

Научная статья

УДК 622.232.72

DOI: 10.26730/1816-4528-2022-6-40-47

Шабает Олег Евгеньевич, Нечепает Валерий Георгиевич, Степаненко Елена Юрьевна,
Зинченко Павел Петрович*

Донецкий национальный технический университет

*E-mail: pawel.zin4encko@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ ЗАХВАТА ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ ТОНКИХ ПЛАСТОВ НА СОРТОВОЙ СОСТАВ ОТДЕЛЕННОЙ ГОРНОЙ МАССЫ



Информация о статье

Поступила:

15 сентября 2022 г.

Одобрена после

рецензирования:

01 октября 2022 г.

Принята к печати:

14 октября 2022 г.

Ключевые слова:

ширина захвата, гранулометрический состав, шнек малого диаметра, процесс погрузки угля, тонкие пологие пласты.

Аннотация.

Работа очистных комбайнов на пластах мощностью 0,55...1,20 м характеризуется низкой эффективностью ввиду недостаточной погрузочной способности шнековых исполнительных органов малых диаметров. Выбор рационального сочетания конструктивных и режимных параметров очистного комбайна со шнеками малого диаметра, а также структуры его подсистемы погрузки применительно к заданным условиям эксплуатации с учетом возникающих ограничений позволяет повысить техническую производительность в 1,1...2,1 раза и уменьшить энергоемкость основных рабочих процессов в 1,3...2,3 раза. Однако неясно влияние значений этих параметров комбайна на гранулометрический состав отделенной горной массы. Основное измельчение угля происходит на этапе его отделения и погрузки на решетчатый став забойного конвейера. Во избежание дополнительного измельчения отделенной горной массы, обусловленного процессом погрузки, целесообразно осуществлять выемку угля при работе комбайна с граничной скоростью перемещения, исключающей возникновение циркуляции. В работе рассмотрено влияние ширины захвата шнекового исполнительного органа малого диаметра на качественный (сортový) состав отделенной горной массы. Установлено, что оптимизация структуры подсистемы погрузки очистных комбайнов и их геометрических и режимных параметров применительно к заданным горно-геологическим условиям эксплуатации позволяет существенно улучшить гранулометрический состав отделенной горной массы.

Для цитирования: Шабает О.Е., Нечепает В.Г., Степаненко Е.Ю., Зинченко П.П. Влияние ширины захвата очистных комбайнов для тонких пластов на сортový состав отделенной горной массы // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 6 (164). С. 40-47. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-6-40-47

Постановка проблемы

В большинстве стран мира приоритетными источниками энергии до настоящего времени остаются углеводородные виды топлива, в первую очередь нефть, газ и уголь. Это объясняется рисками, возникающими при использовании атомной энергии, недостаточной эффективностью использования возобновляемых видов энергии (солнечной, ветровой и т.п.) и другими подобными причинами.

Для Донецкого региона практически безальтернативным источником энергии долгие годы был и остается каменный уголь, оставшиеся запасы которого сегодня сосредоточены в пологих пластах мощностью 0,55...1,20 м [1]. Как показывает мировой опыт, выемку угля из пластов такой мощности

экономически наиболее эффективно осуществлять при помощи струговых установок [1-3]. Однако из разведанных 1092 шахтопластов Донецкого региона только 127 могут быть рекомендованы к струговой выемке [1] соответственно их горно-геологическим условиям. Поэтому в этих условиях для выемки углей преимущественно реализуется комбайновая выемка на основе механизированных комплексов, включающих в свой состав в качестве одного из основных элементов узкозахватные очистные комбайны со шнековыми исполнительными органами малых диаметров.

Однако высокопроизводительная выемка углей из тонких пологих пластов существенно затрудняется недостаточной погрузочной способностью

шнековых исполнительных органов малых диаметров, ограничивающей рабочую скорость перемещения комбайна на уровне 1...3 м/мин. Это, как следствие, обуславливает низкую производительность и высокие удельные энергетические затраты процесса выемки, а также ухудшение сортового состава отделенной горной массы [4-6].

