

УДК 622.232.72.031.2

ЧИСЛО ЗАХОДОВ ШНЕКОВ МАЛОГО ДИАМЕТРА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ВЫГРУЗКУ УГЛЯ

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

Приведены некоторые результаты экспериментальных исследований выгрузки угля на забойный конвейер шнеком малого диаметра с различным числом лопастей.

Some results of experimental researches of a unloading coal on face the conveyor drum of a small diameter with various number of blades are given.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Одной из важнейших характеристик очистного комбайна является эффективная работа его исполнительного органа. Она определяет возможную высокую производительность комбайна, малые энергозатраты на разрушение и выгрузку угля на забойный конвейер, повышенную сортность угля. В связи с этим для вновь проектируемых очистных комбайнов указанный параметр является одним из значительных.

В эксплуатации широкое использование получили в настоящее время комбайны, имеющие шнековые исполнительные органы, о преимуществе которых, в сравнении с другими, в ряде литературных источниках имеются обширные сведения [1, 2]. Для шнековых исполнительных органов со шнеками малого диаметра (особенно 0,63 м) особой проблемой их работы является процесс выгрузки угля на конвейер. Эффективная, высокопроизводительная выгрузка угля зависит как от режимных параметров работы шнека (скорости его вращения, скорости перемещения комбайна), так и от конструктивных параметров шнека и окна выгрузки. Одним из важных вопросов при выборе конструктивных параметров шнека малого диаметра является установление оптимального числа лопастей шнека (его заходности).

Анализ исследований и публикаций. Исследования влияния числа лопастей (заходности) шнеков диаметром 0,63 м на коэффициент циркуляции угля проводились [3] на их моделях с одной, двумя и

четырьмя лопастями. Установлено, что коэффициент циркуляции практически одинаков при исследовании выгрузки угля шнеками с одной и двумя лопастями. При выгрузке угля шнеком с четырьмя лопастями коэффициент циркуляции возрастает примерно в 1,5 раза по сравнению с коэффициентом циркуляции для двухзаходного шнека. Повышенный коэффициент циркуляции в четырехзаходном шнеке можно объяснить значительным уменьшением расстояния между его лопастями, т.е. уменьшением свободного, полезного объема перед лопастями и, следовательно, всего шнека. В то же время, при исследовании выгрузки угля шнеком диаметром 2 м в работе [4] установлено, что при скорости перемещения комбайна более 6 м/мин и частоте вращения шнека 44 об/мин целесообразно применение трехзаходных шнеков. В этом случае уменьшаются затраты энергии при выгрузке угля в сравнении с двухзаходным шнеком. Действительно, шнек диаметром 2 м имеет значительный свободный, полезный объем, что позволяет использовать в нем еще одну дополнительную лопасть, практически без всякого ее влияния как на величину свободного, полезного объема шнека, так и на величину площади свободного окна выгрузки. Тем более, малая величина ширины захвата шнека с большим шагом, в сравнении с большим диаметром шнека (2 м), позволяют увеличить число циклов выгрузки за оборот шнека, уменьшить, в целом, длительность всей паузы при выгрузке угля. Очевидно так можно объяснить целесообразность рекомендаций применения трехзаходных шнеков диаметром 2 м.

Анализ рассмотренных работ позволяет установить:

- исследования влияния на выгрузку угля числа лопастей и выводы по ним в ряде случаев противоречивы;
- на натуральных образцах шнеков малого диаметра исследования не проводились;
- в литературе отсутствуют, по нашим данным, сведения о влиянии числа лопастей (заходности шнека) на длительность паузы – времени, когда шнек практически не выгружает уголь на забойный конвейер, т.е. искажается общая картина о производительности шнека очистного комбайна.

Все приведенное подчеркивает актуальность рассматриваемого вопроса.

Постановка задачи. Основная задача повышения производительности выгрузки угля на конвейер шнеками малого диаметра и

снижения удельных энергозатрат решается комплексно, с учетом также влияния числа лопастей шнека (его заходности) на указанные параметры выгрузки.

