

О.Е. Шабаев /д.т.н./, В.Г. Нечепаяев /д.т.н./, П.П. Зинченко
 ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ СО ШНЕКАМИ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАНЫМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ

Предложена методика выбора параметров очистных комбайнов со шнеками малых диаметров по критериям максимальной производительности и минимальной энергоемкости разрушения угольного пласта и погрузки разрушенной горной массы. Установлено, что условием достижения максимальной производительности и минимальных удельных энергозатрат разрушения и погрузки является работа очистного комбайна с рациональной применительно к заданным горно-геологическим условиям эксплуатации ширины захвата шнека (при максимальной скорости подачи комбайна).

Ключевые слова: методика выбора параметров, тонкий пласт, шнек малого диаметра, разрушение, погрузка, максимальная производительность, минимальная энергоемкость, ограничивающие факторы.

Постановка проблемы

Основным энергетическим ресурсом Донбасса является каменный уголь. Его запасы оцениваются порядка 6,84 миллиарда тонн. Большинство (83,2 %) этих запасов сосредоточено в пластах мощностью 0,55...1,20 м [1]. Добыча угля из пластов такой мощности осуществляется преимущественно узкозахватными комбайнами со шнековыми исполнительными органами малых диаметров в составе механизированных комплексов [1].

Недостаточная погрузочная способность шнеков малых диаметров обуславливает их малую эффективность как исполнительных органов и на этой основе ограничивает скорость перемещения комбайна до 2...5 м/мин. Это значительно снижает эффективность процесса выемки угольных пластов из-за существенного снижения производительности и повышения энергоемкости разрушения и погрузки разрушенной горной массы [2,3].

Таким образом, интенсификация добычи углей из шахтопластов мощностью 0,55...1,20 м определяет необходимость повышения эффективности процесса погрузки шнеками малых диаметров, что может быть достигнуто на основе выбора оптимальных (для заданных горно-геологических условий эксплуатации) соответствующих конструктивных и режимных параметров очистных комбайнов.

Решение этой задачи требует разработки соответствующей специальной методики.

Анализ последних исследований и публикаций

Вопросам оптимизации параметров очистных комбайнов со шнековыми исполнительными

органами (по критерию максимальной производительности и минимальных удельных энергозатрат разрушения и погрузки в заданных горно-геологических условиях эксплуатации) посвящено множество исследований отечественных и зарубежных ученых [2...14].

В работах [2...7] впервые изложены рекомендации и методики выбора оптимальных параметров комбайнов для весьма тонких и тонких пологонаклонных пластов. Общие принципы конструирования и проектирования горного оборудования изложены в работах [4,5].

Работы [8...10] посвящены исследованию активных и пассивных зон погрузки при транспортировке разрушенной горной массы шнеками.

Исследования последних лет [11...14] показали, что удельные энергозатраты разрушения угольного пласта и погрузки разрушенной горной массы очистным комбайном могут быть существенно снижены на основе выбора рациональных значений ширины захвата шнека.

Цель (задачи) исследования

Целью данной работы является разработка методики выбора параметров очистных комбайнов со шнековыми исполнительными органами малых диаметров по критериям максимальной производительности и минимальных удельных энергозатрат разрушения и погрузки разрушенной горной массы в заданных горно-геологических условиях их эксплуатации.

Основной материал исследования

Объектами исследований являются узкозахватные очистные комбайны нового техническо-

го уровня со шнековыми исполнительными органами малых диаметров, эксплуатирующихся в условиях тонких пологонаклонных пластов.

В процессе проектирования очистных комбайнов для тонких пологонаклонных пластов нового технического уровня первоочередной целью является обеспечение максимальной теоретической производительности как основного показателя технического совершенства машины и минимальных удельных энергозатрат разрушения и погрузки горной массы очистным комбайном как показателя эффективности функционирования последнего в заданных горно-геологических условиях.

