из актуальных вопросов в настоящее время. Это обусловлено в первую очередь тем, что обогатительные фабрики Украины практически не могут обогащать мелкофракционный уголь (штыб), зольность которого достигает 35% . И поэтому его используют необогащенным, что, с одной стороны, уменьшает его теплотворную способность, с другой, - ведет к увеличенному объему золы.

**Анализ исследований и публикаций.** В настоящее время, насколько нам известно, вопросом формирования, т.е. аналитического описания процесса формирования сортового (гранулометрического) состава угля при добыче его очистными комбайнами никто не занимается. Известные разработки по этому вопросу относятся примерно к середине прошлого столетия и носят больше экспериментальный характер, чем аналитический (см., например, [ 2, 3 ]).

Изучение этого вопроса с использованием системного подхода и современного математического аппарата в сочетании с экспериментальной проверкой в реальных условиях эксплуатации комбайнов в последние годы выполняются в Донецком национальном университете под научным руководством и непосредственным участии докт. техн. наук, проф. Н.Г. Бойко (см., например, [ 4 ]).

**Постановка задачи.** Связь между математическими ожиданиями удельных энергозатрат разрушения пласта и гранулометрического состава разрушенного угля, точнее, медианного диаметра гранул, согласно [ 4 ], имеет вид

$$d_m = 2 \sqrt{\frac{k_w(M+N)A_p}{\pi(W_p - k_wFA_p)}} = 2 \sqrt{\frac{\bar{k}_w A_p}{\widehat{W}_p}}.$$

Здесь  $\bar{k}_w = k_w(M+N)/\pi$ ,  $\widehat{W}_p = W_p - k_wFA_p$ ,  $M, N, F$  – постоянные.

Откуда следует, что медианный диаметр гранул разрушенного угля рабочим органом пропорционален корню квадратному отношению сопротивляемости угля резанию к удельным затратам энергии разрушения пласта. Или, медианный диаметр гранул угля, разрушенного рабочим органом, увеличивается с увеличением сопротивляемо-

сти угля резанню и с уменьшением удельных затрат энергии его разрушения, что, в общем-то, не противоречит экспериментальным данным.

Удельные затраты энергии разрушения пласта как функция толщины среза, согласно [ 4 ], имеют вид

$$W_p = k_w \left\{ \left[ F + \frac{M}{h_{cp}} \right] A_p + \frac{N}{h_{cp}} \right\},$$

и являются гиперболической функцией толщины среза (стружки) асимптотически стремящейся к минимальной величине с ее увеличением.

Поэтому медианный диаметр гранул угля с увеличением толщины среза будет увеличиваться. Следовательно, одним из путей улучшения сортового (гранулометрического) состава угля, добытого очистным комбайном, рабочие органы которого' оснащены режущим инструментом существующей конструкции, является увеличение толщины среза.

Для принятых параметров комбайнов и схем набора режущего инструмента их их исполнительных органов только у комбайнов типа 2ГШ-68 возможно в принципе обеспечение средней толщины среза до 3 см и величины площади среза до 16,5 см при толщине среза 4,5-5,5 см. Однако и у этих комбайнов разрушение пласта производится тем же, что и во всех остальных очистных комбайнах, путем раздавливания части пласта по величине равной толщине среза, рис. 1.

Поэтому и для комбайнов типа 2ГШ-68 ожидать значительного улучшения сортового (гранулометрического) состава добытого ими угля не следует даже при максимально возможной скорости перемещения. Для комбайнов типа ИСКИ, УКД-200, УКД-300, у которых частота вращения исполнительного органа составляет 80 мин<sup>-1</sup>, т.е. почти в 1,5 раза выше, чем у комбайнов типа 2ГШ-68 указанные выше значения толщины и сечения среза меньше примерно в 1,5 раза. Следовательно, при добыче угля этими типами комбайнов ожидать улучшения сортового (гранулометрического) состава тем более не приходится.

Из изложенного следует, что при существующей у очистных комбайнов схеме разрушения пласта увеличение толщины среза, а следовательно, и площади сечения среза не даст желаемых результатов - улучшение сортового состава добытого угля. Это обусловлено тем, что уже при средней толщине среза около 3 см удельные затраты

энергии достигают минимальной для данной сопротивляемости угля резанию величины и стабилизируются.