При этом результаты исследований [7] показали, что рациональное сочетание структуры, конструктивных и режимных параметров системы погрузки очистного комбайна со шнеком малого диаметра применительно к заданным горно-геологическим условиям эксплуатации (с учетом возникающих ограничений) позволяет повысить техническую производительность выемки в 1,1...2,1 раза и уменьшить энергоемкость основных рабочих процессов в 1,3...2,3 раза. Однако влияние рекомендуемых значений параметров на формирующийся при этом гранулометрический состав отделенной горной массы не рассмотрено.

Анализ последних исследований и публикаций

Исследованию формирования гранулометрического состава отделенного угля при его добыче выемочными машинами посвящено множество работ отечественных и зарубежных ученых [5, 6, 8-17]. В [5] предлагается определять ожидаемый осредненный выход штыба с помощью таблицы сортности добытого угля, составленной на основании изучения и обработки данных работы очистных комбайнов с различными типами исполнительных органов. Оценка влияния режущего инструмента, а также наличия породных прослоек и твердых включений на гранулометрический состав отделенной горной массы представлена в работе [6]. В работах [8, 9] приводятся результаты исследований влияния экстремальных условий на гранулометрический состав отделенного угля. Методика расчета гранулометрического состава отделяемой горной массы с учетом свойств разрушаемого угольного массива, а также с учетом конструктивных и режимных параметров выемочных машин приведена в [10-12]. В [13] предлагается определять сортовой состав отделенной горной массы на основе аппроксимационных зависимостей. В [14] на основе анализа проведенных исследований показано, что существенное улучшение сортового состава при комбайновой выемке может быть достигнуто за счет совершенствования компоновки и конструкции комбайна, исключающих дополнительное измельчение угля при его погрузке на конвейер. Влияние процесса погрузки отделенной горной массы очистными комбайнами для тонких пологих пластов на ее гранулометрический состав рассмотрено в работе [15]. В [16] на основе анализа результатов шахтных экспериментов показано, что уменьшение ширины захвата в диапазоне 0,8...0,4 м приводит к увеличению выхода крупных и средних классов угля. Однако эти исследования проводились на устаревших очистных комбайнах типа 1К-101 и 2К-52, отличающихся схемой работы и компоновкой от современных выемочных машин для тонких пологих пластов. Кроме того, не приведены режимные па-

раметры комбайнов при проведении экспериментов.

Приведенный анализ определяет актуальность исследования влияния ширины захвата на формирование гранулометрического состава отделенной горной массы применительно к схемам работы, компоновочным решениям и режимам работы современных очистных комбайнов для выемки тонких пологих пластов.

Цель (задачи) исследований

Установление влияния ширины захвата шнекового исполнительного органа очистного комбайна для тонких пологих пластов на формирование гранулометрического состава добываемого угля.

Основной материал исследования

Отделенная очистным комбайном горная масса, проходя различные участки технологического комплекса горного производства, начиная от выемки в лаве и заканчивая классификатором в процессе обогащения, дополнительно измельчается на каждом из этих этапов. В [10] показано, что наибольшее измельчение угля происходит в процессе его отделения от забоя и погрузки на решчатный став забойного конвейера (60-70% от общего).

Гранулометрический состав угля, формирующийся в результате его отделения от горного массива, в общем случае определяется совокупностью широкого ряда факторов. Согласно [5], факторы, влияющие на измельчение угля в процессе отделения его от забоя, для удобства анализа можно разделить на две условные группы: не поддающиеся управляемому воздействию факторы природной среды и поддающиеся такому воздействию конструкторско-технологические факторы.

