

## ВЛИЯНИЕ РЕЗЦОВ ШНЕКОВОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НА ВЫГРУЗКУ УГЛЯ ИЗ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

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

*Приведены некоторые результаты экспериментальных исследований выгрузки угля шнеком диаметром 0,8 м с учетом установленных резцов или снятых*

*Some results of experimental researches of a unloading coal drum by a diameter 0,8 m are given in view of the established cutters or removed*

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Выгрузка угля исполнительным органом из рабочего пространства очистного комбайна является одним из основных процессов добычи полезного ископаемого. Особенно важным представляется вопрос выгрузки при разработке тонких и весьма тонких пологопадающих пластов. Это обуславливается тем, что из-за ограничений по высоте (при малой мощности угольного пласта) корпус очистного комбайна смещается, как правило, в сторону отрабатываемого пласта (например, комбайны типа К-103). Указанное, в свою очередь, вызывает необходимость выгрузки на забойный конвейер практически всего угля, разрушенного исполнительным органом, который обычно располагается впереди по ходу перемещения комбайна. В противном случае оставшийся на почве (берме) пласта разрушенный и невыгруженный на конвейер уголь создает дополнительные сопротивления, которые значительно затрудняют перемещение комбайна вдоль линии забоя и обуславливают его работу с малой производительностью. Следовательно, для устранения приведенного недостатка необходима высокая погрузочная способность всего исполнительного органа комбайна.

**Анализ исследований и публикаций.** При определении погрузочной способности шнековых исполнительных органов очистных комбайнов вводятся и используются такие понятия, как свободный, полезный объем перед лопастью шнека, объем разрушенного угля (поступающего в шнек как функция угла его поворота), площадь окна выгрузки (по открытому торцу шнека – со стороны забойного кон-

вейера), производительность выгрузки угля [1, 2, 3]. Каждый из приведенный параметров определяется как функция ряда конструктивных величин шнека, высоты рештаков забойного конвейера, режима работы очистного комбайна, направления вращения шнеков и т.д. При этом, устанавливая аналитические зависимости полезного, свободного объема межлопастного пространства, площади окна выгрузки, используется величина  $D_n$  – внешний диаметр шнека с учетом вылета установленных на нем резцов. Эта величина  $D_n$  является одной из основных в расчетах при определении выгрузки угля шнеком. В то же время известно, что выгрузка осуществляется его лопастями, которые своими рабочими поверхностями действуют на разрушенный уголь, находящийся в межлопастном пространстве, перемещая его в сторону забойного конвейера. Поэтому в процессе выгрузки огромную роль играет высота лопасти, т.е. величина  $D_{ш}$  – диаметр шнека по наружной поверхности его лопастей. Определяя производительность шнека по выгрузке угля и ряд других параметров в [1, 2] очень часто используется понятие  $D_y$  – условный диаметр шнека, т.е. какой-то средний диаметр между  $D_n$  и  $D_{ш}$ . Введение этой величины в расчетах можно пояснить возможным захватом, при выгрузке угля, резцами шнека частиц угля и перемещением их за счет наличия контакта с другими к забойному конвейеру. Приведенное пояснение наглядно можно установить при значительном заполнении шнека, т.е. при работе очистного комбайна с высокими скоростями перемещения. Таким образом, возникла задача определения влияния на выгрузку угля

величин  $\frac{D_n - D_{ш}}{2}$ , определяющих конструктивно длину вылета рез-

цов шнека, более точно – раздельное влияние свободных площадей окон выгрузки и свободных, полезных объемов межлопастного пространства, значения которых зависят от длины вылета резцов и высоты лопастей шнека.

В таблице 1 приведены в процентах расчетные значения свободных площадей окон выгрузки и свободных, полезных объемов перед лопастью шнека (с учетом всей ширины его захвата), вычисленных раздельно по диаметру  $D_{ш}$ , а также вычисленных по разности диаметров  $D_n$  и  $D_{ш}$ . Вычисления проводились для шнеков  $D_n = 0,8, 0,71, 0,63$  и  $0,56$  м и при высоте погрузки  $h_n = 0,183$  м и вылете резцов  $l_p = 65$  мм. Сравнивая полученные значения, можно установить, что с уменьшением  $D_n$  весомость свободной от всех сопротивлений площади окна выгрузки и свободного, полезного объема перед лопастью,

