

**О.Е. Шабаев /д.т.н./, В.Г. Нечепаяев /д.т.н./, Е.Ю. Степаненко /к.т.н./**  
 ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

**П.П. Зинченко**

*Институт горного дела и геологии ГОУ ВПО «ДонНТУ» (Донецк)*

## **К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТОНКИХ И ВЕСЬМА ТОНКИХ ПОЛОГОНАКЛОННЫХ ПЛАСТОВ**

*Предложена зависимость для определения технической производительности очистных комбайнов, работающих в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов, учитывающая затраты времени на технологические операции, связанные с заштыбовкой шнеков. Показано, что техническая производительность очистных комбайнов в рассматриваемых условиях эксплуатации может быть существенно повышена путем выбора рациональных значений скорости перемещения комбайна и ширины захвата шнека.*

**Ключевые слова:** *техническая производительность, заштыбовка шнека, циркуляция угля, погрузочная способность.*

### **Постановка проблемы**

Обеспечение высокопроизводительной выемки углей на горных предприятиях Донецкого угольного бассейна является важной предпосылкой достижения и обеспечения энергоне-зависимости региона. Горно-геологические и горнотехнические условия залегания угольных пластов Донецкого региона характеризуются как весьма сложные – порядка 83,2 % всех угольных пластов имеют мощность 0,55... 1,20 м [1].

Выемка углей из таких пластов осуществляется преимущественно узкозахватными комбайнами со шнековыми исполнительными органами в составе механизированных комплексов [1].

Процесс выемки в этом случае существенно затрудняется недостаточной погрузочной способностью шнековых исполнительных органов, что обуславливает заштыбовку шнеков и, как следствие, ограничивает рабочую скорость перемещения комбайна до 2...5 м/мин. В конечном счете, это определяет существенное снижение производительности и повышение энергоемкости рабочих процессов [2...5].

Поэтому повышение производительности выемки в рассматриваемых условиях может быть достигнуто путем оптимизации конструктивных и режимных параметров очистных комбайнов, обеспечивающих сокращение потерь времени на выполнение вспомогательных технологических операций, связанных с недостаточной погрузочной способностью шнековых исполнительных органов.

### **Анализ последних исследований и публикаций**

Техническая производительность очистных комбайнов относится к основным макроуровневым показателям, интегрально характеризующим уровень качества и степень конкурентоспособности очистных комбайнов [1], и обуславливается следующими основными факторами: горно-геологическими условиями работы комбайна; проектно-компоновочными решениями; конструктивными и режимными параметрами очистного комбайна и взаимодействующих с ним машин; технологией и организацией работ в очистном забое [1]. В частности, в [6...8] показано, что увеличение технической производительности может эффективно обеспечиваться путем выбора оптимальных значений ширины захвата шнека.

Классический подход к определению технической производительности, разработанный проф. А.В. Топчиевым и проф. В.И. Солодом, нашел наибольшее применение для оценки эффективности очистных комбайнов и комплексов [9...11]. При определении рациональной по критерию максимальной технической производительности скорости перемещения очистных комбайнов учитывают следующий ряд параметрических и функциональных ограничивающих факторов [1,3,4,12,13,14...28]:

- максимальное тяговое усилие;
- максимальную (по технической характеристике) скорость перемещения комбайна;
- радиальный вылет резца;
- устойчивый момент двигателя привода си-

стемы резания;

- тепловую мощность двигателя;
- погрузочную способность исполнительного органа;
- скорость движения человека-оператора по выработке;
- производительность забойного конвейера;
- скорость крепления забоя при помощи механизированной крепи;
- газовый фактор.

При этом согласно [2], в возможном диапазоне скорости перемещения шнековых очистных комбайнов целесообразно выделять и рассматривать три зоны:

– зона свободной выгрузки, в которой площадь окна выгрузки шнека не ограничивает перемещение потока выгружаемого угля (скорость перемещения  $V_n \leq V_{n,1}$ ). Характеризуется высокой эффективностью процесса погрузки разрушенного угля шнековым исполнительным органом очистного комбайна. Это зона режимов работы, при которых производительность комбайна не ограничивается погрузочной способностью его исполнительных органов;

– зона ограниченной выгрузки, в которой малые значения площади окна выгрузки шнека ограничивают эффективность процесса погрузки разрушенного угля. Объем угля, оставшийся на почве пласта, не превышает пропускной способности зазоров между корпусом комбайна, почвой и стенкой очистного забоя (скорость перемещения  $V_{n,1} < V_n < V_{n,2}$ ). Поэтому погрузочная способность такого уровня еще не ограничивает производительность комбайна;

– зона циркуляции, в которой рабочий процесс сопровождается циркуляцией угля в рабочем пространстве шнека (скорость перемещения  $V_n \geq V_{n,2}$ ). Объем не погруженного шнеком угля возрастает настолько, что уже не может быть размещен в зазорах между корпусом комбайна, почвой паста и грудью забоя и вовлекается в процесс циркуляции.