Теоретическая производительность очистных комбайнов определяется по зависимости:

$$Q_m = \overline{H}_{пл} \cdot B_з \cdot V_n \cdot \rho \quad (\text{т/мин}),$$

где $\overline{H}_{пл}$ – средняя мощность вынимаемого пласта, м; $B_з$ – ширина захвата шнекового исполнительного органа, м; V_n – скорость перемещения очистного комбайна, м/мин; ρ – плотность угля в целике, т/м³.

Удельные энергозатраты разрушения и погрузки разрушенной горной массы очистными комбайнами

$$W_{ок} = \frac{P_{ок}}{60 \cdot Q_m} \quad (\text{кВтч/т}),$$

где $P_{ок}$ – мощность разрушения и погрузки разрушенной горной массы очистным комбайном, кВт.

Особенность компоновочной схемы современных очистных комбайнов для выемки тонких пологонаклонных пластов заключается в том, что корпус комбайна размещается на забойной стороне скребкового конвейера в уступе забоя. При такой компоновочной схеме опережающий исполнительный орган комбайна располагается у почвы пласта, выполняя при этом две основные технологические операции – разрушение забоя и погрузку разрушенной горной массы (рис. 1). Отстающий шнек разрушает оставшуюся пачку угля у кровли пласта и погрузку оставшейся на почве пласта разрушенной горной массы.

Следовательно, эффективность функционирования очистного комбайна для выемки тонких пологонаклонных пластов с такой компоновочной схемой в целом определяется, в первую очередь, производительностью погрузки разрушенной горной массы опережающим шнеком, которую согласно расчетной схеме (рис. 1) можно определить по зависимости:

$$Q_B = S_{ок}^{cp} \cdot \pi \cdot d_{cm} \cdot \text{tg} \alpha_{л}^{cm} \cdot k_{омс} \cdot n_{об} \cdot N_{зах} \cdot \gamma \quad (\text{т/мин}),$$

$$S_{ок}^{cp} = \frac{1}{\Phi_{ок}} \cdot \int_0^{\Phi_{ок}} (S_{ок}(\varphi) - S_{вал}(\varphi)) d\varphi \quad (\text{м}^2),$$

где $S_{ок}^{cp}$ – среднее значение площади окна выгрузки с учетом частичного его перекрытия «валком» не погруженной на забойный конвейер разрушенной горной массы, расположенным перед окном погрузки, м²; $S_{ок}(\varphi)$ – уравнение, описывающее изменение площади окна выгрузки шнека как функцию угла его поворота [2,3], м²; $S_{вал}(\varphi)$ – уравнение, описывающее изменение площади окна выгрузки шнека, перекрытого «валком» не погруженной на забойный конвейер разрушенной горной массы как функцию угла поворота шнека [2], м²; $\Phi_{ок}$ – интервал угла поворота шнека, на котором окно выгрузки находится в открытом состоянии [3], рад; d_{cm} – диаметр шнека по ступице, м; $\alpha_{л}^{cm}$ – угол наклона лопасти шнека (по диаметру его ступицы), рад; $k_{омс}$ – коэффициент отставания выгружаемой разрушенной горной массы от лопасти шнека в зоне разгрузочного торца исполнительного органа [3,15]; $n_{об}$ – частота вращения шнека, об/мин; $N_{зах}$ – число заходов шнека, шт.; γ – плотность разрушенной горной массы [16], т/м³.

При выборе и обосновании параметров очистных комбайнов со шнеками малых диаметров по критериям максимальной производительности и минимальной энергоемкости разрушения угольного пласта и погрузки разрушенной горной массы на режимные параметры очистных комбайнов (скорость перемещения и частоту вращения исполнительных органов) может накладываться ряд ограничений.

