© В.П. Плотников, 2013

УДК 622.232.72:622.33442:005.61

В.П. Плотников

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБАЙНОВ ПО КРУПНОСТИ УГЛЯ

Оценивается эффективность работы комбайнов по крупности угля, определены направления исследования и решения этой проблемы. Предложены понятия теоретической, технической, эксплуатационной стоимости, абсолютной и относительной стоимости потерянного качества угля. Предложены формулы для расчета этих стоимостей. По этим формулам определены экономические потери от переизмельчения угля современными комбайнами, а также возможная прибыль от улучшения качества угля при добыче его комбайнами и стругами с гидроприводом, предложенными автором.

Ключевые слова: крупность угля, эффективность работы комбайнов, стоимость, экономические потери.

В первой половине прошлого века большое внимание уделялось добыче крупного угля. В США более 100 млн т, т.е. 18 %, в год угля добывалось патронами сжатого воздуха «Аэрдокс». Широко применялись врубовые машины и комбайны с врубовыми исполнительными органами, взрывная отбойка и отбойные молотки, которые давали небольшой выход мелкого угля (штыба) (0-6 мм) - 20-30 %. Крупный уголь эффективно сжигался в топках слоевого горения паровозов, электростанций и котельных с высоким КПД - 78 %. При слоевом сжигании рядового угля (0-300 мм), содержащего 60 % штыба, КПД горения снижается до 32 % [1]. Перерасход угля при слоевом сжигании в СССР изменялся от 30 % до 100 %. Отечественные ученые исследовали эту проблему [1, 2, 3, 4, 5].

Для слоевого сжигания в СССР использовалось 28 % добытого угля, количество мелких котельных каждую пятилетку увеличивалось на 10 %. В 1960-1990 гг. в СССР в год путем грохочения рядового угля получалось около 100 млн т крупного угля, обогащалось 90 % коксующегося и 50 % энергетического угля. В 2010 году в России получено грохочением 15,8 млн.т. крупного угля, а обогащалось только 20 % энергетического угля [6]. Известно, что обогащение энергетического угля экономически выгодно, однако оно не эффективно при большом количестве штыба. В 1969 году в СССР на перевозку породы в угле по железной дороге расходовалось 250 млн руб. и 2,5 млн вагонов в год [1]. Профессор, доктор экономических наук И.П. Крапчин показал, что потери угля только на железных дорогах СССР изменялись от 3 до 10 % в среднем 6,5 % [1, с. 210, 212]. Часть крупного угля, наиболее пригодная к железнодорожным перевозкам, постоянно снижается и составляет около 40 %. Все современные комбайны выдают уголь с содержанием мелочи до 55 % [1, с. 208].

Для выполнения научной работы «Определение основных параметров взрывобезопасных комбайнов и стругов с гидроприводом для добычи крупного угля» автор продолжил исследования, выполненные в 1950-1960 гг. выдающимися учеными профессором, доктором технических наук А.В. Топчиевым и про-

фессором, доктором технических наук А.Ф. Кичигиным, которые со своими сотрудниками сконструировали и испытали в шахтах новые перспективные комбайны и динамические струги.

А.В. Топчиев, А.А. Пичугин, М.Т. Коленцев, Г.Е. Шевченко изготовили и испытали в шахте комбайны К-14 и К-14Г, которые разрушали пласт угля стружкой до 300 мм глубиной с энергоемкостью 0,2 кВт·ч/т, с выходом штыба 23 % [7].

А.Ф. Кичигин, А.Г. Лазуткин, А.Д. Салтанов, О.В. Ким исследовали в шахте динамический струг СДС-2 с энергией удара 5000 Дж, который разрушал пласт угля крепостью f = 2 ÷3 по М.М. Протодъяконову с энергоемкостью 0,2 кВт·ч/т с выходом штыба 23 % при глубине резания 300 мм [8].

Автор в 1965 году предложил способ разрушения пласта угля буроотрывающими гидроимпульсными комбайнами. В 1965-67 годах была спроектирована и изготовлена гидравлическая импульсная установка, на которой в лаборатории разрушались разрывом бетонные блоки 500х500 мм и в шахте отрывался уголь от массива импульсами давления воды [9].