Циркулирующий уголь снижает рабочий объем шнека, что определяет формирование интенсивного объемного напряженного состояния находящегося в нем угля и, как следствие, значительное измельчение выгружаемой горной массы, нелинейное возрастание мощности на погрузку и дальнейшее снижение погрузочной способности комбайна.

Далее следует уплотнение находящегося в шнеке и околошнековом пространстве угля (заштыбовка), сопровождающееся нелинейным возрастанием сил трения и соответствующим существенным возрастанием мощности процесса выгрузки как функции скорости перемещения

комбайна. Этот процесс развивается до момента опрокидывания приводного электродвигателя вследствие исчерпания запаса его мощности. Выход на режим заштыбовки происходит настолько быстро, что практически не позволяет даже кратковременную эксплуатацию комбайна в таких интенсивных режимах.

Это обуславливает необходимость остановки очистного комбайна для ликвидации заштыбовки шнекового исполнительного органа, что приводит к снижению технической производительности из-за значительных затрат времени на эту технологическую операцию.

Изложенное определяет актуальность исследований, направленных на определение рациональных значений скорости перемещения очистного комбайна и конструктивных параметров шнекового исполнительного органа по критерию максимальной технической производительности.

### Цель (задачи) исследования

Исследование влияния скорости перемещения и ширины захвата шнека очистных комбайнов на их техническую производительность с учетом ограничений, налагаемых недостаточной погрузочной способностью шнековых исполнительных органов и затрат времени на выполнение технологической операции ликвидации заштыбовки исполнительного органа.

### Основной материал исследования

Объектом исследований являются узкозахватные очистные комбайны нового технического уровня, эксплуатирующиеся в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов.

С учетом вышеизложенного, циклограмму работы очистного комбайна в диапазоне скоростей его перемещения  $V_n \geq V_{n,2}$  представим в виде положительного меандра (рис. 1) с последовательно чередующимися циклами: работа с увеличением скорости перемещения → работа с постоянной скоростью перемещения → остановка для ликвидации заштыбовки исполнительного органа (разгон → работа в установившемся режиме → расштыбовка шнека).

Тогда зависимость для определения производительности очистного комбайна будет иметь вид:

$$Q_m = \begin{cases} H_p \cdot B_3 \cdot V_n \cdot \rho \\ \text{при } V_n < V_{n,2}; \\ H_p \cdot B_3 \cdot \rho \left( \int_0^{t_{\text{пазе}}} V_{n,\text{пазе}}(t) dt + V_n \cdot t_{\text{паб}} \right) \\ \text{при } V_n \geq V_{n,2}. \end{cases}, \text{ Т/мин,}$$

$$\frac{t_{\text{пазе}} + t_{\text{паб}} + t_{\text{пакум}}}{t_{\text{пазе}} + t_{\text{паб}} + t_{\text{пакум}}}$$

где  $H_p$  – мощность вынимаемого пласта, м;  $B_3$  – ширина захвата шнека, м;  $\rho$  – плотность разрушенного угля, т/м<sup>3</sup>;  $t_{разг}$  – время разгона очистного комбайна до установленного значения скорости подачи, мин;  $t_{раб}$  – время работы очистного комбайна до заштыбовки шнека, мин;  $t_{расум}$  – время на ликвидацию заштыбовки исполнительного органа, мин.

Приняв допущение, что скорость перемещения при разгоне очистного комбайна  $V_{n,разг}(t)$  до установленного значения  $V_n$  изменяется по линейному закону, зависимость для определения производительности комбайна преобразуем к виду:

$$Q_m = \begin{cases} H_p \cdot B_3 \cdot V_n \cdot \rho \\ \text{при } V_n < V_{n,2}; \\ H_p \cdot B_3 \cdot V_n \cdot \rho \cdot \frac{0,5 \cdot t_{разг} + t_{раб}}{t_{разг} + t_{раб} + t_{расум}}, \text{ т/мин.} \\ \text{при } V_n \geq V_{n,2} \end{cases}$$

Техническую производительность очистного комбайна определим, согласно [1], по зависимости:

$$Q_{mex} = 60 \cdot Q_m \cdot K_{mex}, \text{ т/час,}$$

где  $K_{mex}$  – коэффициент, характеризующий степень технического совершенства очистного комбайна в составе механизированного комплекса:

$$K_{mex} = [K_2^{-1} + (T_{м.о.} + T_{к.о.} + T_{з.и.}) \cdot L_{лав}^{-1}] \cdot V_n^{-1},$$

$K_2$  – коэффициент готовности очистного комбайна;  $T_{м.о.}$  – затраты времени на маневровые операции, мин;  $T_{з.и.}$  – время на замену изношенного резцового инструмента, мин;  $T_{к.о.}$  – время на концевые операции, мин;  $L_{лав}$  – длина лавы, м.

