

УДК 622.232.72.031.2

## ОТСТАВАНИЕ УГЛЯ ОТ ЛОПАСТИ В ПЛОЩАДИ ОКНА ВЫГРУЗКИ ДЛЯ ШНЕКА

Тарасевич В.И., канд. техн. наук, доц.,  
Донецкий национальный технический университет,  
Тарасевич А.В., инж., шахта им. Челюскинцев

*Приведены некоторые результаты экспериментальных исследований выгрузки угля шнеком  $D_u = 0,63$  м, позволившие установить коэффициенты отставания угля в площади окна выгрузки при различных режимах работы очистного комбайна*

*Some results of experimental researches of a unloading of coal drum  $D_u = 0,63$  m are resulted, allowed to establish factors of backlog of coal in the area of a window of a unloading at various operating modes of a clearing combine*

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

В настоящее время значительные объемы добываемого угля в условиях Донбасса получают на шахтах при разработке тонких и весьма тонких пластов. Известно [1], что разработка таких пластов всегда связана с решением ряда дополнительных задач, в сравнении с разработкой более мощных угольных пластов, и прежде всего с решением одного из главных вопросов добычи полезного ископаемого – выгрузки разрушенного угля из рабочего пространства исполнительного органа очистного комбайна на забойный конвейер. Особенно важным является решение этого вопроса с учетом достижения высокой минутной производительности исполнительного органа – одного из главных факторов работы высокопроизводительного очистного комбайна, а также установления при этом минимальных удельных энергозатрат разрушения и выгрузки на конвейер полезного ископаемого. Достижение таких значений приведенных факторов возможно при конструировании оптимального исполнительного органа очистного комбайна, предназначенного для работы в условиях тонких (или весьма тонких) пластов определенной шахты (ряда шахт) с учетом заданных горно-геологических условий. Решение таких задач является актуальным.

**Анализ исследований и публикаций.** Минутная производительность шнекового исполнительного органа по выгрузке определяется

[2, 3] как функция площади его окна, заполняемой в соответствии с режимом работы шнека перемещающимся на забойный конвейер углем, а также средней в этом сечении скоростью потока выгружаемого угля. Среднюю скорость потока, как правило, выражают через аксиальную скорость шнека [2, 3, 4] с учетом коэффициента отставания угля от лопасти, или проскальзывания [5].

При определении коэффициента отставания рядом авторов предлагаются рекомендации и методики его установления, причем не совсем однозначные и рациональные, без учета некоторых достаточно важных факторов, параметров исполнительного органа. В частности, рекомендуется в работе [2] определять среднюю скорость потока с учетом наполнения шнека углем и степени циркуляции. Помимо этого необходимо также учитывать площадь потока «в пределах действия лопасти» и «истинную площадь потока», т.е. вводится целый ряд неизвестных величин, в дальнейшем принимаемых оценочным (примерным) методом.

В работе [3] приводятся экспериментально установленные данные, согласно которым расчетом определены средние значения коэффициента отставания угля от лопасти шнека в площади окна его выгрузки. Однако результаты приведены только для высоты погрузки 133 и 183 мм и для частот вращения шнека 80 и 115 об/мин. Не установлена зависимость коэффициента отставания как функция высоты погрузки и частоты вращения шнека, которая может быть использована в дальнейшем при проектировании новых шнековых исполнительных органов.

Аналитическое выражение коэффициента отставания в зоне, прилегающей к разгрузочному торцу (но не в площади окна выгрузки) шнека, приведено в [4]. Однако использование этой зависимости с целью определения числовой характеристики коэффициента представляется сложным, в связи с необходимостью проведения расчетов ряда величин, функционально зависящих от угла поворота шнека. Кроме этого, необходимо знание углов трения угля о лопасти шнека, или угла сопротивления перемещению угля с учетом его напряженного состояния, т.е. и в этом случае необходимо знать ряд экспериментальных данных некоторых величин.

При определении средней аксиальной скорости материала в шнеке, в работе [5] приводится понятие о коэффициенте проскальзывания угля относительно ступицы шнека. В этом случае движение угля внутри шнека рассматривается как движение одного целого

(сплошного) уплотненного материала, с принятой величиной средней скорости.