Характеристика исследований. Учитывая изложенное, в ДПИ на натуральных образцах шнеков диаметром 0,63 м и ширине захвата 0,8 м (шнеки перед исследованиями использовались в работе на шахтах) были проведены экспериментальные исследования влияния числа лопастей на выгрузку угля [5]. При этом использовались шнеки: двухзаходный, однозаходный (одна лопасть двухзаходного шнека перед исследованиями была срезана, место среза было зачищено до принятой шероховатости) и четырехзаходный. Следует отметить, что конструктивно четырехзаходный шнек был изготовлен добавлением, дополнительно к двум имеющимся литым лопастям, двух промежуточных стальных тонких лопастей, приваренных к ступице литого шнека. Конфигурация, форма лопасти, угол подъема ее полностью соответствовал, за исключением толщины лопасти, данным исследуемого шнека. Использовался шнек комбайна К-103 с консольными лопастями, т.е. примерно с половинной длиной (по ширине захвата) ступицы шнека. На второй половине, у выхода из шнека, лопасти заканчивались консольно, т.е. не имели опоры в виде ступицы шнека. Поэтому тонкие (дополнительные) лопасти на выходе, с целью создания им жесткости и заданной формы в процессе работы, приваривались к кольцу диаметром равным внутреннему диаметру ступицы и шириной около 20 мм. Принятые размеры обуславливались необходимостью максимального приближения имитации консольности лопастей. При общей толщине литой лопасти 120 мм используемая толщина дополнительных лопастей 2,5 мм практически не уменьшила величину свободного, полезного объема шнека, а только лишь эти лопасти разделили весь объем и площадь окна выгрузки на четыре части, вместо двух. Установка двух тонких дополнительных лопастей позволило проверить задачу о дополнительных элементах, интенсифицирующих выгрузку угля из шнеков малого диаметра. Число резцов, установленных на двух литых лопастях шнека для разрушения угольного массива, обеспечивало возможность работы комбайна даже с повышенными скоростями перемещения (свыше 5 м/мин). Поэтому для четырехзаходного шнека в задаче исследований, прежде всего, ставилось определение производительности выгрузки угля и возможности ее повышения.

Объем и задача исследований выгрузки угля однозаходным шнеком были аналогичны исследованиям двухзаходного шнека.

При проведении эксперимента высота погрузки принималась равной 0,133 и 0,183 м (для четырехзаходного шнека – только 0,183 м), направление вращения шнека от почвы к кровле; погрузочный щит отсутствовал. Однако за шнеком на расстоянии 200 мм устанавливался имитирующий корпус комбайна К-103 с зазорами у почвы (бермы пласта), кровли и у груди забоя (115×115×200мм).

Изложение материала и результаты. На рисунке 1 приведен фрагмент осциллограммы процесса выгрузки угля однозаходным шнеком при высоте погрузки 0,183 м, частоте вращения 80 об/мин и скорости перемещения комбайна 4 м/мин. Из осциллограммы следует, что продолжительность паузы в течение оборота шнека составляет примерно 55% при коэффициенте заполнения площади зазоров 0,8, момент сил сопротивлений $\bar{M}_c = 3450 \text{ Н}\cdot\text{м}$, коэффициент неравномерности момента сил сопротивлений по его низкой частоте примерно равен $K_{нч} = 1,5$. При выгрузке угля двухзаходным шнеком, в сравнимых режимах работы очистного комбайна, коэффициент заполнения площади зазоров примерно в 2 раза меньше; продолжительность паузы в течение оборота шнека также уменьшается на 10...15%. Здесь следует отметить, что с уменьшением скорости перемещения комбайна, оснащенного однозаходным шнеком, значение указанного выше соотношения увеличивается. Так, при скорости перемещения 2 м/мин, частоте вращения шнека 80 об/мин и высоте погрузки 0,133 м, продолжительность паузы при выгрузке угля однозаходным шнеком увеличивается на 25% в сравнении с длительностью паузы при выгрузке угля двухзаходным шнеком.

В таблице 1 приведены основные результаты экспериментальных исследований выгрузки угля на забойный конвейер однозаходным шнеком при вращении его от почвы к кровле, лопасть консольная. При высоте погрузки 0,183 м эксперимент проводился с целью установления оценок влияния высоты погрузки на процесс выгрузки угля. Поэтому основной анализ проводился по данным, зафиксированным при высоте погрузки 0,133 м.