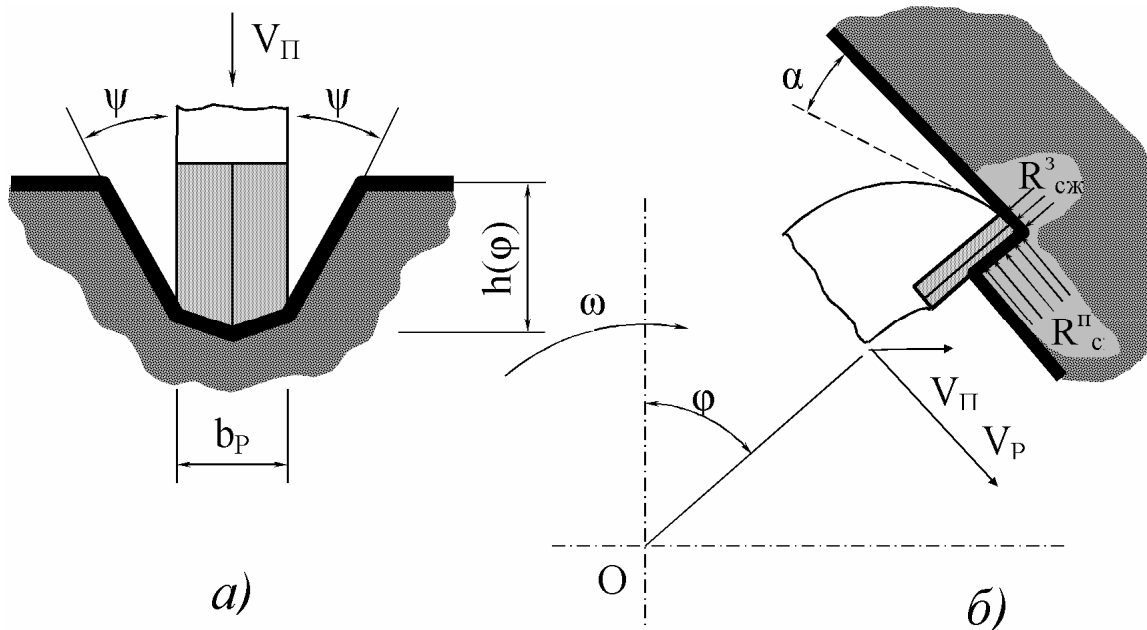


Рис.1 – Схема разрушения пласта радиальным резцом существующей конструкции

Существенного снижения удельных затрат энергии разрушения пласта и на этой основе улучшение сортового (гранулометрического) состава добытого угля можно путем изменения характера разрушения пласта, используя при этом свойство горных пород, в том числе и угля, значительно меньшего (не менее чем на порядок) сопротивления разрушению разрывом (сдвигом) по сравнению с разрушением сжатием.

В этом случае режущий инструмент должен иметь, по крайней мере, три рабочих грани - переднюю, заднюю и одну боковую: левую или правую. При такой конструкции режущего инструмента разрушение пласта происходит, как показано на рис. 2.

Одна из боковых рабочих граней производит разрушение так называемого межщелевого целика, создавая в нем напряжение сдвига. При этом удельные затраты энергии на разрушение пласта значительно меньше их величины при разрушении пласта раздавливанием, как принято для существующего режущего инструмента. Расчеты показывают, что при незначительном увеличении полной силы резания (порядка 20 %) значительно увеличивается площадь среза (стружки) - в среднем в 5-7 раз - и значительно (примерно в 2 раза) уменьшаются удельные затраты энергии на разрушение пласта.

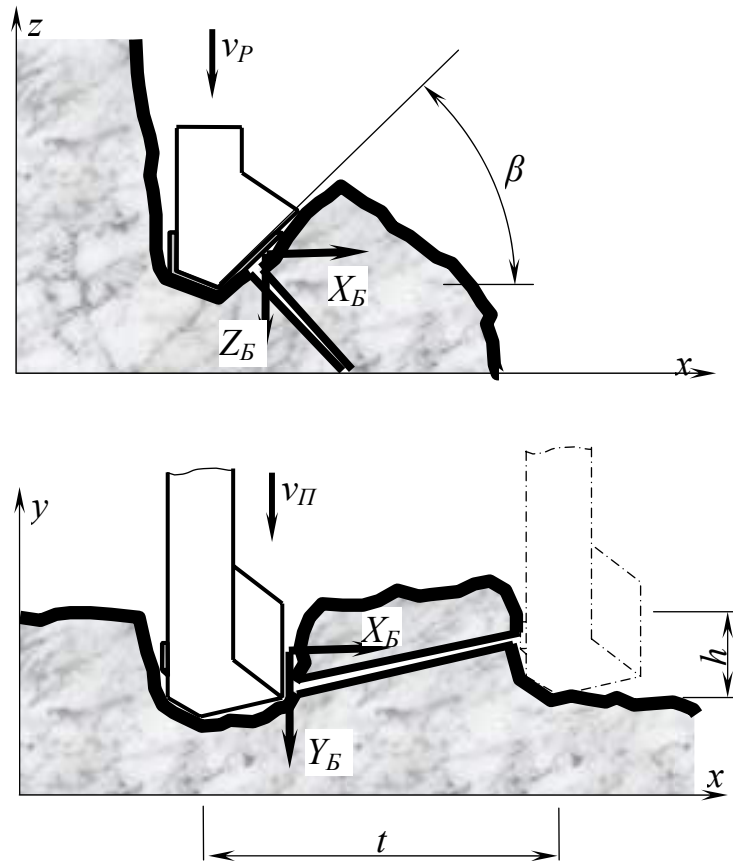


Рис 2 – Схема разрушения угля резцом с рабочей боковой гранью

**Изложение материала и результаты.** Для получения количественных показателей улучшения сортового состава угля при применении резцов с рабочей боковой гранью с участием автора работы были изготовлены: партия резцов с рабочей боковой гранью и шнеки, и проведены их испытания. В качестве очистных комбайнов были использованы комбайны типа 1К-101У.