Проведенный анализ литературных источников показал отсутствие данных по коэффициентам отставания для натуральных образцов шнеков: эксперименты проводились, в основном, на моделях. По нашим сведениям нет данных по коэффициентам отставания угля в площади окна выгрузки. Это также показывает актуальность рассматриваемого вопроса.

**Постановка задачи:** используя экспериментальные данные, установить значения коэффициентов отставания угля от лопасти шнека в площади окна выгрузки как функции для различных высот погрузки (высоты борта забойного конвейера –  $h_{б.к.}$ , перекрывающего окно выгрузки), частоты вращения ( $n_{ш}$ ) и направления вращения.

**Характеристика условий экспериментальных исследований.** Экспериментальные исследования проводились на натурном (длиной примерно 35 м) стенде ДПИ при следующих условиях выгрузки угля на забойный конвейер:

– частота вращения шнека принималась равной 80 и 115 об/мин; для отдельных экспериментов использовались также частоты 40 и 62 об/мин;

– высота погрузки  $h_n$  варьировалась ступенчато, составляла 0,75, 133 и 183 мм;

– основное направление вращения шнека было принято «от почвы к кровле»; дополнительно проводился эксперимент при противоположном направлении вращения;

– мощность разрабатываемого пласта равна была его диаметру,  $H_{пл} = 0,63$  м;

– погрузочный щит отсутствовал, однако за шнеком устанавливался неполноразмерный щит, имитирующий корпус комбайна К-103 с зазорами у почвы, кровли и стенки забоя;

– использовался натуральный шнек диаметром  $D_n = 0,63$  м с консольными лопастями, шагом 842 мм, шириной захвата 0,8 м, двухзаходный, с вылетом резцов 65 мм; этот же шнек после сварки дополнительной ступицы к укороченной использовался затем как шнек со сплошной ступицей;

– поворотный корпус редуктора привода шнека устанавливался горизонтально;

– в качестве угольного массива использовался антрацит  $A_k$ .

При проведенні експеримента передувалося осциллографування ряду основних величин: швидкості переміщення комбайна, крутячого моменту на валу шнека, частоти його обертання, маси вугля, поступаючого в шнек, вивантажуваного на забійний конвеєр (в установленому режимі вугілля вивантажувався в рухомий тензометричний бункер), залишкового на поверхні пласта за шнеком. Експерименти проводилися в установленому режимі роботи очищувального комбайна. В цей час проводилося фотографування заповнення вугіллям площі вікна вивантаження.

**Изложение материала и результаты.** Минутную производительность шнека по выгрузке угля на забойный конвейер в площади окна можно представить

$$Q_v = F_{\max} \cdot \varphi_{\text{зап}} \cdot \gamma_{\text{рых}} \cdot V_{\text{пот}}, \quad (1)$$

где  $F_{\max}$  – максимальная площадь окна выгрузки при заданной высоте погрузки;

$\varphi_{\text{зап}}$  – коэффициент заполнения площади окна выгрузки углем при заданной высоте погрузки;

$\gamma_{\text{рых}}$  – средняя плотность потока угля в площади окна выгрузки;

$V_{\text{пот}}$  – средняя скорость потока угля в площади окна выгрузки шнека. Ее можно выразить в виде

$$V_{\text{пот}} = K_{\text{отс}} \cdot V_{\text{осев.лоп.}} \quad \text{или} \quad V_{\text{пот}} = K_{\text{отс}} \cdot S \cdot n_{\text{ш}}. \quad (2)$$

Здесь

$V_{\text{осев.лоп.}}$  – скорость лопасти шнека в осевом направлении, в сторону забойного конвеєра;

$K_{\text{отс}}$  – средний коэффициент отставания, интегрально учитывающий различное влияние скорости резания по диаметру шнека, проскальзывание, перемешивание и отставание в целом массы выгружаемого на забойный конвеєр угля от рабочих элементов шнека, определяемый в зоне площади окна выгрузки;

$S$  – шаг лопасти шнека;

$n_{\text{ш}}$  – частота вращения шнека.