Энергоемкость отрыва угля в шахте крепостью f = 1,5 по М.М. Протодъяконову, определенная по энергии сжатого воздуха в пневмоаккумуляторе импульсной установки, изменялась от 0,13 до 0,19 кВт·ч/т, а рассчитанная по энергии импульса давления в 14-17,6 МПа - от 0,03 до 0,06 кВт·ч/т [9].

В 1969 году автор защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование возможности разрушения угля отрывом импульсами давления воды». Эта диссертация была одобрена профессором, доктором технических наук М.М. Протодъяконовым, профессором, доктором технических наук А.В. Топчиевым, профессором, доктором технических наук В.И. Солодом, профессором, доктором технических наук В.С. Мучником, профессором, доктором технических наук Н.Ф. Цяпко, профессором, доктором технических наук Г.П. Никоновым, доцентом, кандидатом технических наук К.М. Первовым, доцентом, кандидатом технических наук В.И. Зайковым, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук Т.П. Черменским и другими учеными.

На основе указанных выше исследований автор определил и опубликовал в журналах «Уголь», «Горный информационно-аналитический бюллетень МГГУ» и других изданиях основные параметры взрывобезопасных комбайнов и стругов с гидроприводом для добычи крупного угля.

Для подтверждения выбора направления исследования, актуальности, целесообразности и перспективности этой работы в данной статье выполнен экономический анализ проблемы крупности угля, добываемого в России.

Для анализа экономической эффективности работы комбайнов на предприятиях угольной промышленности России необходимо более точно определять стоимость угля разной крупности, добытого современной техникой. Поэтому предлагается ввести понятия теоретической, технической и эксплуатационной стоимости угля, а также понятия абсолютной и относительной стоимости потерянного качества угля [10].

Абсолютную стоимость потерянного качества угля можно выразить формулой

$$C_{пка} = p \cdot Д_{ш}, \text{руб.} \quad (1)$$

где р - разница цен крупно-средних классов угля и штыба (0-6 мм), которая по угольной промышленности СССР в ценах 1967 года составляла 10 руб./т [2]; $Д_ш$

- добыча штыба, т, обычно выражается в процентах или десятичной дробью от общей добычи угля $Д_{об}$.

Выход штыба в среднем в СССР - 61,4 % [1].

$$C_{пка} = p \cdot Д_{об} \cdot g_{ш}, \text{ руб.}; \; C_{пка} = 0,614 p \cdot Д_{об}, \text{ руб.} \quad (2)$$

$$Д_{ш} = 0,614 Д_{об}, \text{ т}$$

Относительную стоимость потерянного качества угля найдем по формуле

$$C_{пко} = \frac{C_{пка}}{Д_{об}} = p \cdot Д_{ш} = 10 \cdot 0,614 \; руб/\text{т} = 6 \, руб. 14 коп. \; на \; 1 \text{ т} \; угля \quad (3)$$

Поэтому можно утверждать, что на каждой добытой в СССР тонне угля в 1960-1982 годах угольная промышленность теряла в ценах 1967 года 6 руб. 14 коп. только из-за переизмельчения угля. При добыче в СССР в 1981 году 782 млн т угля абсолютная стоимость потерянного качества составила 4 млрд 800 млн руб. Известно, что в первые годы внедрения комплексной механизации в угольной промышленности СССР удалось снизить себестоимость угля на 1-2 руб/т, максимум на 3 руб/т, поэтому можно сделать вывод, что узкозахватные комбайны и механизированные крепи привели к громадным экономическим потерям по сравнению с применяемыми ранее широкозахватными комбайнами, имевшими врубовые баровые исполнительные органы.

Стоимость 1 т плитного угля (100-300 мм) назовем теоретической - $С_п$.

Стоимость рядового угля (0-300 мм) - технической – $С_р$.

$$C_p = \sum C_{pl} \cdot g_l \text{ , руб/т} \quad (4)$$

где C_{pl} и g_l - техническая стоимость и выход угля разной крупности.

Разность

$$C_П - \sum C_{pl} g_l \quad (5)$$

относительная стоимость потерянного качества угля, руб/т.