Согласно данным таблицы 1 и значений площади окна выгрузки (с учетом диаметра шнека, его ступицы, толщины лопасти, размеров корпуса редуктора привода шнека, высоты погрузки и т.д.)

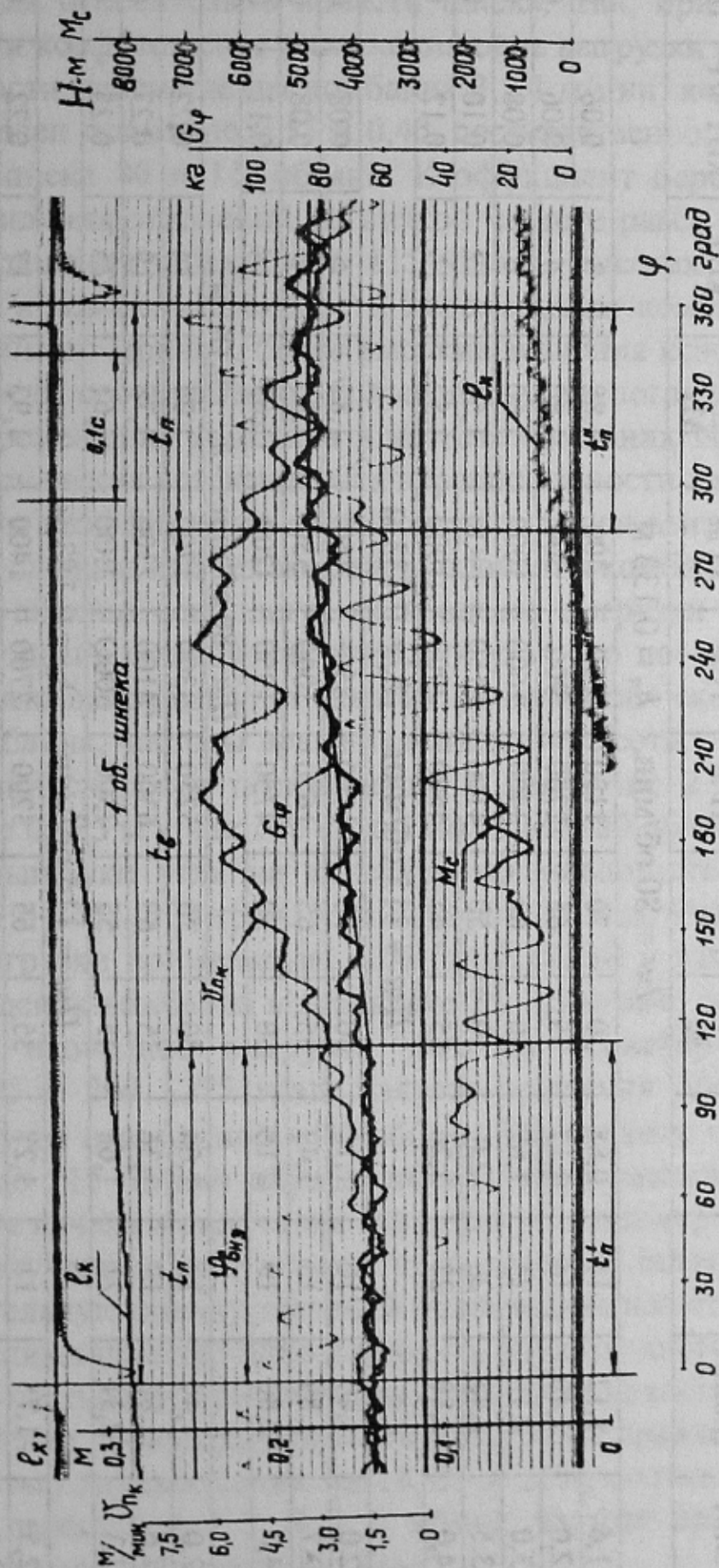


Рисунок 1 – Осциллограмма процесса выгрузки угля однозаходным шнеком при высоте погрузки 0,183 м