Следовательно

$$Q_v = F_{\max} \cdot \varphi_{\text{зап}} \cdot \gamma_{\text{рых}} \cdot S \cdot n_{\text{ш}} \cdot K_{\text{отс}}, \quad (3)$$

откуда

$$K_{\text{отс}} = \frac{Q_v}{F_{\max} \cdot \varphi_{\text{зап}} \cdot \gamma_{\text{рых}} \cdot S \cdot n_{\text{ш}}}. \quad (4)$$

Полученные в установленном режиме работы очищувального комбайна результаты экспериментальных исследований натуральных образцов шнеков, принятые некоторые геометрические размеры исполни-

тельного органа и окна выгрузки, позволили с использованием зависимости (4) определить средние значения коэффициента отставания угля от лопасти шнека в площади окна его выгрузки.

На рисунке 1 приведены средние значения коэффициента отставания в площади окна выгрузки в зависимости от высоты погрузки и частоты вращения шнека с консольными лопастями и со сплошной ступицей. Приведенные графические зависимости определены по результатам исследований, зафиксированных до момента времени начала заштыбовывания шнека углем. Эти зависимости наглядно показывают, что минимальные средние значения коэффициента отставания устанавливаются при максимальной частоте вращения независимо от принятой в процессе исследований выгрузки угля шнеком высоты погрузки. Крутизна кривой средних значений коэффициента отставания, начиная примерно с 80...90 об/мин, уменьшается при дальнейшем увеличении частоты вращения шнека в исследованном диапазоне его частот вращений. Здесь следует отметить, что увеличение частоты вращения свыше 80...90 об/мин для шнека  $D_{ш} = 0,63$  м при рабочих скоростях перемещения очистного комбайна свыше 6...7 м/мин обуславливает повышение удельных энергозатрат выгрузки угля и значительное его пылеобразование. Малые частоты вращения шнека (например, 40 об/мин) при повышении высоты погрузки характеризуются повышенной крутизной зависимости средних величин коэффициента отставания. Это можно объяснить значительным увеличением коэффициента заполнения площади окна выгрузки, т.е. увеличением  $Q_{выгр.}$  в момент времени, предшествующий началу заштыбовки шнека.

В таблице 1 приведены средние значения коэффициента отставания в зависимости от конструкции ступицы шнека, направления его вращения и частот вращения. Из таблицы следует, что изменение направления вращения шнека «от почвы к кровле» на противоположное, при частотах вращения 80 и 115 об/мин, практически не вызывает изменений средних величин коэффициента отставания. В то же время изменение конструкции ступицы шнека («лопасти консольные» на конструкцию «сплошная ступица») обуславливает снижение средней величины коэффициента отставания примерно на 15 и 10% при высотах погрузки 0 и 133 мм (для частот вращения шнека 80 и 115 об/мин). Указанное снижение величины коэффициента отставания можно объяснить уменьшением площади окна выгрузки и, следовательно, снижением величины производительности выгрузки угля на