Известно, что 1 тонна крупносреднего угля дороже штыба на 10 руб. (в ценах 1967 года) и также дороже штыба в 2 раза. Поэтому можно составить уравнение для определения средневзвешенной стоимости угля по двум случайным величинам за период 1964-1981 годов (в 1982 году цены на уголь были повышены от 30 до 80 %).

$$C_{рс} = 0,614 \cdot C_{ш} + 0,386 \cdot 2C_{ш}, \quad (6)$$

где $С_ш$ - стоимость штыба 10 руб/т, $2С_Ш$ - стоимость крупносреднего угля в ценах 1967 года.

$$С_{рс} = (6,14 + 7,72) \text{ руб/т} = 13,86 \text{ руб/т} \quad (7)$$

При потерях угля на железной дороге 6,5 %, т.е. 50,83 млн т это стоило 508,3 млн руб. в год. Перерасход рядового угля (0-300 мм) при слоевом сжигании 55 млн т в год привел к экономическим потерям 762,3 млн руб. в год. Итого: общие экономические потери в год за период 1964-1981 годов составляли

$С_{пка}$ = (4800+508,3+762,3) млн руб. = 6070,6 млн руб. в год.

Для сравнения напомним, что строительство Западно-Сибирского металлургического комбината (ЗапСиба) с жилым районом на 100 тыс. жителей стоило 2,2 млрд руб., автозавода ВАЗ с городом Тольятти - 3,5 млрд руб., автозавода КАМАЗ с городом Набережные Челны - 5,4 млрд руб.

В России в 2010 году добыто 323 млн т угля. Учитывая, что при открытой добыче уголь измельчается как и при подземной, а также то, что крупносредний уголь (6-300 мм) дороже штыба в 2 раза можно записать уравнение для определения средней цены на рядовой уголь ($C_{рс}$) в 2010 году по двум случайным величинам, ценам штыба $C_ш$ и крупносреднего угля

$C_{кс} = 2C_ш$

$C_{рс} = 0{,}614C_Ш + 0{,}386 \cdot 2C_Ш$, руб/т, (8)

где $C_{рс}$ = 970 руб/т [6].

$970 = 0{,}614C_Ш + 0{,}386 \cdot 2C_Ш$, руб/т (9)

$C_ш$ = 700 руб/т,

$C_{кс.}$ = 1400 руб/т.

Выход штыба в угольной промышленности России в 2010 году:

$Q_ш = 323 \cdot 0{,}614$ млн т = 198,3 млн т в год. (10)

Абсолютную стоимость потерянного качества угля в России в 2010 году составила:

$C_{пка} = 198300000 \cdot 700$ руб. = 138,825 млрд руб. в год. (11)

Потери угля на железной дороге в 2010 году составили 6,5 %, т.е. 21 млн т в год. Стоимость этих потерь равна

$C_{пж} = 21000000 \cdot 700$ руб. = 14,697 млрд руб. в год (12)

В 2010 году получено сортового угля для слоевого сжигания 15,8 млн т, всего сожжено 56,2 млн т.

Объем сожженного рядового угля составит

$Q_{рсж} = (56{,}2 - 15{,}8)$ млн т = 40,4 млн т в год. (13)

При перерасходе рядового угля 50 % его стоимость будет равна

$C_{пер} = 40400000 \cdot 0{,}33 \cdot 970$ руб = =12,932 млрд руб. в год. (14)

Полные экономические потери в 2010 году от переизмельчения угля современными узкозахватными комбайнами составили

$C_{пол} = (138{,}825 + 14{,}696 + 12{,}932)$ млрд руб. в год.

$C_{пол}$ = 166,454 млрд руб. в год. (15)

Исследования профессора, доктора технических наук Топчиева А.В. показали, что выход штыба при глубине резания до 300 мм составляет 23 %. На скребковом забойном конвейере образуется 10 % штыба, итого 33 %.

Абсолютную стоимость потерянного качества угля при резании пласта угля комбайном с гидроприводом, предлагаемым автором при глубине резания до 300 мм могла в 2010 году составить:

$C_{пка} = 323000000 \cdot 0{,}33 \cdot = 700$ руб. = 74,613 млрд руб. в год. (16)

Потери угля на железной дороге будут стоить как и в предыдущем случае 14,697 млрд руб. в год.