Таблиця 1. – Экспериментальные данные по выгрузке угля однозаходным шнеком

СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАФИКСИРОВАННЫХ ВЕЛИЧИН												
V _{Пк} , Т/МИН	Q _р , Т/МИН	Q _в ,		t _в , t _{об} %	t _п , % t _{об}	M _{max} , Н·М	M _{max} , Н·М	M _с , Н·М	K _{нч} = $\frac{M_{max}}{M_c}$	P _в , кВт	W _в , кВт ч/т	Q _з , т/МИН
		кг/об	Т/МИН									
Пш = 80 об/мин. h _н = 0,133 м												
1,6	1,12	11	0,88	30	70	1100	750	400	1,88	3	0,06	0,24
2,0	1,40	14	1,12	35	65	2700	900	500	1,80	4	0,06	0,28
3,0	2,10	21	1,68	40	60	3400	1600	1000	1,60	6	0,08	0,42
3,5	2,45	25	2,0	50	50	4100	2150	1400	1,54	12	0,10	0,45
4,0	2,80	28	2,24	55	45	4650	2900	1900	1,52	16	0,12	0,56
Пш = 115 об/мин, h _н = 0,133 м												
2,0	1,40	10	1,15	30	70	1100	850,	450	1,87	5	0,08	0,25
2,7	1,89	13	1,49	35	65	1650	1000	550	1,80	7	0,08	0,40
4,0	2,80	19	2,18	50	50	4750	1950	1200	1,63	14	0,11	0,62
Пш - 80 об/мин, h _н - 0,183 м												
2,0	1,40	13	1,04	30	70	5250	3300	1700	1,94	14	0,22	0,36
2,6	1,82	17	1,36	35	65	6300	4100	2300	1,78	19	0,23	0,46
3,3	2,31	21	1,68	45	55	7300	500Q	3100	1,61	25	0,25	0,63
Пш = 115 об/мин, h _н = 0,183 м												
2,5	1,75	11	1,27	35	65	3200	2700	1400	1,93	17	0,22	0,48
3,5	2,45	16	1,84	45	55	6050	4500	2400	1,88	28	0,26	0,61
3,8	2,66	17	1,95	50	50	6700	5000	2700	1,85	32	0,27	0,71

определялся коэффициент, характеризующий отставание выгружаемого угля относительно лопасти шнека. Так, при высоте погрузки 0,133 м и коэффициенте заполнения окна выгрузки равным примерно 1, скорости перемещения комбайна 3...4 м/мин, коэффициент отставания равен примерно 0,55 и 0,40, соответственно при частотах вращения шнека 80 и 115 об/мин. Коэффициент неравномерности момента сил сопротивлений по низкой частоте равен 2,0...1,5 при частотах вращения шнека 80 и 115 об/мин, высотах погрузки 0,133 и 0,183 м и изменении скорости перемещения комбайна в диапазоне 1,5...4 м/мин. Причем, более высокие значения коэффициента неравномерности соответствуют большей высоте погрузки, малым скоростям перемещения комбайна и частоте вращения 115 об/мин. Приведенные значения коэффициента неравномерности на 40...20% больше величины коэффициента неравномерности при выгрузке угля двухзаходным шнеком при тех же режимах работы комбайна.

Из анализа осциллограмм процесса выгрузки угля на конвейер однозаходным шнеком как функции угла его поворота установлено, что начало выгрузки угля зависит от величины скорости перемещения комбайна, частоты вращения шнека и высоты погрузки. Так, при изменении скорости перемещения в диапазоне 2...4 м/мин, высоте погрузки 0,133 м и частоте вращения шнека 80 об/мин начало и окончание выгрузки угля на конвейер устанавливается соответственно 120...75 и 245...275 град. угла поворота шнека. При увеличении высоты погрузки примерно на 40% (до 0,183 м) и изменении скорости перемещения комбайна в диапазоне 2...3,5 м/мин, соответственно начало и окончание выгрузки угля на конвейер устанавливается 160...105 и 260...275 град. Частота вращения шнека оставалась в этом случае неизменной – 80 об/мин. Повышение частоты вращения шнека до 115 об/мин обуславливает также увеличение по углу его поворота начала и окончания выгрузки угля примерно на 30%.

Полученные результаты исследований позволили выполнить сравнительную оценку значений производительности по выгрузке исследованных шнеков: однозаходного, двухзаходного и четырехзаходного. В частности, при исследовании однозаходного шнека отмечено уменьшение производительности выгрузки в сравнении с производительностью двухзаходного на 15, 20 и 25%, соответственно при скоростях перемещения 2, 4 и 5 м/мин, частоте вращения шнека 80 об/мин и высоте погрузки 0,183 м.