Основным ограничением скорости перемещения очистных комбайнов, работающих в условиях тонких пологонаклонных пластов, является ограничение по погрузочной способности их исполнительных органов [2,3]. При работе комбайна часть разрушенной горной массы погружается шнековым исполнительным органом на забойный конвейер, а невыгруженная часть остается на почве пласта и размещается в зазорах между корпусом комбайна, почвой и забоем пласта. С учетом этого, предельно возможную (максимальную) скорость перемещения можно определить по зависимости:

$$V_n^{заз} = \frac{Q_B}{D_{uo} \cdot B_з \cdot \rho - S_{заз} \cdot \gamma} \quad (\text{м/мин}),$$

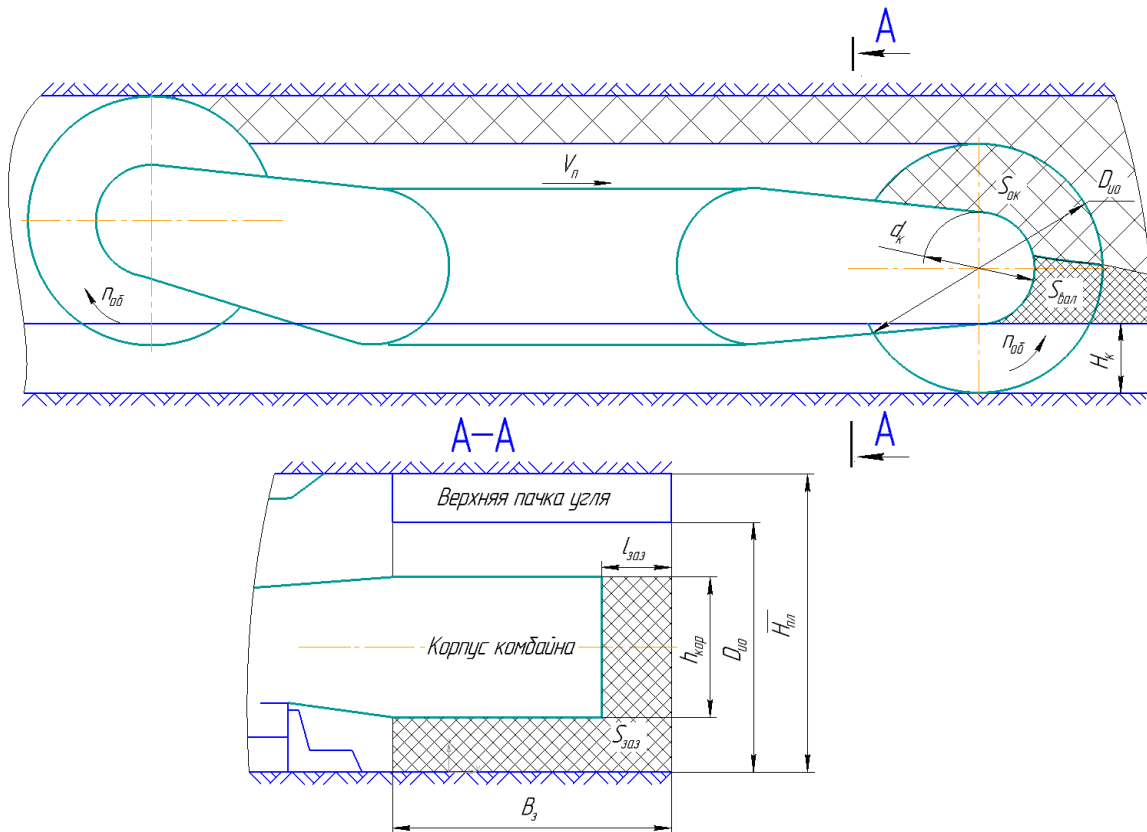


Рис. 1. К определению производительности погрузки разрушенной горной массы очистными комбайнами со шнеками малых диаметров

где $D_{шк}$ – диаметр шнека по резцам, м; $S_{заз}$ – площадь зазоров, между корпусом комбайна, почвой и забоем пласта, м².

Вынесенный в уступ забоя корпус комбайна выполняет функцию погрузочного щитка с зазорами (рис. 1, вид А-А), площадь которых можно определить по зависимости:

$$S_{заз} = 0,5 \cdot (D_{шк} - h_{кор}) \cdot B_3 + l_{заз} \cdot h_{кор} \cdot k_3 \text{ (м}^2\text{)},$$

где $h_{кор}$ – высота корпуса комбайна, вынесенного в забой, м; $l_{заз}$ – расстояние от груди забоя до вынесенного корпуса комбайна, м; k_3 – коэффициент заполнения зазоров разрушенным углем. Согласно [17] в интенсивных режимах работы очистного комбайна значение k_3 принимается равным 1.