Потери угля от слоевого сжигания можно также принять 12,932 млрд руб. в год (как и предыдущем варианте).

Общие суммарные экономические потери в угольной промышленности России в результате применения корончатых комбайнов с гидроприводом рабочих органов в 2010 году могли составить:

$C_{поб.1} = (74{,}613 + 14{,}697 + 12{,}932)$ млрд. руб. = 102,242 млрд руб. в год. (17)

Применение комбайнов с гидроприводом корончатого исполнительного органа, предложенного профессором, доктором технических наук А.В. Топчиевым, приведет к уменьшению экономических потерь по сравнению с современ-

ными узкозахватными комбайнами, применяемыми в шахтах России (заметим в основном зарубежными) и поэтому даст большой экономический эффект.

$Э_{к1}$ = (166,454- 102,242) млрд руб. = 64,212 млрд руб. в год. (18)

Применение динамических стругов даст такой же экономический эффект, т.к. исходные данные одинаковые.

Третий источник данного исследования - предложенный автором и защищенный авторскими свидетельствами на изобретения в СССР буроотрывающий гидроимпульсный комбайн [11, 12].

Такой комбайн будет бурить одновременно несколько шпуров трубчатыми буровыми штангами с промывкой их водой и периодически отрывать уголь от массива пласта импульсами давления воды, подаваемыми в шпуры через буровые штанги от гидравлической импульсной установки комбайна [13]. При диаметре шпуров 42 мм и расстоянии между ними 300 мм площадь резания угля коронками составит 1,7 % всей площади забоя комбайна. Выход штыба при этом составит 3-5 %. Общий выход штыба этого комбайна в 2010 г. мог составить с учетом 10 % штыба от забойного скребкового конвейера- 15 %.

Абсолютная стоимость потерянного качества угля $С_{пказ}$ в 2010 г. при добыче угля этими комбайнами:

$С_{пказ}$ = 323000000 · 0,15 · 700 руб. = 33,915 млрд руб. год. (19)

Стоимость угля, потерянного на железной дороге, как и в предыдущем случае 14,69 млрд руб. в год. Стоимость перерасходованного угля при слоевом сжигании принимаем также 12,932 млрд руб. в год.

Общие экономические потери предлагаемого буроотрывающего гидроимпульсного комбайна составят:

$С_{поб.з}$ = (33,915 + 14,697 + 12,932) млрд руб. = 61,544 млрд руб. в год. (20)

Применение этих комбайнов позволит снизить экономические потери по сравнению с современными узкозахватными комбайнами и даст экономический эффект, равный:

$Э_{фз}$ = (166,454 - 61,544) млрд руб. = 104,91 млрд руб. в год. (21)

Наиболее простым по устройству из предлагаемых комбайнов может быть малогабаритный комбайн с гидроприводом исполнительного органа корончатого типа с небольшим количеством резцов. Вращение коронок -встречное, качание их - автоматическое, гидродомкратами. Недостатком таких органов является ударный характер процесса резания угля и большое пылеобразование. В связи со взрывами метана и угольной пыли в шахтах Южного Кузбасса уместно напомнить, что применяемые методы подавления угольной пыли не эффективны. Взвешенная в воздухе угольная пыль подавляется водой только до 100 мг/м, однако количество пыли допускается не более 10 мг/м. Для широкозахватных с врубовым рабочим органом комбайнов рекомендовалось 30-50 литров воды на 1 т отбитого угля. По мнению автора для современных комбайнов этой воды должно быть не менее 200-250 литров на 1 т отбитого комбайном угля. Это известно давно, однако все знают, что при этом возникнут непреодолимые трудности. Это повысит влажность угля, смерзаемость его в вагонах зимой, в шахте потребуется много воды и магистральный трубопровод для подачи воды с поверхности, ухудшатся условия труда, т.к. спецодежда всегда будет мокрой, и т.д.