Подобный результат, т.е. уменьшение производительности выгрузки угля, был получен при сравнении данных исследований работы четырехзаходного и двухзаходного шнеков. Так, при скорости перемещения комбайна 6 м/мин, высоте погрузки 0,224 м и частоте вращения 80 об/мин, производительность выгрузки четырехзаходного шнека примерно на 35% меньше, чем двухзаходного при тех же параметрах исследований. Уменьшение высоты погрузки до нуля метров не улучшило результатов: при скорости перемещения комбайна 2,3 м/мин и той же частоте вращения 80 об/мин, уменьшение производительности составило 25% в сравнении с производительностью двухзаходного шнека.

Еще большее снижение производительности выгрузки угля вызвало уменьшение частоты вращения четырехзаходного шнека. В частности, при той же нулевой высоте погрузки (выгрузка осуществлялась с бермы пласта, борт забойного конвейера абсолютно не перекрывал окно выгрузки), частоте вращения шнека 40 об/мин и скорости перемещения комбайна 2,1 м/мин, производительность выгрузки четырехзаходного шнека была меньше на 55% в сравнении с производительностью двухзаходного.

Выводы и направление дальнейших исследований. Проведенные исследования, их результаты позволили установить:

1. Процесс выгрузки угля на забойный конвейер как однозаходным, так и двухзаходным шнеками прерывистый: однозаходный выгружает уголь однократно, а двухзаходный – дважды за оборот. Масса угля, выгружаемого однозаходным или четырехзаходным шнеками, меньше в сравнении с массой угля, выгружаемого двухзаходным.

2. Производительность по выгрузке угля на конвейер однозаходным шнеком меньше примерно на 25%, а четырехзаходного – примерно 35% в сравнении с производительностью двухзаходного шнека. При этом, снижение частоты вращения четырехзаходного шнека до 40 об/мин, даже при нулевой высоте погрузки, обуславливает уменьшение производительности выгрузки примерно на 55% в сравнении с производительностью двухзаходного шнека.

3. Удельные энергозатраты выгрузки угля на конвейер однозаходным шнеком составляют 0,12 кВт·ч/т при частоте его вращения 80 об/мин, высоте погрузки 0,133 м и скорости перемещения комбайна 4 м/мин. Это больше примерно в 1,5 раза величины удельных энергозатрат, установленных при выгрузке двухзаходным шнеком при тех же режимах работы комбайна.

4. Увеличение высоты погрузки с 0,133 до 0,183 м, обуславливает увеличение удельных энергозатрат примерно в 3 раза при частотах вращения однозаходного шнека 80 и 115 об/мин.

5. Повышение свободного, полезного объема и площади окна выгрузки перед лопастью однозаходного шнека, практически не обеспечивает повышения производительности, в сравнении с производительностью выгрузки угля на забойный конвейер двухзаходным шнеком.

Полученные результаты экспериментальных исследований позволяют в дальнейшем установить аналитические зависимости влияния заходности шнеков малого диаметра с учетом продолжительности пауз и коэффициентов отставания на величину производительности выгрузки угля на конвейер.

Список источников

1. Комплексная механизация и автоматизация очистных работ в угольных шахтах. Под общей редакцией Б.Ф. Братченко // М.: Недра, 1977.-415с.
2. Михалицин В.А., Серов В.А., Бобков В.И. Шнековые исполнительные органы угольных выемочных машин для пологих пластов. // НИИинформтяжмаш «Угольное и горнорудное машиностроение». М., 1967.-47с.
3. Кальманович З.З. Исследование транспортирующей способности шнековых исполнительных органов угольных комбайнов (на примере комбайнов 1К-101 и 2К-52). – Автореферат дис. ...канд. техн. наук.-М, 1968.-20с.
4. Эйхбаум Ф., Текатен Г. Исследование двух и трехзаходных шнеков выемочных комбайнов.- Глюкауф (рус. пер.)-№17, 1976.- с.10-15.
5. Тарасевич В.И. Повышение производительности выгрузки угля очистными комбайнами для тонких пластов со шнековыми исполнительными органами.- Дис. канд. техн. наук.- Донецк, 1979-192с.