К первой группе относится широкий спектр физико-механических свойств разрушаемого массива, среди которых доминирующим является сопротивляемость разрушению. В общем случае степень измельчения угля увеличивается с ростом его сопротивляемости разрушению [5, 11]. При этом следует отметить, что в процессе комбайновой выемки грудь забоя, обнажающаяся при выемке угольного пласта, подвергается отжиму под действием вышележащих пород. Отжим как следствие проявления горного давления обуславливает при этом некоторое снижение сопротивляемости разрушению горного массива [11, 12].

Ко второй группе относятся геометрические и режимные параметры шнекового исполнительного органа, в том числе параметры схемы набора режущего инструмента, существенно определяющие степень измельчения разрушаемого угля. Оптимальные значения геометрических и режимных параметров шнекового исполнительного органа применительно к заданным горно-геологическим и горнотехническим условиям эксплуатации (обеспечивающую наибольшую производительность выемки при приемлемой энергоемкости процессов разрушения и погрузки горной массы) могут быть получены с помощью разработанной математической оптимизационной модели [7, 9]. Далее, исходя из полученных в результате оптимизации значений геометрических и режимных параметров шнека, по

стандартной методике [12] может быть сформирована и схема набора резцового режущего инструмента для конкретной конструктивной разработки шнекового исполнительного органа.

Важной специфической особенностью компоновки современных шнековых очистных комбайнов для выемки тонких пологих пластов является размещение корпуса комбайна в уступе забоя. Вынесенный в уступ забоя корпус комбайна при этом автоматически выполняет функцию погрузочного щитка с зазорами. Для размещения в рабочем пространстве вынесенного в уступ забоя корпуса комбайна опережающий исполнительный орган разрушает пачку угля, расположенную у почвы пласта, и осуществляет погрузку на забойный конвейер значительной части разрушенной горной массы. Остающийся шнек выполняет в основном только функцию разрушения оставшейся у кровли пласта пачки угля небольшой мощности, а погрузку угля на конвейер практически не осуществляет. Оставшаяся на почве пласта не погруженной после прохода очистного комбайна горная масса перемещается на забойный конвейер «самонавалкой» при его перемещении (задвиге) на новую «машинную дорогу».

Указанные обстоятельства определяют протекание процесса погрузки на забойный конвейер отделенной шнеками малого диаметра горной массы в так называемом «силовом режиме», который сопровождается ее циркуляцией в рабочем пространстве исполнительного органа, обуславливающей дополнительное значительное измельчение угля на этом этапе выемки угольных пластов [4, 6, 15].

Исследования [7] позволили выделить три характерных диапазона скоростей перемещения очистных комбайнов со шнеками малых диаметров, существенно отличающихся физической картиной процесса погрузки.

В первом диапазоне (при малой скорости перемещения комбайна) производительность машины не лимитируется ограниченной погрузочной способностью шнека. На почве пласта при этом остается слой не погруженной горной массы, высота которого не превышает вылета резца. При использовании дополнительного погрузочного щитка с зазорами не погруженная горная масса частично заполняет зазоры между щитком, почвой пласта и грудью забоя. В случае использования специальных зачистных лемехов или полноразмерных погрузочных щитков не погруженная горная масса полностью заполняет остающиеся (незначительные по размерам) зазоры и в оставшемся количестве подается в рабочее пространство шнека. При этом в рассматриваемом диапазоне скорости перемещения комбайна горная масса выгружается из рабочего объема исполнительного органа без ее накопления и без дополнительного измельчения.

Во втором диапазоне скорости перемещения комбайна (при ее возрастании) производительность очистного комбайна также еще не лимитируется погрузочной способностью его исполнительных органов, однако разрушенная горная масса уже полностью заполняет зазоры между вынесенным в

уступ забоя корпусом, почвой пласта и грудью забоя. Скорость перемещения комбайна $V_n^{ззз}$, соответствующая правой границе второго диапазона:

$$V_n^{ззз} = Q_v \cdot (D_{ио} \cdot B_z \cdot k_p - S_{ззз})^{-1}, \quad (1)$$

где: $V_n^{ззз}$ – скорость перемещения комбайна, соответствующая правой границе второго диапазона, м/мин; Q_v – объем горной массы, погруженной шнеком в единицу времени, м³/мин [7]; $D_{ио}$ – диаметр шнека, м; k_p – коэффициент разрыхления отделенной горной массы; $S_{ззз}$ – площадь зазоров, в которых размещается не погруженная горная масса, м² [7].