Частота вращения шнека выбирается из условия:

$$n_{об} = \min(n_{об}^{рез}, n_{об}^{неп}),$$

где $n_{об}^{рез}$ – максимально возможная частота вращения шнека по условиям отсутствия искрообразования и повышенного износа режущего инструмента, об/мин; $n_{об}^{неп}$ – максимально воз-

можная частота вращения шнека по условиям отсутствия переброса лопастью шнека выгружаемой горной массы в нерабочую зону исполнительного органа [4], об/мин.

Геометрические параметры шнековых исполнительных органов (диаметр шнека по резцам и его ступице, ширина захвата и угол наклона лопасти шнека) выбираются из стандартного ряда, а также на основе зависимостей, полученных по результатам исследований.

Диаметр шнека по резцам очистных комбайнов выбирается исходя из удовлетворения условий [5]:

- минимизации удельных энергозатрат рабочего процесса на отстающем шнеке;
- обеспечения максимальной погрузочной способности шнека.

Соблюдение первого условия актуально для очистных комбайнов, работающих в условиях средних и мощных пологонаклонных пластов. Что касается комбайнов для тонких пологонаклонных пластов, то погрузочная способность является основным ограничивающим фактором, следовательно, значение диаметра шнека по резцам целесообразно выбирать максимально близкое к средней мощности пласта (из стандартного ряда [18]).

Диаметр ступицы шнека, согласно [19], можно определить по зависимости:

$$d_{cm} = 0,4 \cdot \sqrt{D_{uo}} \text{ (м)}.$$

Изменение ширины захвата шнека, согласно исследованиям [8...11], оказывает весьма существенное влияние на производительность очистного комбайна и удельные энергозатраты разрушения и погрузки. Поэтому при определении эффективности работы очистных комбайнов необходимо рассматривать весь возможный диапазон изменения значений ширины захвата шнека из стандартного ряда, регламентированного ГОСТ [18].

Угол наклона лопасти шнека обуславливает погрузочную способность шнека (как погрузочного органа очистного комбайна). Оптимальное значение угла наклона лопасти, согласно исследованиям [7], можно определить по зависимости:

$$\alpha_{л}^{cm} = 0,25 \cdot \pi - 0,50 \cdot \mu_{н.р.} \text{ (рад)},$$

где $\mu_{н.р.}$ – приведенный угол трения выгружаемой горной массы по лопасти шнека в зоне его разгрузочного торца, рад.

Геометрические параметры элементов, находящихся в зоне окна выгрузки шнека – рукоятки качалки редуктора резания и рештака забойного конвейера, также оказывают весомое влияние на процесс погрузки горной массы опережающим исполнительным органом.

Диаметр рукоятки качалки напрямую зависит от мощности разрушения и погрузки разрушенной горной массы исполнительным органом, которая в свою очередь зависит от ширины захвата шнека. Уменьшение значения ширины захвата позволяет очистному комбайну работать в зоне отжима горного массива с меньшим заполнением рабочего пространства шнека разрушенной горной массой, что обуславливает снижение мощности как разрушения, так и погрузки.

В результате анализа конструкций ряда отечественных и зарубежных комбайнов для выемки углей из тонких пологонаклонных пластов получена зависимость, позволяющая оценить изменение (исходя из условия обеспечения допустимой прочности элементов трансмиссии) значения диаметра рукоятки качалки в зоне разгрузочного торца шнека как функции мощности разрушения и погрузки разрушенной горной массы опережающим шнеком:

$$d_k = 0,072 \cdot \sqrt[3]{P_{uo}} + 0,080 \text{ (м)},$$

где P_{uo} – мощность разрушения и погрузки разрушенной горной массы опережающим шнеком, кВт.