Испытания проводились на шахтах Донбасса - ГОАО «Шахта Южнодонбасская №1» и шахта им. Д.С.Коротченко ГХК «Селидово-уголь». На шахте «Южнодонбасская №1» испытания проводились в 24-й восточной лаве пласта  $C_{11}$  мощностью 0,88 - 1,27 м с прослойком песчанистого сланца мощностью 2 см, уголь марки ДГ. Сопrotивляемость угля резанию 270 даН/см. На шахте им. Д.С.Коротченко испытания проводились в 9-й южной лаве пласта  $l_1$  мощностью 1,2 - 1,29 м, уголь марки Г. Сопrotивляемость угля резанию 225 даН/см. Результаты ситового анализа добытого угля приведены ниже [ 4 ]:

Класс, мм	+ 150	150-100	100-50	50-25	25-13	13-6	6-0
-----------	-------	---------	--------	-------	-------	------	-----

Шахта «Южнодонбасская №1», пласт С<sub>11</sub>

При оснащении рабочего органа резцами с рабочей боковой гранью - ЗРБ2-80Л

*Относ.*

<i>содерж., %</i>	4,2	6,7	21,8	20,9	19,0	9,2	10,4
-------------------	-----	-----	------	------	------	-----	------

При оснащении рабочего органа серийно выпускаемыми резцами - ЗР4-80

*Относ.*

<i>содерж., %</i>	3,9	3,3	13,3	15,0	16,1	11,8	18,9
-------------------	-----	-----	------	------	------	------	------

<i>Изменения</i>	+1,08	+2,03	+1,64	+1,40	+1,18	-0,78	-0,55
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Шахта им. В.Д. Коротченко, пласт l<sub>1</sub>

При оснащении рабочего органа резцами с рабочей боковой гранью - ЗРБ2-80Л

*Относ.*

<i>содерж., %</i>	-	2,3	8,7	12,5	17,4	24,2	34,9
-------------------	---	-----	-----	------	------	------	------

При оснащении рабочего органа серийно выпускаемыми резцами - ЗР4-80

*Относ.*

<i>содерж., %</i>	-	-	5,6	6,5	17,6	23,4	46,9
-------------------	---	---	-----	-----	------	------	------

<i>Изменения</i>		+2,3	+1,55	+1,92	+1	+1,03	-0,74
------------------	--	------	-------	-------	----	-------	-------

*Примечания.* 1. Знаком «+» обозначено увеличение, знаком «-» - уменьшение.  
2. Относительное содержание фракции, неравное 100 %, по шахте «Южнодонбасская №1» обусловлено тем, что не учтено содержание породы.

Из полученных данных следует: применение резцов с рабочей боковой гранью обуславливает значительное (в среднем 1,5 - 2 раза) улучшение крупно сортовых фракций (+25 мм) и снижение мелко сортовых фракций (штыба) в среднем на 45-25 % ; увеличение сопротивляемости угля резанию и снижение удельных энергозатрат его разрушения обуславливают улучшение сортового (гранулометрического) состава добытого угля.

**Выводы.** Таким образом, принятые в существующих очистных комбайнах параметры режущего инструмента и схем их набора не позволяют существенно улучшить сортовой состав угля. Использование же режущего инструмента с рабочей боковой гранью и для существующих очистных комбайнов и установленных практикой режимов их работы возможно значительное улучшение сортового состава добытого угля.

Список источников:

1. Антипов И.В. Геомеханические и технологические основы создания нового уровня крепей очистных забоев тонких пологих пластов. Дисс. ... докт. техн. наук. Донецк, ДГТУ, 1996. – 200 с.
2. Измельчение углей при резании. Е.З.Позин, В.З.Меламед, С.М.Азовцева. – М.: "Наука", 1977. – 138 с.
3. Воронков В.П., Жуков П.П. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава углей. М., Недра, 1977.- 136 с.
4. Формирование гранулометрического состава угля при добыче его очистными комбайнами //Н.Г. Бойко, Н.А. Марков, Е.Н. Бойко, О.В. Федоров. Наукові праці Донецького державного технічного університету. Вип. 27, серія гірничо-електромеханічна. Донецьк: ДонДТУ, 2001. – С. 35-64.

Стаття надійшла до редколегії 17.09.2009

Рецензент: докт. техн. наук, проф. А. П. Кононенко

**М.Г.Бойко, Є.М.Бойко.** Вплив режиму роботи комбайну на сортовий склад вугілля. Розглянуті питання впливу режиму роботи очисного комбайну на сортовий (гранулометричний) склад видобутого їм вугілля.

**комбайн, гранулометричний склад, вугілля**

**N.Boyko, Ye.Boyko.** The Influence of Mining Combine Operating Mode on Coal Grading. The influence of mining combine operating mode on coal granulometric composition is considered.

**mining combine, granulometric composition, coal**

© Н. Г. Бойко, Е. Н. Бойко, 2009