В третьем диапазоне скорости перемещения комбайна (при дальнейшем ее возрастании) рабочий процесс сопровождается полным заполнением циркулирующей горной массой всего свободного пространства шнека и формированием в нем интенсивного напряженного состояния выгружаемого сыпучего материала. Следствием этого является значительное дополнительное измельчение отделенного от забоя угля и, соответственно, снижение его сортности.

Следовательно, для исключения дополнительного измельчения угля (а соответственно, отсутствия циркуляции и соответствующего снижения сортности) в этом случае целесообразно осуществлять технологический процесс выемки при скорости перемещения комбайна, не превышающей значение $V_n^{ззз}$.

Не погруженная опережающим шнеком горная масса, попадая в зазоры погрузочного щитка, также может дополнительно измельчаться, соответственно, ухудшая показатели сортности. В массиве не погруженной горной массы в этом случае формируются напряжения сжатия и сдвига. Как показано в [17], максимальное значение давления вынесенного в уступ забоя корпуса комбайна на оставшуюся на почве пласта не погруженную горную массу составляет порядка 0,5 МПа. Согласно данным [4], слабые и средней крепости трещиноватые угли имеют временное сопротивление одноосному сжатию $\sigma_{сж} = 4,7 \dots 18$ МПа, а крепкие – $\sigma_{сж} = 38$ МПа. Временное сопротивление угля сдвигу, согласно [1], составляет порядка $(0,1 \dots 0,4)\sigma_{сж}$. Сравнивая значения давления корпуса комбайна на остающийся на почве пласта слой горной массы и значения временного сопротивления одноосному сжатию и сдвигу углей, можно сделать вывод, что значительного дополнительного измельчения угля в рассматриваемой зоне не происходит.

Разрушенная горная масса после отделения ее от забоя режущим инструментом перемещается в рабочем пространстве опережающего исполнительного органа лопастью шнека в направлении от отрезного диска к окну выгрузки. Встречая сопротивление в виде корпуса поворотного редуктора привода шнека, перемещаемая горная масса сжимается (расклинивается) в зоне между движущейся в направлении выгрузки лопастью шнека и корпусом

его поворотного редуктора [4, 6], формируя объемное напряженное состояние.

В соответствии с результатами моделирования (при помощи комплексной математической модели рабочих процессов разрушения и погрузки шнеками малого диаметра [18]) при работе очистного комбайна с граничной скоростью перемещения $V_n^{\text{зав}}$ (до начала циркуляции) наибольшее значение давления в рассматриваемой зоне для шнека с шириной захвата 0,9 м составляет порядка 0,22 МПа. При уменьшении ширины захвата исполнительного органа до 0,5 м значение этого давления снижается до 0,12 МПа.

Сравнивая полученные значения давления со значениями временного сопротивления одноосному сжатию и сдвигу, приведенными выше, можно сделать вывод, что и в этой рассматриваемой зоне при работе очистного комбайна с граничной скоростью перемещения $V_n^{\text{зав}}$ (до начала циркуляции) значительного дополнительного измельчения угля не происходит.

В соответствии с технологической схемой работы современных очистных комбайнов для выемки тонких пологих пластов оставшаяся на почве пласта не погруженной после прохода комбайна горная масса перемещается на забойный конвейер «самонавалкой» при перемещении (задвиге) этого конвейера на новую «машинную дорогу». Для облегчения процесса перемещения горной массы «самонавалкой» решетки конвейера оснащаются специальными конструктивными элементами в виде пассивных лемехов. Согласно [10], пассивные лемехи в сравнении с другими видами погрузочных органов осуществляют наименьшее измельчение горной массы. Поэтому и на этом этапе технологического цикла дополнительное измельчение горной массы можно считать незначительным. Таким образом, формирование сортового состава разрушенной горной массы шнековым очистным комбайном, работающим с граничной скоростью перемещения $V_n^{\text{зав}}$ (до начала циркуляции), будет определяться преимущественно процессом разрушения массива.