Скребокый конвейер как элемент, входящий в состав механизированного очистного комплекса, работающего в условиях тонких пологонаклонных пластов, рекомендуется выбирать с минимальной высотой рештака в зоне погрузки (при соблюдении условия транспортировки всей разрушенной горной массы очистным комбайном [4]).

Таким образом, предложенная методика позволяет определять рациональные (по критериям максимальной теоретической производительности и минимальных удельных энергозатрат выемки углей) параметры шнекового исполнительного органа малого диаметра (D_{uo} , d_{cm} , B_3 , α_{cm} , частоту его вращения и диаметр качалки редуктора привода резания в зоне окна выгрузки). При этом в полной мере учитываются горно-геологические условия выемки и существенный ограничивающий фактор – скорость перемещения комбайна, обусловленная погрузочной способностью шнеков.

Для оценки эффективности разработанной методики построена (с использованием выше приведенных зависимостей и ранее разработанной математической модели [20]) номограмма для выбора параметров очистного комбайна (рис. 2). При построении номограммы средняя мощность пласта принималась равной 0,85 м (исходя из анализа горно-геологических условий шахтопластов Донбасса), плотность угля в целике 1,35 т/м³. Сопротивляемость угля резанию принималась максимальной по техническим характеристикам серийно выпускаемых комбайнов – 360 кН/м.

Анализ номограммы показывает, что наибольшая эффективность работы очистного комбайна достигается при наименьшем значении ширины захвата исполнительного органа (из возможного диапазона изменения значений ширины захвата шнека, регламентированного ГОСТ [18]). Объясняется это увеличением в этом случае максимально возможной скорости перемещения, лимитируемой в рассматриваемых условиях по фактору погрузки разрушенной горной массы, вследствие повышения погрузочной способности шнека при уменьшении его длины и равных прочих условиях.

Так, при уменьшении ширины захвата шнека с 0,9 до 0,5 м производительность комбайна возрастает примерно в 1,2 раза, а мощность разрушения и погрузки и удельные энергозатраты снижаются примерно в 1,8 и 2,3 раза соответственно. Уменьшение мощности разрушения и погрузки горной массы, при прочих равных условиях, приводит к снижению массы и габаритов очистного комбайна, и, как следствие, упрощает задачу размещения комбайна в рабочем пространстве при сложной гипсометрии пласта.