При практическом использовании зависимости для определения технической производительности целесообразно предварительно оценить возможные значения затрат времени на выполнение дополнительных технологических операций ликвидации заштыбовки исполнительного органа.

Время разгона очистных комбайнов до заданной скорости перемещения, в первую очередь, определяется горно-геологическими условиями эксплуатации машины, характеристиками привода системы перемещения и системы управления. Анализ конструкций очистных комбайнов нового технического уровня, применяемых при добыче углей из тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов, показал, что комбайны, оснащенные встроенными системами перемещения, составляют примерно половину всего парка добычной техники. Поэтому при определении времени разгона очистные комбайны со встроенными и вынесенными системами перемещения необходимо рассматривать раздельно.

Для оценки значения времени разгона очистного комбайна со встроенной системой перемещения (до заданной скорости) использовались результаты экспериментальных исследований работы комбайна УКД400 в условиях 77-й западной лавы пласта  $k_5^1$  ОП «Шахта «Красный партизан» ГП «Свердловантрацит» и 1-й восточной лавы пласта  $k_8$  ООО «Шахта «Октябрьский рудник».

Время разгона комбайна, оснащенного вынесенной системой перемещения до заданной скорости, определялось на основе результатов экспериментальных исследований работы комбайна УКД200-500 в условиях 524-й лавы пласта  $C_5^B$  шахты Терновской.

Фактическое время разгона определялось путем обработки осциллограмм записей значений силы тока двигателей приводов системы резания.

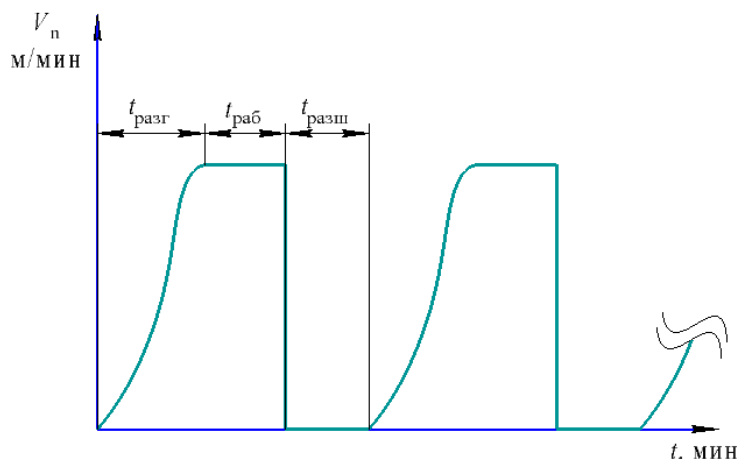


Рис. 1. Циклограмма работы очистного комбайна в диапазоне скоростей его перемещения  $V_n \geq V_{n,2}$

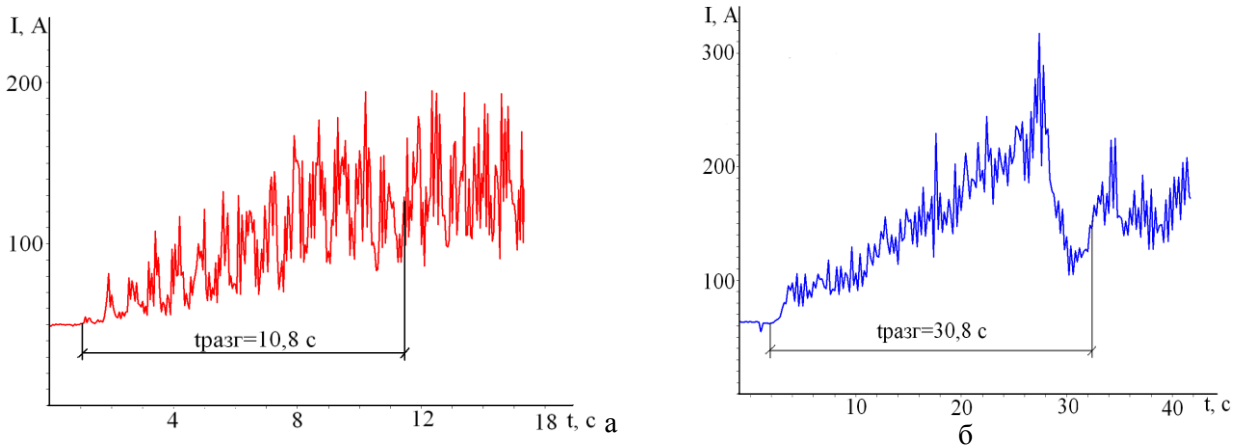


Рис. 2. Фрагменты записи значений силы тока двигателей приводов системы резания очистных комбайнов:  
а – УКД400; б – УКД200-500

В качестве примера на рис. 2 приведены фрагменты осциллограмм изменения значений силы тока двигателей приводов исполнительного органа комбайнов УКД400 и УКД200-500.