С учетом вышеприведенных соображений granulометрический состав добываемой горной массы можно оценить с помощью зависимости, основанной на расчете удельной энергии разрушения пласта исполнительным органом, оснащенным острым режущим инструментом [1, 10-12]:

$$W_{dc} = 100 \cdot [1 - \exp(-k_m \cdot m_u^{-2} \cdot d_c^{m_u})], \quad (2)$$

где: W_{dc} – ожидаемый выход подрешетного продукта, [%]; k_m – показатель приведенной степени измельчения угля для очистных комбайнов; m_u – показатель способности угля к измельчению; d_c – размер куса подрешетного продукта рассматриваемого класса крупности, мм.

Показатель приведенной степени измельчения угля для очистного комбайна [12]:

$$k_m = \frac{1}{H_p \cdot B_3} \cdot \sum_{k=1}^{N_u} k_{o.k} \cdot S_{p.k}, \quad (3)$$

где: H_p – вынимаемая мощность пласта, м; B_3 – ширина захвата шнека, м; N_u – число исполнительных органов, шт; $S_{p.k}$ – площадь поперечного сечения забоя, обрабатываемая резцами k -го исполнительного органа, м²; $k_{o.k}$ – показатель приведенной степени измельчения угля для каждого k -го исполнительного органа.

Значение площади поперечного сечения забоя, обрабатываемого резцами k -го шнекового исполнительного органа, определяется по зависимости [12]:

$$S_{p.k} = B_3 \cdot H_{и.k}, \quad (4)$$

где: $H_{и.k}$ – мощность пласта, вынимаемая k -м исполнительным органом, м.

Показатель приведенной степени измельчения угля для k -го исполнительного органа [12]:

$$k_{o.k} = \left(\frac{W_{p.\delta.k}}{R} + 0,01 \right) \cdot k_{пер.k}, \quad (5)$$

где: $W_{p.\delta.k}$ – удельная энергия резания пласта k -м исполнительным органом с острыми резцами, задний угол которых равен 10°, кВт·ч/м³; R – показатель разрушаемости пласта, кВт·ч/м³ [12]; $k_{пер.k}$ – коэффициент измельчения угля для k -го исполнительного органа. Согласно [10-12], значение коэффициента измельчения для шнековых исполнительных органов находится в пределах 1,3...1,5 (при этом меньшее значение принимается при установке тангенциальных резцов и свободной погрузке угля на конвейер).

Удельная энергия резания пласта k -м шнековым исполнительным органом с острыми резцами, задний угол которых равен 10° [12]:

$$W_{p.\delta.k} = \frac{\pi \cdot D_{но} \cdot n_{об} \cdot k_{осл} \cdot \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_p} Z_{o.\delta.i,j}}{3,6 \cdot 10^6 \cdot S_{p.k} \cdot V_n \cdot K}, \quad (6)$$

где: $n_{об}$ – частота вращения шнека, об/мин; $k_{осл}$ – коэффициент ослабления угольного массива впереди идущим исполнительным органом [12]; $Z_{o.\delta.i,j}$ – сила резания угля острым i -м резцом с кинематическим задним углом, равным 10° в j -м положении исполнительного органа, Н [12]; n_p – количество одновременно контактирующих резцов с забоем, шт; K – число рассматриваемых положений исполнительного органа; V_n – скорость перемещения комбайна, м/мин.