Выполненные в данной статье расчеты показывают, что комбайны и струги с гидроприводом могут обеспечить для угольной отрасли хорошую конкурентоспособность с нефтяной или газовой промышленностью. В связи с небольшими запасами разведанной в России нефти, только 5,6 % от мировых, при ее добыче, более 500 млн т в год можно сделать вывод об актуальности и перспективности поднятой автором проблемы, т.к. этих запасов хватит только на 21 год [14].

Как отмечалось выше, автор занимается своими исследованиями с 1965 года, т.е. более 45 лет, при этом многократно обращался к руководителям за помощью с финансированием, однако безрезультатно. Поэтому полностью согласен, что коррупция очень давно у нас в России наносит громадный ущерб науке и благосостоянию народа, т.к. тормозит развитие и внедрение новой техники, тормозит развитие научно-технической революции.

Еще 50 лет назад нам было известно, что самым выгодным вложением денег при капитализме было финансирование науки, научно-технического прогресса. Каждый доллар, вложенный в науку, давал 10 долларов прибыли, а в нефтяной промышленности только 8 долларов.

Для продолжения этого исследования, для конструирования экспериментальных и промышленных комбайнов необходимо хорошее финансирование. В противном случае эта научная работа в России будет прекращена и выполнена за границей. Все что можно было сделать бесплатно, автор уже сделал. Теперь нужно финансирование в количестве, соответствующем приведенному выше экономическому эффекту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Крапчин И.П.* Эффективность использования углей / И.П. Крапчин. - М.: Недра, 1976. - 240 с.
2. *Воронков В.П.* Методы прогнозирования состава углей / В.П. Воронков, П.А. Жуков. - М.: Недра, 1977. - 136 с.
3. *Немчинов В.П.* Качество, эффективность, цена топлива / В.П. Немчинов. - М.: Недра, 1983. - 175 с.
4. *Прейскурант* № 03-01. Оптовые цены на уголь, сланцы, продукты обогащения углей и брикеты. – М.: Прейскурантгиз, 1964. - 30 с.
5. *Разрушение* углей исполнительными органами выемочных машин / Д.М. Любощинский, Е.З. Позин, Ю.Н. Казак, И.С. Зильберт. - М. : Госгортехиздат, 1961. - 220 с.
6. *Таразанов И.Г.* Итоги работы угольной промышленности России за 2010 год / И.Г. Таразанов // Уголь. - 2011. - № 3. - С. 37-45.
7. *Развитие техники* для подземной добычи угля, калийных и марганцевых руд. (работы института Гипроуглемаш за 1935-1985 гг.) / под ред.В.Н. Хорина и др. - М. : Недра, 1985. - 360 с.
8. *Некоторые результаты* шахтных испытаний экспериментального образца исполнительного органа динамического струга / А.Ф. Качигин, А.Г. Лазуткин, А.Д. Салтанов, О.В. Ким // Труды Карагандинского политехнического института. - Караганда, 1965. -Вып. 5.
9. *Плотников В.П.* Исследование отрыва угля нагнетанием воды в шпур / В.П. Плотников // Гидравлическая добыча угля : реф. сб. /ЦНИИТЭИуголь. - 1969. - № 1. - С. 11-12.
10. *Плотников В.П.* Эффективная оценка способов и средств добычи угля по его крупности / В.П. Плотников // Техника и технология разработки месторождений полезных ископаемых : междунар. науч.-техн. сб. -Новокузнецк : СибГИУ, 1999. - Вып. 5. - С. 109-112.
11. *Плотников В.П.* Рабочий орган горного комбайна / В.П. Плотников. - Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1170136, КЛ Е21С27/34. - опубл. бюл. № 28, 30.07.1985.
12. *Плотников В.П.* Буроскалывающий исполнительный орган проходческого комбайна / В.П. Плотников. - Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1229334, КЛ Е21С27/12. -опубл. бюл. № 17, 07.05.1986.
13. *Плотников В.П.* Гидравлическая импульсная установка / В.П. Плотников. - Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1469125 СССР, КЛ Е21С25/60. - опубл. бюл. № 12, 30.03.1989.
14. *Нефти* на наш век хватит? // Аргументы и факты. -2011. - №38. - С. 13. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Плотников Владимир Петрович – доцент, кандидат технических наук, тел. 8 (3843) 725413