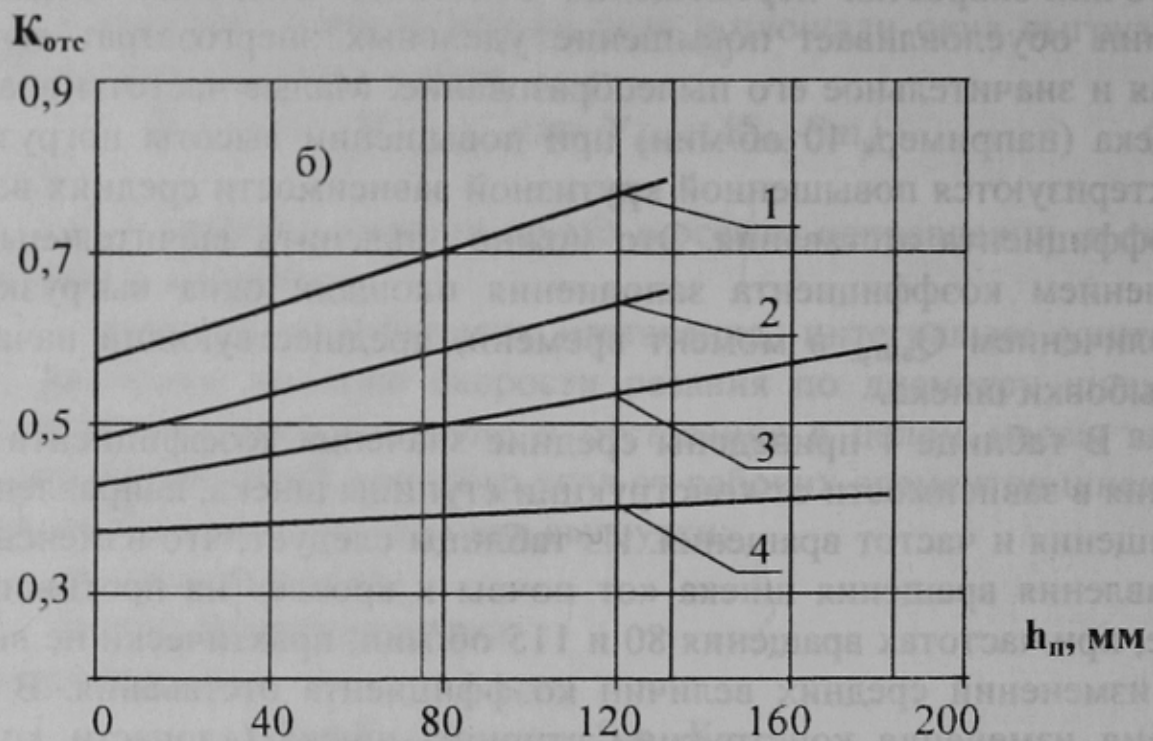
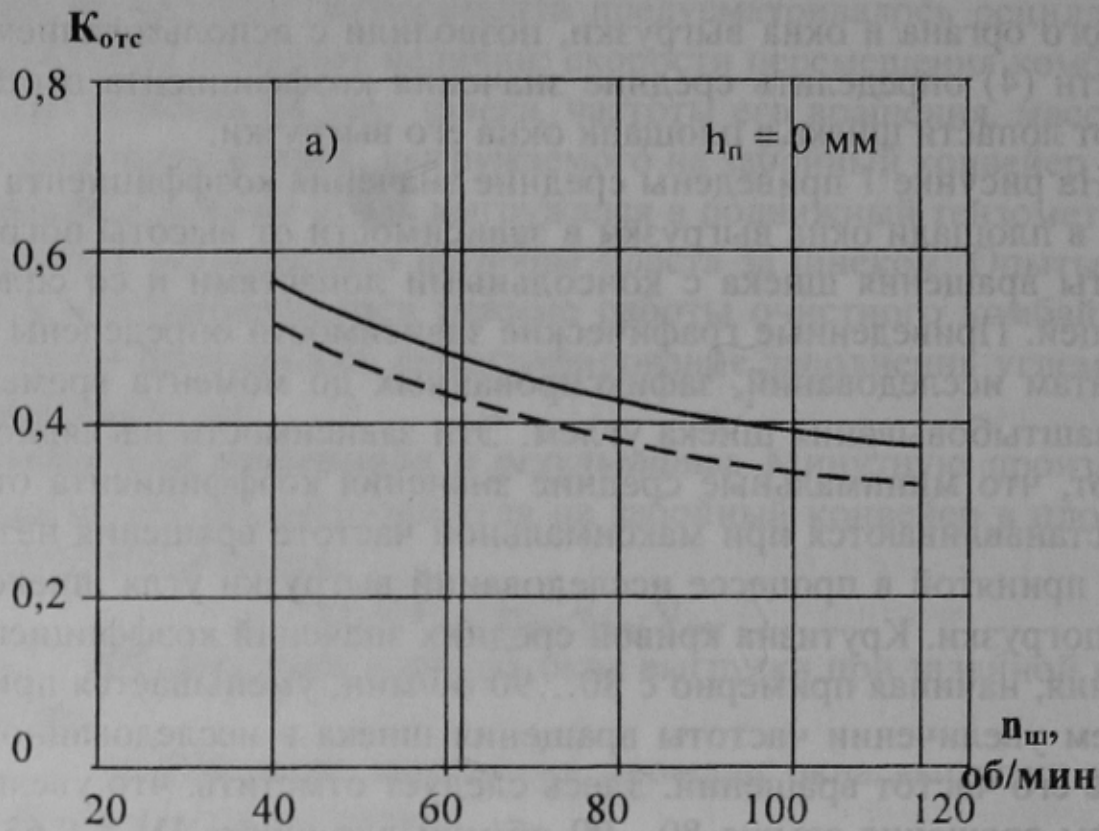