образованных только за счет длины вылета резцов  $\left(\frac{D_{и} - D_{ш}}{2}\right)$ , значительно возрастают. Так, если для шнека диаметром 0,71 м отношения величин составляют примерно 50% к 50% (как площадей окон выгрузки, так и для полезных объемов), то для шнека диаметром 0,56 м эти соотношения примерно равны 75% к 25% и 60% к 40%, соответственно площадей окон выгрузки, образованных за счет длины вылета резцов ( $F_p$ ), или только высотой лопасти шнека ( $F_{Dш}$ ), а также свободных, полезных объемов, образованных за счет длины вылета резцов ( $V_p$ ), или только высоты лопасти шнека ( $V_{Dш}$ ). Увеличенная свободная площадь окна выгрузки выполняет роль раструба для выхода угля из межлопастного пространства, что обуславливает возможность увеличения производительности и снижения удельных энергозатрат выгрузки угля на забойный конвейер.

Таблица 1 – Расчетные значения свободных площадей окон выгрузки и свободных объемов

Свободные площади окон выгрузки ( $F_i$ ) и свободных объемов ( $V_i$ )	Соотношения величин в %, в зависимости от диаметра шнека ( $D_{и}$ ), в метрах			
	0,8	0,71	0,63	0,56
$F_r$ , (резцы)	30	45	60	75
$F_{Dш}$ , (по лопасти)	70	55	40	25
$V_p$ , (резцы)	45	50	55	60
$V_{Dш}$ , (по лопасти)	55	50	45	40

- Примечания к таблице:
1. Расчеты проводились для шнеков со сплошной ступицей;
  2. При вычислении свободных площадей окон выгрузки и объемов, площадь и объем резцов в общих значениях не учитывались (как величины с малыми значениями).

Приведенные результаты расчетов еще раз подчеркивают актуальность рассмотрения приведенной проблемы.

**Постановка задачи:** экспериментально установить влияние резцов шнеков малого диаметра на производительность и удельные энергозатраты выгрузки угля на забойный конвейер.

**Характеристика условий исследований.** При проведении эксперимента были выбраны следующие условия выгрузки угля на забойный конвейер:

- направление вращения шнека было принято «от кровли к почве»;
- высота погрузки составила 183 мм, на эту величину перекрывалось окно выгрузки бортом забойного конвейера;
- погрузочный щит за шнеком не был установлен, отсутствовал;
- использовался натуральный литой шнек серийно выпускаемого комбайна 1К-101 диаметром 0,8 м со сплошной ступицей, двухзаходный, с шириной захвата 0,8 м, толщиной лопасти 100 мм, вылетом резцов 65 мм;
- высота поступаемого в шнек пласта угля (мощность разрабатываемого пласта) равна была его диаметру и изменялась в зависимости от поставленных задач;
- имитация работы комбайна в забое проводилась при отработке угольного пласта по падению с углом падения 9 град., т.е. ось шнека, скребковый конвейер и забой были отклонены от горизонта на указанный угол (все оборудование, установленное на поворотной раме стенда, было наклонено на  $\alpha_{\text{стенда}} = 9$  град., выдержали схему разработки угольного массива комбайнами, работающими в лавах, подвигающихся по падению пласта);
- поворотный корпус редуктора привода шнека комбайна 1К-101 был установлен вертикально, чтобы свести к минимуму возможное перекрытие активной зоны выгрузки угля из шнека поворотным корпусом редуктора;
- в качестве угольного массива использовался антрацит  $A_k$ .

При заполнении таблицы 1 использовались принятые выше условия. В частности, для принятых условий ( $D_n = 0,8$  м,  $h_n = 0,183$  м и вертикальном расположении поворотного корпуса редуктора привода шнека) установлена максимальная свободная площадь окна выгрузки  $F_{\text{общ}} = 0,221$  м<sup>2</sup>, а также отдельно определена свободная площадь окна  $F_{D_{\text{ш}}} = 0,157$  м<sup>2</sup>, установленная с учетом наружного диаметра лопасти шнека  $D_{\text{ш}} = 0,67$  м (а не  $D_n = 0,8$  м). Тогда свободная площадь окна выгрузки, образуемая только за счет вылета резцов шнека, определялась как разность  $F_{\text{общ}}$  и  $F_{D_{\text{ш}}}$  и составила величину  $F_{\text{резцов}} = 0,064$  м<sup>2</sup>. Следовательно,

$$F_{\text{резцов}} = 30\% \text{ и } F_{D_{\text{ш}}} = 70\%.$$

Аналогично определялись свободные, полезные объемы перед лопастью шнека.