Результаты обработки данных экспериментальных исследований позволили установить, что время разгона очистного комбайна с доверительной вероятностью 0,95 находится в диапазоне 9,9...12,4 с при встроенной системе перемещения и 20,1...34,0 с при вынесенной системе перемещения.

Время работы очистного комбайна до начала заштыбовки его исполнительного органа как функция скорости перемещения определялось с помощью математической модели [2]. На рис. 3 представлены графики для очистного комбайна УКД200-500 (основные геометрические параметры – табл. 1), работающего в диапазоне значений скорости перемещения  $V_n \geq V_{n,2}$ .

Табл. 1. Основные технические характеристики очистного комбайна УКД200-500

Параметры	Значения
Диаметр шнека по резцам $D_{шр}$ , м	0,9
Диаметр ступицы шнека $d_{см}$ , м	0,385
Ширина захвата шнека $B_з$ , м	0,8...0,5
Ширина отрезного диска шнека $B_о$ , м	0,135
Угол наклона лопасти по ступице шнека $\alpha_л$ , град.	13,9
Число заходов шнека $N_{зак}$	2
Расстояние от стенки корпуса редуктора резания, вынесенного на забойную часть конвейера, до оси вращения шнека $L_{р-о}$ , м	0,75
Угловая скорость вращения шнека $\omega$ , $c^{-1}$	8,31
Скорость подачи комбайна $V_n$ , м/мин	1...6

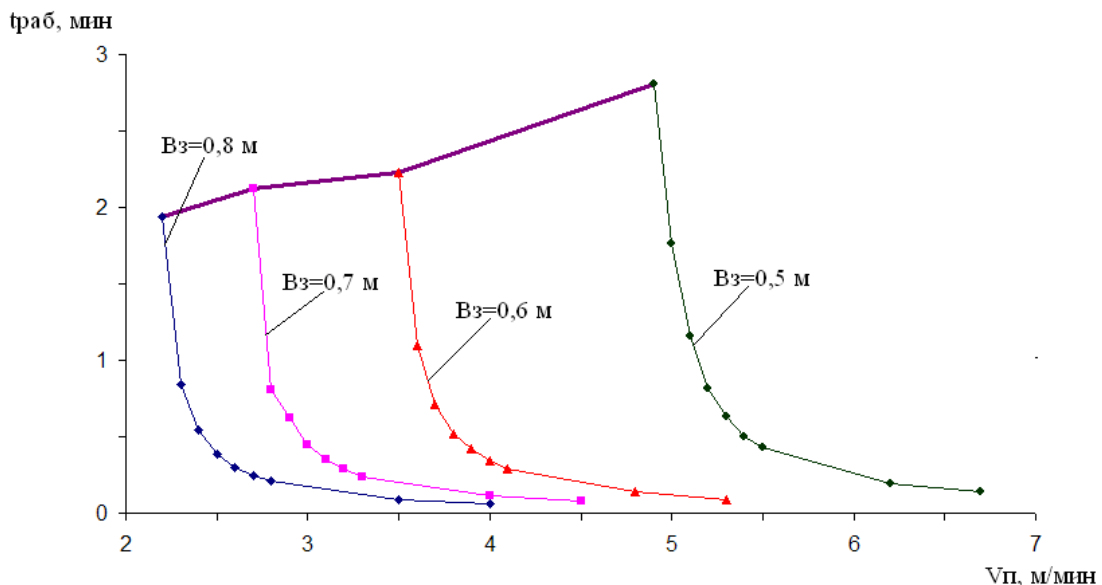


Рис. 3. Графики зависимости времени работы очистного комбайна УКД200-500 до «заштыбовки» его исполнительного органа как функции скорости перемещения

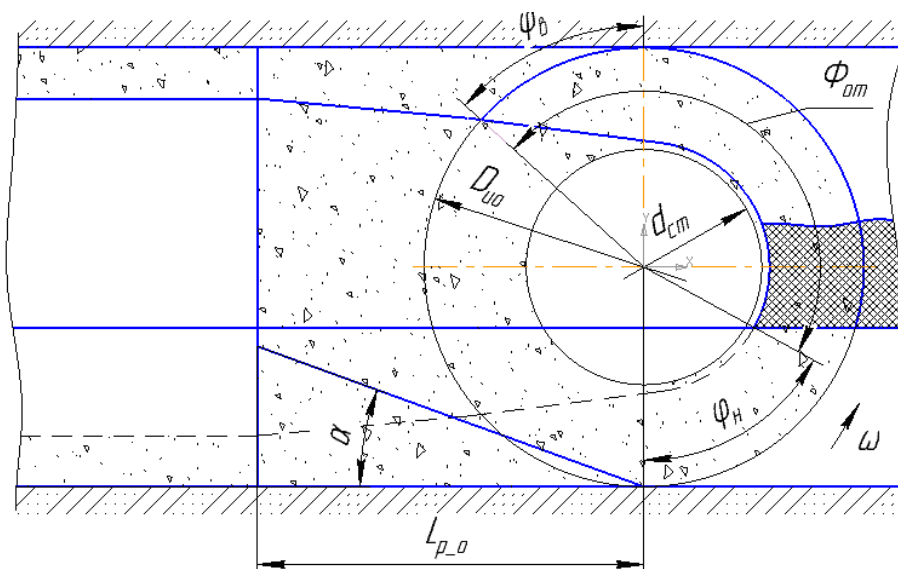


Рис. 4. Расчетная схема для определения времени на ликвидацию заштыбовки шнека

Геометрические параметры корпуса комбайна УКД200-500 варьировались таким образом, чтобы площадь зазоров между корпусом комбайна, почвой и грудью очистного забоя оставалась постоянной при различных значениях ширины захвата.