Рисунок 1 – Средние значения коэффициента отставания в зависимости от частоты вращения (а) и высоты погружки (б), при частотах вращения 1, 2, 3 и 4, соответственно 40, 62, 80 и 115 об/мин

————— лопасти консольные

----- сплошная ступица

забойный конвейер. При этом площадь ступицы шнека (определенная по торцу) при высоте погрузки 133 мм, оказывает меньшее влияние на основные параметры, в сравнении с параметрами при высоте погрузки 0 мм – в этом случае площадь ступицы оказывает большое влияние.

Таблица 1 – Средние значения коэффициента отставания угля от лопасти шнека в площади окна выгрузки

Высота погрузки, $h_{п}$ , мм	Частота вращения шнека, $n_{ш}$ , об/мин	Направление вращения шнека	Конструкция ступицы шнека	Коэффициент отставания, $K_{отс}$
133	80	от кровли к почве 	лопасти консольные	0,52
	115			0,38
0	40	от почвы к кровле 	сплошная ступица	0,53
	62			0,43
	80			0,38
	115			0,32
133	40	от почвы к кровле 	сплошная ступица	0,76
	62			0,61
	80			0,50
	115			0,36

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Проведенные экспериментальные исследования выгрузки угля на забойный конвейер шнеком  $D_{ш} = 0,63$  м, выполненные некоторые расчеты по определению средней величины коэффициента отставания угля от лопасти в площади окна выгрузки, позволили сформулировать следующие выводы:

1. Средняя величина коэффициента отставания непосредственно от значений скорости перемещения комбайна практически не зависит при выгрузке угля в установившемся режиме работы шнека до момента времени начала его заштыбовки.

2. Увеличение высоты погрузки угля от 0 до 183 мм обуславливает рост средней величины коэффициента отставания при исследованных частотах вращения шнека: при малых частотах (40 об/мин) рост  $K_{отс}$  значительный – примерно в 1,5 раза выше; при больших частотах (115 об/мин) вращения увеличение  $K_{отс}$  незначительное, составляет примерно 1,1.

3. Использование шнека со сплошной ступицей в процессе выгрузки угля в сравнении со шнеком с консольными лопастями вызы-

вает снижение средней величины коэффициента отставания в исследованном диапазоне высот погрузки и частот вращения шнека.

4. Увеличение частоты вращения шнека от 40 до 115 об/мин вызывает снижение средней величины коэффициента отставания в исследованном диапазоне высот погрузки: при высоте  $h_n = 0$  мм это снижение составляет примерно 35% для шнека с консольными лопастями.

5. Изменение направления вращения шнека «от почвы к кровле» на противоположное практически не вызывает изменений средней величины коэффициента отставания при исследованных частотах вращения и высотах погрузки.

Приведенные результаты исследований позволяют в дальнейшем, при конструировании новых шнековых исполнительных органов со шнеками диаметром  $D_n = 0,63$  м, более точно проводить выбор частот вращения, определять компоновку всего исполнительного органа с учетом расположения корпуса редуктора привода, принятых высот погрузки, направления вращения шнеков, т.е. в целом прогнозировать достижение оптимальной производительности выгрузки угля и установления возможно минимальных величин удельных энергозатрат.

Список источников.

1. Комплексная механизация и автоматизация очистных работ в угольных шахтах. // Под общей ред. Братченко Б.Ф. – М.: Недра, 1977. – 415 с.
2. Угледобывающие комбайны. // Миничев В.И. – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
3. Тарасевич В.И. Повышение производительности выгрузки угля очистными комбайнами для тонких пластов со шнековыми исполнительными органами. // Дис. ... канд. техн. наук. – Донецк, 1979. – 192 с.
4. Погрузка угля очистными комбайнами. // Бойко Н.Г. – Донецк, 2002. – 157 с.
5. Хорин В.Н., Модинон В.В. Исследования транспортирующей способности шнековых исполнительных органов комбайнов. // Уголь Украины, 1969. – С.41-44.