## Изложение материала и результаты.

Экспериментальные исследования на полноразмерном стенде ДПИ выгрузки угля шнеком  $D_{ш} = 0,8$  м при  $\alpha_{стенда} = 9$  град., частотах вращения 40 и 80 об/мин и скорости перемещения комбайна 1...10 м/мин, позволили установить значения производительности, мощности и удельных энергозатрат выгрузки ( $Q_{в}$ ,  $P_{в}$  и  $W_{в}$ , соответственно) в случае установленных всех резцов на шнеке и всех снятых резцов. При проведении эксперимента со снятыми всеми резцами мощность угольного пласта, поступающего в шнек, составила 0,67 м.

Результаты обработки экспериментальных данных и расчетов приведены в таблице 2. При этом, все данные для скоростей перемещения комбайна до 3 м/мин в таблице 2 не приведены, так как особого значения они не имеют (малые скорости перемещения – малые величины производительности и т.д.).

Таблица 2 – Результаты обработки экспериментальных данных выгрузки угля шнеком  $D_{ш} = 0,8$  м

$V_{ПК}$ , м/мин	На шнеке установлены все резцы			Все резцы сняты		
	$Q_{в}$ , т/мин	$P_{в}$ , кВт	$W_{в}$ , кВт·ч/т	$Q_{в}$ , т/мин	$P_{в}$ , кВт	$W_{в}$ , кВт·ч/т
$n_{ш} = 80$ об/мин						
3	0,710	6,2	0,145	0,625	5,5	0,147
4	0,920	7,1	0,129	0,810	7,0	0,144
5	1,110	8,0	0,120	0,977	8,6	0,147
6	1,280	8,9	0,116	1,127	10,1	0,149
7	1,433	9,9	0,115	1,261	11,6	0,153
8	1,560	10,9	0,116	1,373	13,1	0,159
9	1,660	12,0	0,120	1,461	14,6	0,166
10	1,720	13,3	0,129	1,514	16,1	0,177
$n_{ш} = 40$ об/мин						
3	0,850	5,5	0,108	0,795	5,3	0,111
4	1,072	6,8	0,106	1,005	7,0	0,116
5	1,250	8,2	0,109	1,170	8,6	0,122
6	1,384	9,6	0,116	1,295	10,2	0,131
7	1,454	11,1	0,127	1,360	11,9	0,146
8	1,487	12,5	0,140	1,392	13,5	0,161
9	1,506	14,3	0,158	1,410	15,6	0,183
10	1,516	17,4	0,191	1,420	18,9	0,222

Сравнивая значения, приведенные в таблице 2, можно установить:

при частоте вращения  $n_{ш} = 80$  об/мин

– независимо от скорости перемещения комбайна (1...10 м/мин) производительность по выгрузке угля шнеком, полностью оснащенный резцами, примерно на 15% выше в сравнении с производительностью шнека, у которого все резцы были сняты;

– для шнека, полностью оснащенного резцами, минимальные удельные энергозатраты при выгрузке угля (зона оптимума) определяются при скорости перемещения комбайна в интервале 6...8 м/мин; этот интервал (зона оптимума) смещается к диапазону 3...5 м/мин для шнека со снятыми всеми резцами;

– при изменении скорости перемещения комбайна от 7 до 10 м/мин удельные энергозатраты при выгрузке угля шнеком со снятыми всеми резцами возрастают примерно на 35...40%, в сравнении с энергозатратами выгрузки шнеком, оснащенный всеми резцами;

при частоте вращения  $n_{ш} = 40$  об/мин

– производительность выгрузки угля шнеком со всеми резцами примерно на 7% выше в сравнении с производительностью шнека со снятыми всеми резцами, независимо от скорости перемещения комбайна (1...10 м/мин);

– шнек, оснащенный полностью резцами, характеризуется зоной минимума удельных энергозатрат выгрузки угля в интервале скорости перемещения комбайна 3,5...4,5 м/мин и они равны примерно 0,106 кВт·ч/т;

– для шнека со снятыми всеми резцами зона минимума удельных энергозатрат выгрузки угля отсутствует в рассматриваемом диапазоне скоростей перемещения: они постоянно возрастают с увеличением скорости перемещения (с увеличением скорости от 3 до 10 м/мин возрастают в 2 раза);

– при изменении скорости перемещения комбайна в интервале 7...10 м/мин удельные энергозатраты выгрузки угля шнеком со снятыми всеми резцами увеличиваются примерно на 15%, в сравнении с энергозатратами выгрузки шнеком, оснащенный всеми резцами.