Анализ приведенных графиков (см. рис.3) показывает, что в диапазоне скоростей перемещения  $V_n \geq V_{n,2}$  (характеризующегося интенсивной циркуляцией разрушенного угля и формированием его интенсивного объемного напряженного состояния) время нормальной работы очистных комбайнов (до заштыбовки) возрастает с уменьшением ширины захвата шнека. Так, при ширине захвата шнека 0,5 м максимальное время работы до заштыбовки составляет 169 с, а при ширине захвата 0,8 м – 116 с.

Время на ликвидацию заштыбовки шнека определяется объемом горной массы, подлежащей выгрузке, и погрузочной способностью исполнительного органа (расчетная схема для определения времени на ликвидацию заштыбовки представлена на рис. 4).

Зависимость для оценки продолжительности времени, необходимого для ликвидации заштыбовки шнекового исполнительного органа представим в виде:

$$t_{расум} = \frac{V_{расум}}{V_е} \cdot \left( \frac{\omega}{\pi \cdot 2} \right)^{-1}, \quad (1)$$

где  $V_{расум}$  – объем угля, подлежащий выгрузке при ликвидации заштыбовки шнека,  $m^3$ ;  $V_е$  – объем угля, выгружаемый шнеком за оборот,  $m^3$ .

Объем угля, подлежащий выгрузке при ликвидации заштыбовки шнека, определим по зависимости:

$$V_{расум} = B_з \cdot L_{p-o} \cdot \left( D_{uo} - \frac{L_{p-o}}{2} \cdot \tan \alpha \right) - \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{D_{uo}^2}{2} - D_{uo} \cdot d_{cm} \right) \cdot (B_з - B_о), \quad m^3,$$

где  $\alpha$  – угол естественного откоса угля в покое [27], град.

Объем угля, выгруженный шнеком при ликвидации заштыбовки, определим по зависимости:

$$V_е = \left( \frac{1}{\Phi_{om}} \cdot \int_0^{\Phi_{om}} S_{ок}(\varphi) d\varphi - S_{вал} \right) \cdot \pi \cdot D_{uo} \cdot \tan \alpha_l \times N_{зах} \cdot k_{om} \cdot k_з \cdot \tau_е, \quad m^3,$$

где  $S_{ок}(\varphi)$  – площадь окна выгрузки [3,4],  $m^2$ ;  $S_{вал}$  – площадь окна выгрузки, занимаемая сформированным в процессе выгрузки валком [4],  $m^2$ ;  $\Phi_{om}$  – угол поворота шнека, на протяжении которого окно выгрузки открыто, град;  $k_{om}$  – коэффициент, характеризующий отставание угля от лопасти [3]:

$$k_{om} = 1 - \frac{\cos \alpha_l \cdot \cos(\alpha_l + \mu_{np})}{\cos \mu_{np}},$$

$\mu_{np}$  – угол трения (уголь – металл) на рабочих поверхностях шнека в зоне его разгрузочного торца, град. ( $\mu_{np}=0,6...0,75$ ) [24];  $k_з$  – коэффициент заполнения сечения окна выгрузки выгружаемым углем [28, 29];  $\tau_е$  – относительная продолжительность выгрузки [3]:

$$\tau_е = 1 - \frac{\Phi_n + \Phi_о - \Phi_е}{\pi},$$

$\varphi_n, \varphi_с$  – углы, обусловленные геометрическими параметрами шнека, корпуса поворотного редуктора, решетки забойного конвейера и мощности пласта, рад;  $\varphi_д$  – угол поворота шнека, зависящий от геометрических параметров шнека, корпуса поворотного редуктора, решетки забойного конвейера и мощности пласта ( $\varphi_д = 15^\circ \dots 20^\circ$ ).

Согласно (1), продолжительность времени для ликвидации заштыбовки исполнительного органа очистного комбайна УКД200-500 (см. табл. 1) изменяется в диапазоне  $t_{расчм} = 17 \dots 28$  с при варьировании ширины захвата шнека в диапазоне  $B_3 = 0,8 \dots 0,5$  м.