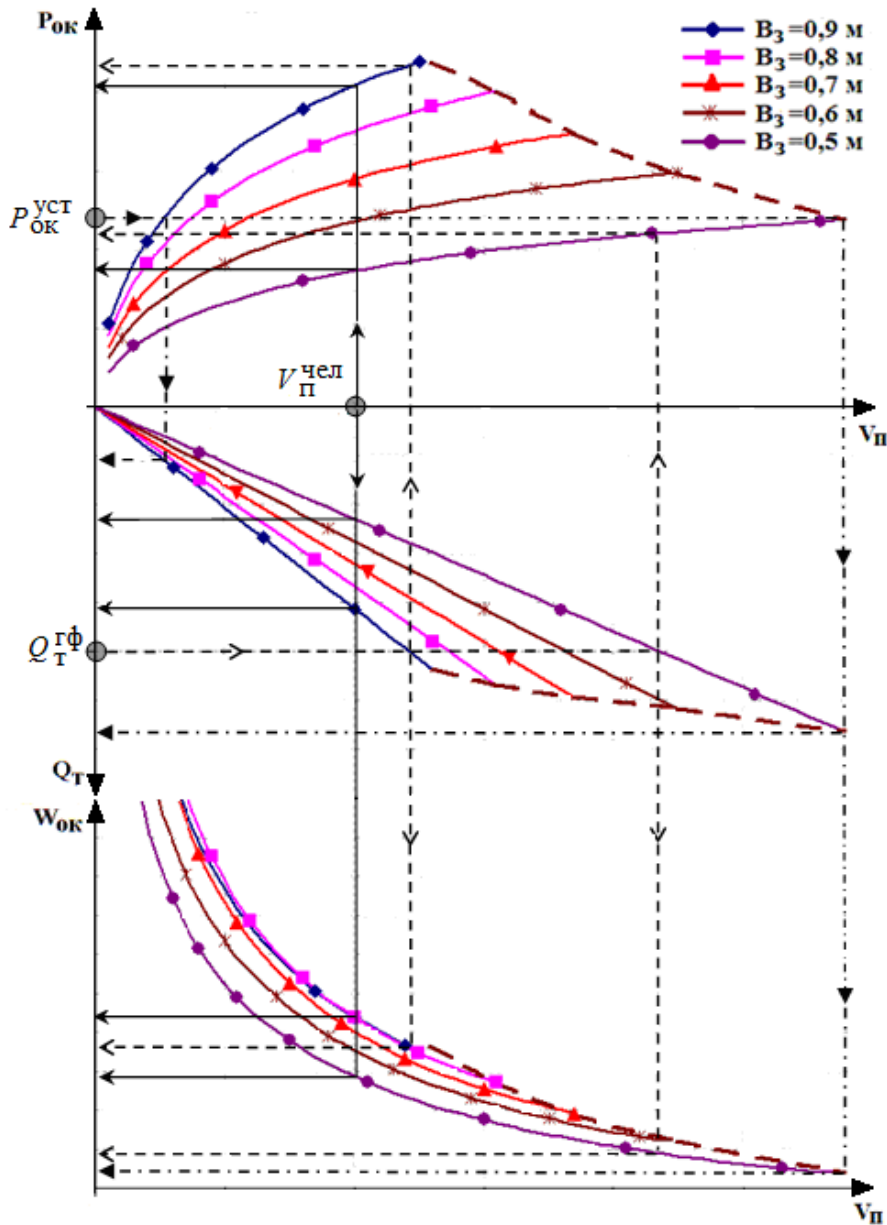


Рис. 2. Номограмма для выбора параметров очистного комбайна

Вместе с тем, при эксплуатации очистного комбайна может возникать ряд ограничений: по скорости перемещения (человеческий фактор, крепление призабойного пространства и т. д. [21...23]); по теоретической производительности (например, по газовому фактору); по энерговооруженности машины.

В этом случае, например, при ограничении скорости комбайна по условию перемещения человека в забое $V_n^{чел}$ (рис. 2, сплошная линия), максимальная теоретическая производительность обеспечивается при максимальной ширине захвата шнека. Но при этом имеет место увеличение значений мощности разрушения и погрузки разрушенной горной массы (примерно в 2,4 раза) и удельных энергозатрат (примерно в 1,3 раза).

Для обеспечения теоретической производительности, ограниченной, например, газовым фактором $Q_m^{гф}$ (рис. 2, пунктирная линия), наиболее эффективной будет работа комбайна с минимальной шириной захвата исполнительного органа. При этом мощность и удельные энергозатраты разрушения и погрузки разрушенной горной массы снизятся примерно в 2 раза.

При разрушении крепких углей может возникнуть ситуация, при которой мощности установленных двигателей приводов исполнительных органов $P_{ок}^{уст}$ окажется недостаточно (рис. 2, штрихпунктирная линия). В этом случае максимальная теоретическая производительность и минимальные удельные энергозатраты разрушения и погрузки будут обеспечиваться также при

минимальной ширине захвата шнекового исполнительного органа.

Таким образом, в общем случае минимальные мощность и удельные энергозатраты погрузки будут обеспечиваться при минимальной (из возможного диапазона изменения значений ширины захвата шнека, регламентированного ГОСТ [18]) ширине захвата шнека. Вместе с тем, при выборе ширины захвата шнека по критерию максимальной теоретической производительности следует учитывать конкретные горно-геологические и горнотехнические условия эксплуатации и связанные с ними ограничения.

Выводы

Предложена методика определения рациональных по критериям максимальной теоретической производительности и минимальных удельных энергозатрат разрушения и погрузки разрушенной горной массы параметров очистных комбайнов со шнековыми исполнительными органами малых диаметров, работающих в условиях тонких пологонаклонных пластов. Предложенная методика учитывает влияние ширины захвата шнека на процессы разрушения и погрузки разрушенной горной массы комбайном, а также на геометрические параметры приводов резания.