Согласно принятым условиям эксперимента, исследуемый шнек был двухзаходный. Поэтому возникла необходимость установить также влияние на выгрузку угля резцов, смонтированных на каждой лопасти в отдельности (раздельное их влияние). В связи с этим в про-

грамме експеримента передусмотрены были исследования выгрузки угля при установке всех резцов только на одной лопасти, на другой – резцы были все демонтированы. В этом случае поступающий в шнек уголь был мощностью 0,8 м. Частота вращения шнека при эксперименте была 80 об/мин.

Результаты обработки экспериментальных данных и расчетов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты обработки экспериментальных данных выгрузки угля шнеком при  $n_{ш} = 80$  об/мин (резцы сняты только с одной лопасти)

Расчетные величины	Скорость перемещения комбайна, м/мин							
	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{в}, \text{ т/мин}$	0,667	0,865	1,043	1,203	1,376	1,466	1,560	1,617
$P_{в}, \text{ кВт}$	5,9	7,2	8,4	9,6	10,9	12,1	13,3	14,6
$W_{в}, \text{ кВт}\cdot\text{ч/т}$	0,147	0,138	0,134	0,133	0,132	0,138	0,142	0,150

Сравнивая значения величин, приведенных в таблицах 2 и 3, можно установить:

- производительность по выгрузке угля, независимо от скорости перемещения комбайна (1...10 м/мин), шнеком со всеми резцами на обеих лопастях выше примерно на 7%, в сравнении с производительностью шнека с резцами только на одной лопасти;

- минимальные удельные энергозатраты при выгрузке угля шнеком с установленными резцами только на одной лопасти находятся в интервале 5...7,5 м/мин скорости перемещения комбайна и составляют 0,132 кВт·ч/т;

- отношение минимальных удельных энергозатрат при выгрузке угля шнеком с резцами на обеих лопастях к минимальным удельным затратам энергии выгрузки шнеком с резцами только на одной лопасти ниже примерно на 15%.

- при изменении скорости перемещения комбайна в диапазоне 3...10 м/мин мощность при выгрузке угля шнеком с резцами только на одной лопасти увеличивается примерно в 2,5 раза.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** Результаты экспериментальных исследований и проведенные расчеты выгрузки угля на забойный конвейер шнеком  $D_{ш} = 0,8$  м, оснащенным полностью резцами, только на одной лопасти или полностью демонтированными с обеих лопастей, с высотой погрузки  $h_{п} = 0,183$  м, углом

наклона оси шнека к горизонту 9 град., позволили сформулировать следующие выводы:

1. Резцы шнеков, их вылет, предназначенные прежде всего для разрушения угольного массива, оказывают существенное влияние на:

– увеличение свободной площади окна выгрузки на величину  $F_{\text{резц.}}$ ;

– увеличение свободного, полезного объема межлопастного пространства на величины  $V_{\text{резц.}}$ ;

– формирование величины удельных энергозатрат и производительности выгрузки угля.

2. Величина производительности выгрузки зависит от наличия и вылета резцов шнека, установленных на его лопастях:

– при частоте вращения  $n_{\text{ш}} = 80$  об/мин, независимо от скорости перемещения комбайна, производительность выгрузки каждой лопастью увеличивается примерно на 7%, в случае установки на ней резцов; для двухзаходного шнека, полностью оснащенного резцами – примерно на 15%;

– при частоте вращения  $n_{\text{ш}} = 40$  об/мин производительность выгрузки увеличивается примерно на 7% для двухзаходного шнека со всеми резцами в сравнении с производительностью шнека без резцов (все демонтированы).

3. При частоте вращения  $n_{\text{ш}} = 80$  об/мин удельные энергозатраты выгрузки угля шнеком со снятыми с обеих лопастей резцами, снятыми только с одной лопасти и полностью оснащенный резцами на обеих лопастях значительно возрастают, начиная со скорости перемещения комбайна 6, 7 и 8 м/мин, соответственно, а при скорости перемещения  $V_{\text{ПК}} = 10$  м/мин составляют 0,177, 0,150 и 0,129 кВт·ч/т, соответственно.

Приведенные результаты экспериментальных исследований позволяют в дальнейшем аналитически установить влияние площади окна выгрузки и свободного, полезного объема, образованных за счет вылета резцов, на параметры выгрузки угля шнеком диаметром 0,63 и 0,56 м.

#### Список источников.

1. Угледобывающие комбайны. В.И.Миничев. // М.: Машиностроение, 1976.- 248 с.
2. Погрузка угля очистными комбайнами. Н.Г.Бойко. //Донецк, 2002.- 157 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