Анализ графической интерпретации (рис. 4) зависимости технической производительности очистного комбайна от скорости его перемещения применительно к представительным горно-геологическим и горнотехническим условиям угольных пластов Донецкого региона (мощность вынимаемого пласта 0,9 м; длина лавы 200 м; плотность разрушенного угля 1,36 т/м<sup>3</sup>; коэффициент готовности очистного комбайна 0,8; выемка – по челноковой схеме; время на концевые операции – 20 мин; привод системы перемещения очистного комбайна – встроенный) показы-

вает, что работа очистного комбайна в диапазоне скоростей перемещения характеризуется циркуляцией разрушенного угля в шнековом исполнительном органе ( $V_n \geq V_{n.2}$ ), что обуславливает существенное (в 2...2,5 раза) снижение технической производительности по сравнению с работой в диапазоне режимов, не приводящих к циркуляции ( $V_n < V_{n.2}$ ).

Из изложенного следует:

- максимальная техническая производительность очистных комбайнов, работающих в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов (при прочих равных условиях), достигается при значениях скорости перемещения  $V_{n.2}$ ;

- уменьшение ширины захвата шнекового исполнительного органа малого диаметра (от 0,8 до 0,5 м) определяет прирост технической производительности машины примерно на 20 %;

- значение скорости перемещения  $V_{n.2}$  является одним из основных ограничивающих факторов при определении максимальной технической производительности очистного комбайна в составе механизированного комплекса для выемки тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов.

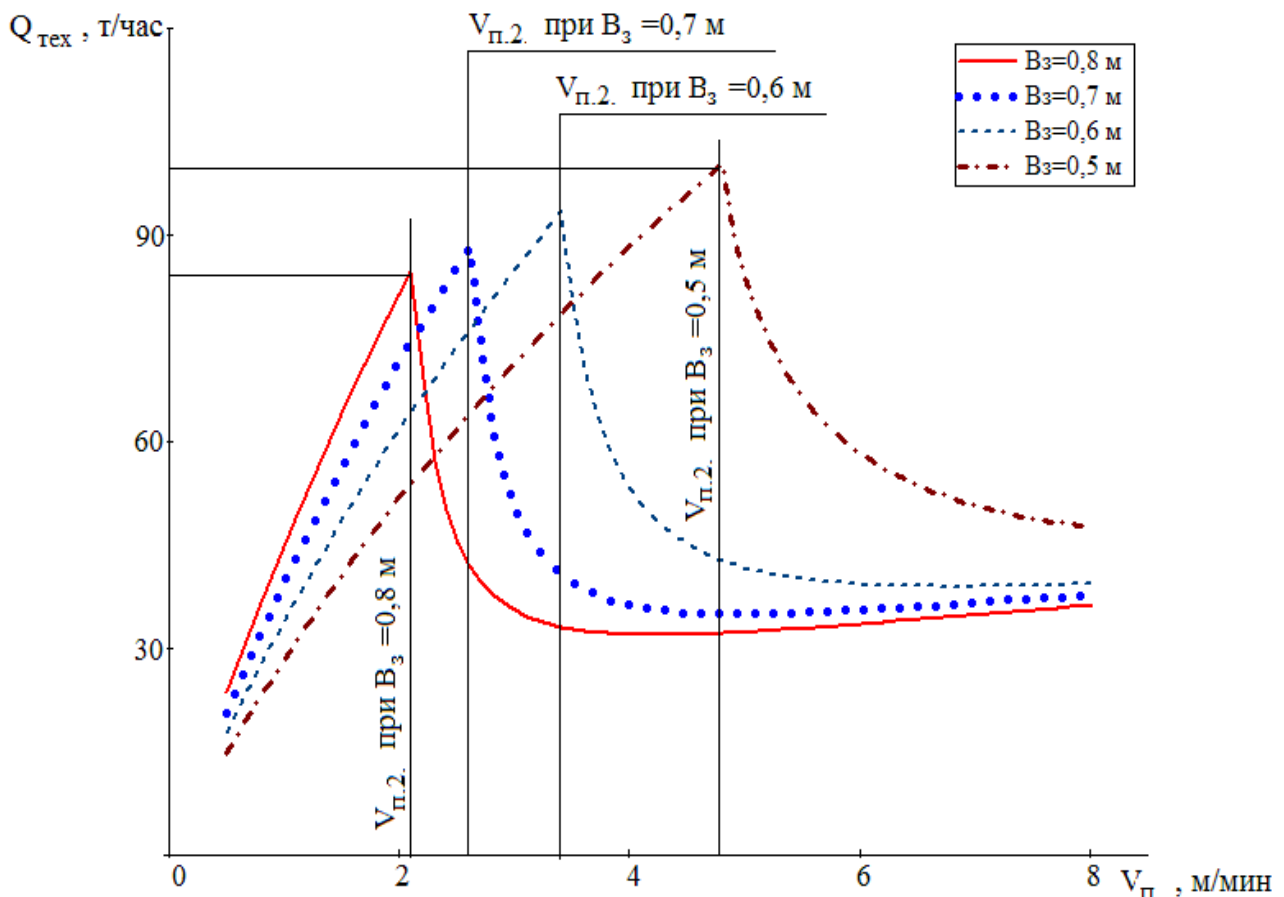


Рис. 4. Графики зависимости технической производительности очистного комбайна от скорости его перемещения для различных значений ширины захвата шнека

**Выводы**

Предложена зависимость для определения технической производительности очистных комбайнов, работающих в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов, учитывающая процесс циркуляции угля в рабочем пространстве шнека и затраты времени на вспомогательные технологические операции, обусловленные заштыбовкой шнека.