Основные геометрические параметры исполнительных органов при этом определяются согласно следующим рекомендациям:

– значение диаметра шнека выбирается из условия максимальной производительности погрузки – максимально близкое к средней мощности пласта;

– угол наклона лопасти шнека определяется из условия обеспечения максимальной осевой скорости выгружаемой горной массы;

– ширину захвата шнекового исполнительного органа выбирают исходя из заданных горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации и связанных с ними ограничений.

Установлено, что наибольшая теоретическая производительность и минимальные мощность и удельные энергозатраты разрушения и погрузки разрушенной горной массы очистными комбайнами, работающими в условиях тонких пологонаклонных пластов, достигаются, в общем случае, при одновременном соблюдении следующих условий:

– работе комбайна с максимально возможной скоростью перемещения при наименьшем значении ширины захвата исполнительного органа (из возможного диапазона изменения значений ширины захвата шнека, регламентированного ГОСТ);

– при значении диаметра шнека по резцам близким к значению средней мощности пласта.

Список литературы

1. Горные машины для подземной добычи угля: Учебное пособие для вузов / П.А. Горбатов и др. / Под общей ред. П.А. Горбатова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Донецк: Норд Компьютер, 2006. – 669 с.
2. Нечепаев, В.Г. Механо-гидравлические шнековые системы выгрузки и транспортирования. – Донецк: ДонНТУ, 2005. – 215 с.
3. Бойко, Н.Г. Очистные комбайны для тонких пластов. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2010. – 476 с.
4. Позин, Е.З. Разрушение углей выемочными машинами / Е.З. Позин, В.З. Меламед, В.В. Тон. / Под общей ред. Е.З. Позина. – М.: Недра, 1984. – 288 с.
5. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов: Учебник для вузов / Г.В. Малеев [и др.]. – М.: Наука, 1988. – 368 с.
6. Миничев, В.Г. Угледобывающие комбайны. Конструирование и расчет. – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
7. Исполнительные органы очистных комбайнов для тонких пологих пластов / Н.Г. Бойко [и др.]. – Донецк, Донеччина, 1996. – 223 с.
8. Ayhan, M. Comparison of globoid and cylindrical shearer drums' loading performance / M. Ayhan, E.M. Eyyuboglu // The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy. – 2006. – Vol.106. – P. 51-56.
9. Influence of the drum position parameters and the ranging arm thickness on the coal loading performance / Gao Kuidong [et al.] // Minerals. – 2015. – Vol.5. – P. 723-736.
10. Gao, Kuidong. Particle movement behavior in drum coal loading process by discrete element method // EJGE. – 2016. – Vol.21. – P. 163-173.
11. Шабаев, О.Е. Оценка влияния ширины захвата шнекового исполнительного органа очистного комбайна для тонких пологих пластов на энергетические параметры машины. О.Е. Шабаев, Е.Ю. Степаненко, П.П. Зинченко // Инновационные перспективы Донбасса, г. Донецк, 22-25 мая 2018 г. – Донецк: ДонНТУ, 2018. Т.3:3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов. – 2018. – С. 47-50.
12. Шабаев, О.Е. Методика определения оптимальной ширины захвата шнекового исполнительного органа очистных комбайнов О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаев, П.П. Зинченко //