Установлено, что максимальная техническая производительность очистных комбайнов, работающих в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов, достигается (при прочих равных условиях) при скорости перемещения, соответствующей ее предельному значению до начала циркуляции разрушенного угля в рабочем пространстве шнекового исполнительного органа.

Показано, что максимальная техническая производительность очистных комбайнов, оснащенных шнеками малого диаметра, может быть обеспечена на основе выбора оптимального (для конкретных условий эксплуатации) значения ширины их захвата.

**Список литературы**

1. Горные машины для подземной добычи угля: Учебное пособие для вузов / П.А. Горбатов [и др.]; под общ. ред. П.А. Горбатова. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Донецк: Норд Компьютер, 2006. – 669 с.
2. Установление зависимости погрузочной способности шнековых очистных комбайнов от их режимных параметров на основе модельных и натурных экспериментов / О.Е. Шабаев [и др.] // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2019. – №3. – С. 42-51.
3. Бойко, Н.Г. Очистные комбайны для тонких пластов. – Донецк: ДонНТУ, 2010. – 476 с.
4. Нечепав, В.Г. Механо-гидравлические шнековые системы выгрузки и транспортирования. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 215 с.
5. Косарев, И.В. Повышение производительности очистных комбайнов с вынесенной системой подачи / И.В. Косарев, А.В. Мезников // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2016. – №6. – С. 19-23.
6. Шабаев, О.Е. Методика определения оптимальной ширины захвата шнекового исполнительного органа очистных комбайнов / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепав, П.П. Зинченко // Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера XXI века», 10-16 сентября

- 2018, г. Севастополь. – Донецк: ДонНТУ. – Т.2. – С. 237-243.
7. Обоснование параметров шнекового исполнительного органа очистных комбайнов для тонких пластов / О.Е. Шабаев [и др.] // Седьмая Всероссийская научно-практическая конференция «Системы управления электротехническими объектами», 11-12 декабря, г. Тула. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. – С. 83-88.
8. Шабаев, О.Е. Экспериментальные исследования влияния ширины захвата шнекового исполнительного органа комбайна на эффективность процесса погрузки / О.Е. Шабаев, П.П. Зинченко, А.В. Мезников // Горные науки и технологии. – 2019. – №2. – С. 90-103.
9. Методика определения удельных энергозатрат разрушения и погрузки очистных комбайнов для тонких пластов в реальных условиях эксплуатации / О.Е. Шабаев [и др.] // Вестник Донецкого национального технического университета. – № 4. – 2017. – С. 28-33.
10. Кудлай, Р.А. Блок регистрации произошедших событий на проходческом комбайне / Р.А. Кудлай, А.В. Мезников, Н.И. Стадник // Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горношахтного оборудования. – Донецк: Астро, 2008. – С. 647-660.
11. Вывод формулы для расчета производительности очистных комбайнов со шнековыми, барабанными или корончатыми исполнительными органами / В.П. Плотников [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2010. – №6. – С. 48-51.
12. Горбатов, П.А. Выемочные комбайны нового поколения как энергетические системы мехатронного класса / П.А. Горбатов, Н.М. Косарев, В.В. Лысенко. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 176 с.
13. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчета сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика.– М.: Министерство угольной промышленности СССР, 1984. – 78 с.
14. Альшиц, Я.И. Основы теории определения исходных расчетных данных выемочных угольных машин с цепными исполнительными органами и ее экспериментальные обоснования: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.05.06 / Альшиц Яков Исаакович. – Сталино: ДПИ, 1961. – 28 с.
15. Потапов, В.Г. Режимы работы и определения рациональных параметров привода двухдвигательных очистных комбайнов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Потапов

- Вячеслав Григорьевич. – Донецк: ДПИ, 1982. – 27 с.
16. Семенченко, А.К. Устойчивость комбайнов со шнековыми исполнительными органами (на базе комбайна 1К101): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Семенченко Анатолий Кириллович. – Донецк: ДПИ, 1972. – 27 с.
  17. Сургай, Н.С. Производительность очистных комбайнов нового технического уровня и пути ее повышения / Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко // Уголь Украины. – 2001. – №6. – С. 3-5.
  18. Маремуха, А.Н. О максимально возможных скоростях подачи очистных комбайнов с ручным управлением / А.Н. Маремуха, В.А. Шиманко // Автоматизация горных машин. – М.: Недра, 1976. – С. 40-43.
  19. Гетопанов, В.Н. Проектирование и надежность средств комплексной механизации: Учебник для вузов / В.Н. Гетопанов, В.М. Рачек. – М.: Недра, 1986. – 208 с.
  20. Методические документы по определению нагрузок на очистные забои угольных шахт. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1980. – 142 с.
  21. Позин, Е.З. Разрушение углей выемочными машинами / Е.З. Позин, В.З. Меламед, В.В. Тон. – М.: Недра, 1984. – 288 с.
  22. Ордин, А.А. К вопросу об оптимизации длины и производительности комплексно-механизированного очистного забоя угольной шахты / А.А. Ордин, А.А. Метельков // Технология добычи полезных ископаемых. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2013. – №2. – С. 100-112.
  23. Hackelboerger, B. Automation of the shearer loader technique – an overview / B. Hackelboerger, B. Hoelling // Gluckauf. – 2007. – No.9. – P. 404-413.
  24. Tkachov, V. Control automation of shearers in term of auger gumming criterion / V. Tkachov, A. Bublikov, M. Isakova // Energy efficiency improvement of geotechnical systems. – Dnipropetrovs'k: Taylor & Francis Group, 2013. – P. 137-145.
  25. Tkachev, V. Automatic control of coal shearer providing effective use of installed power / V. Tkachev, A. Bublikov, N. Stadnik // Power Engineering Control & Information Technologies. – Dnipropetrovs'k: Taylor & Francis Group, 2014. – P. 73-87.
  26. Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов. – М.: Машиностроение, 1964. – 251 с.
  27. Скольжение угля при выгрузке его шнеками очистных комбайнов / Н.Г. Бойко [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. – 1984. – №5. – С. 58-61.
  28. Тарасевич, В.И. Повышение производительности выгрузки угля очистными комбайнами для тонких пластов со шнековыми исполнительными органами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Тарасевич Вадим Игнатьевич. – Донецк, 1979. – 21 с.

**O.E. Shabaev /Dr. Sci. (Eng.), V.G. Nechepaev /Dr. Sci. (Eng.),**

**E.Yu. Stepanenko /Cand. Sci. (Eng.)/**

*Donetsk National Technical University (Donetsk)*

**P.P. Zinchenko**

*DonNTU Institute of Mining and Geology (Donetsk)*

#### TO THE DEFINITION OF PERFORMANCE OF SHEARERS WORKING IN THE CONDITIONS OF THIN AND VERY THIN HALF-HORIZONTAL LAYERS

**Background.** *The shearers' work on thin and very thin half-horizontal layers in high-performance modes is accompanied by a progressive circulation and the formation of an intense volumetric stress state of the destroyed coal in the working space of screw actuators (gumming screws) due to its insufficient loading capacity. Therefore, when designing shearers that can work effectively on thin shallow layers with intensive coal mining, it is necessary to take into account the impact of time losses on the performance of auxiliary technological operations associated with an insufficient loading capacity of screw actuators.*

**Materials and/or methods.** *Proposed the dependence for determining the performance of shearers working in conditions of thin and very thin half-horizontal layers, taking into account the process of coal circulation in the working space of the screw and the time for auxiliary technological operations due to screw gumming.. Based on the model and field experiments data the value of time spent on the acceleration of the processor to the set value of the working speed, work time to screw gumming and time to the loading-out of gumming.*



**Results.** Defined that the maximum technical performance of the shearers working in the conditions of thin and very thin half-horizontal layers is reached (other conditions being equal) at its limit value before the destroyed coal circulation in the working space of the screw actuator.

**Conclusion.** Improving the shearer technical performance in the considered operating conditions can be achieved by selecting rational values of the shearer movement speed and the width of the screw. Reducing the width of the screw actuator of small diameter from 0.8 m to 0.5 m determines the increase in the technical performance of the machine by about 20 %.

**Keywords:** technical performance, screw gumming, coal circulation, loading capacity.

**Сведения об авторах**

**О.Е. Шабаев**

SPIN-код: 1447-2343  
ORCID iD: 0000-0002-0845-7449  
Телефон: +380 (95) 429-13-32  
Эл. почта: oeshabaev@ya.ru

**Е.Ю. Степаненко**

ORCID iD: 0000-0002-8789-307X  
Телефон: +380 (71) 337-94-31  
Эл. почта: gm@donntu.org

**В.Г. Нечепаяев**

ORCID iD: 0000-0003-4016-1661  
Телефон: +380 (71) 391-12-64  
Эл. почта: nechepayev@mech.donntu.org

**П.П. Зинченко**

SPIN-код: 4710-7409  
ORCID iD: 0000-0002-4070-2715  
Телефон: +380 (66) 427-45-36  
Эл. почта: pawel.zin4encko@yandex.ru

Статья поступила 20.11.2019 г.

© О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, Е.Ю. Степаненко, П.П. Зинченко, 2019

Рецензент д.т.н., проф. В.Г. Гуляев