- Машиностроение и техносфера XXI века // Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции в г. Севастополе 10-16 сентября 2018 г. В 2-х томах. – Донецк: ДонНТУ, 2018. – Т.2. – С. 237-243.
13. Шабает, О.Е. Экспериментальные исследования влияния ширины захвата шнекового исполнительного органа комбайна на эффективность процесса погрузки / О.Е. Шабает, П.П. Зинченко, А.В. Мезников // Горные науки и технологии. – 2019. – №2. – С. 90-103.
 14. Установление зависимости погрузочной способности шнековых очистных комбайнов от их режимных параметров на основе модельных и натурных экспериментов / О.Е. Шабает [и др.] // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2019. – №3. – С. 42-51.
 15. Скольжение угля при выгрузке его шнеками очистных комбайнов / Н.Г. Бойко [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. – 1984. – №5. – С. 58-61.
 16. Зенков, Р.Л. Механика насыпных грузов. – М.: Машиностроение, 1964. – 251 с.
 17. Тарасевич, В.И. Активные и пассивные зоны окна выгрузки угля для шнеков малого диаметра очистного комбайна // В.И. Тарасевич, А.В. Тарасевич // Научные труды Международной конференции «Горное оборудование-2005». – Донецк: ДонНТУ, 2005. – С. 83-93.
 18. ГОСТ 28600-90 Комбайны очистные. Основные параметры и размеры. Общие технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1990 – 5 с.
 19. КД 12.10.040-99. Изделия угольного машиностроения. Комбайны очистные. Методика выбора параметров и расчета сил резания и подачи на исполнительных органах (взамен ОСТ12.44.258-84). Введен с 01.01.2000. – Донецк: Минуглепром Украины, 1999. – 75 с.
 20. Имитационная модель функционирования шнековых очистных комбайнов, предназначенных для выемки тонких пологонаклонных пластов / В.Г. Нечепает [и др.] // Прогрессивные технологии и системы в машиностроении. – 2019. – №2(65). – С. 26-34.
 21. Горбатов, П.А. Выемочные комбайны нового поколения как энергетические системы мехатронного класса / П.А. Горбатов, В.В. Косарев, Н.М. Лысенко. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 176 с.
 22. Сургай, Н.С. Производительность очистных комбайнов нового технического уровня и пути ее повышения. Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко. – 2001. – Уголь Украины. – №6. – С. 3-5.
 23. Косарев, И.В. Повышение производительности очистных комбайнов с вынесенной системой подачи // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2016. – №6. – С. 12-18.

О.Е. Shabaev /Dr. Sci. (Eng.), V.G. Nechepaev /Dr. Sci. (Eng.), P.P. Zinchenko
Donetsk National Technical University (Donetsk)

METHOD FOR SELECTING PARAMETERS OF CLEANING COMBINES WITH SMALL-DIAMETER AUGERS IN RELATION TO THE SPECIFIED MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

Background. *The operation of cleaning combines on layers with a capacity of 0.55...1.20 m is characterized by low efficiency due to the insufficient loading capacity of small-diameter auger working bodies. Therefore, when creating cleaning combines that can intensively extract coal from coal seams with a capacity of 0.55...1.20 m, it is necessary to increase the efficiency of the process of loading the destroyed rock mass with screws of small diameters achieved by selecting the optimal (for the specified mining and geological operating conditions) design and operating parameters of cleaning combines.*

Materials and/or methods. *A method is proposed for determining the parameters of cleaning combines with small-diameter auger working bodies operating in thin gently sloping layers that are rational according to the criteria of maximum theoretical productivity and minimum specific energy consumption for destruction and loading of the destroyed rock mass. The proposed method takes into account the influence of the auger width on the processes of destruction and loading of the destroyed rock mass by the combine, as well as on the geometric parameters of the cutting drives.*

Results. *It is established that the highest theoretical productivity and minimum power and specific energy of destruction and destroyed rock mass loading by a combine achieved mainly when the latter operates with a boundary feed rate and is equipped with an auger with a minimum grip width and a value of the auger diameter for the cutters close to the average layer power.*

Conclusion. *The minimum capacity and specific energy consumption of loading, in general, will be provided with a minimum width of the auger. At the same time, when choosing the auger width according to the criterion of maximum theoretical productivity, it is necessary to take into account specific mining and geological and mining technical operating conditions and associated limiting factors.*

Keywords: *method for selecting parameters, thin layer, small-diameter auger, destruction, loading, maximum productivity, minimum energy consumption, limiting factors.*

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

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 11.09.2020 г.

© О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, П.П. Зинченко, 2020

Рецензент д.т.н., проф. В.П. Кондрахин