Для решения поставленной задачи наряду с приведенными зависимостями использовались математическая модель оптимизации структуры, конструктивных и режимных параметров очистных комбайнов [7], а также комплексная имитационная модель рабочих процессов разрушения и погрузки шнеками малого диаметра [18]. Моделировалась работа очистного комбайна в представительных для шахтопластов Донбасса горно-геологических и горнотехнических условиях эксплуатации: средняя мощность пласта 0,85 м; уголь вязкий, сопротивляемостью разрушению 210 кН/м. При моделировании комбайн оснащался погрузочным щитком с

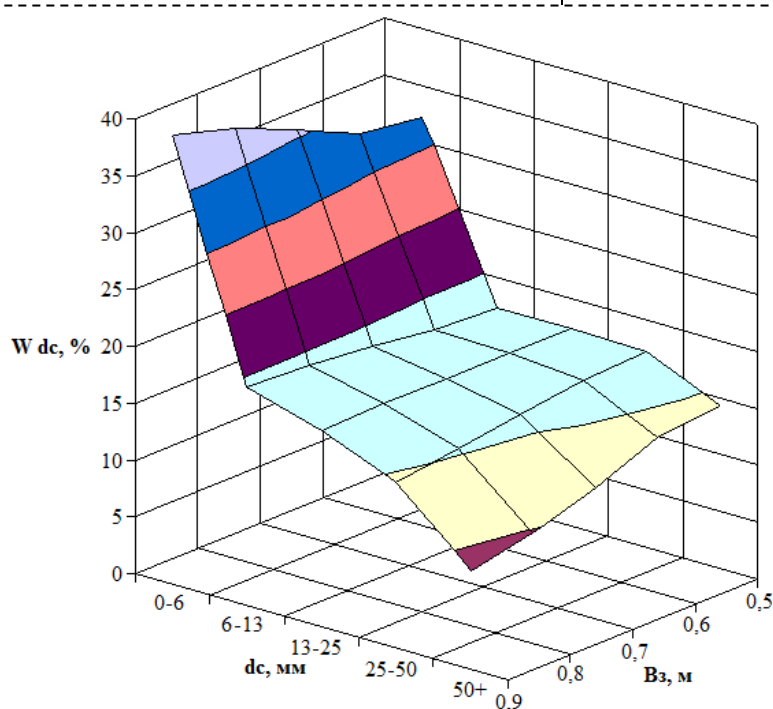


Рис. 1. Ожидаемый выход подрешетного продукта отделенной горной массы
как функция ширины захвата очистного комбайна
Fig. 1. Expected yield of the underflow of separated ROM coal as a function of
the working width of the coal miner

зазорами, зачистным лемехом и полноразмерным погрузочным щитком. Значение диаметра шнека варьировалось в диапазоне 0,63...0,9 м, а ширина захвата – 0,5...0,9 м. Схема набора режущего инструмента формировалась применительно к конкретным значениям ширины захвата шнека и скорости перемещения комбайна.

В результате оптимизации было установлено, что повышение граничной скорости перемещения $V_n^{зав}$ (при соблюдении условия отсутствия циркуляции) в 1,1...1,3 раза обеспечивается при работе очистного комбайна с погрузочным щитком с зазорами. Оптимальное значение диаметра шнека для рассматриваемых горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации комбайна составляет 0,8 м. Условие отсутствия циркуляции выгружаемой горной массы соблюдается при частоте вращения исполнительного органа не более 86 об/мин. Для обеспечения максимальной силовой уравновешенности исполнительного органа принималась последовательная схема набора.

Графическая интерпретация влияния ширины захвата шнека на сортность отделенной очистным комбайном горной массы согласно результатам моделирования представлена на рис. 1.

Анализ результатов моделирования (рис. 1) показывает, что при уменьшении ширины захвата шнека гранулометрический состав отделенной горной массы улучшается. Так, с уменьшением ширины захвата шнека с 0,9 до 0,5 м выход гранул размером 0...6 мм сокращается на 7,3 %. Это обусловлено увеличением средней площади среза резцами кутковой зоны шнека в 3,9 раза (с 0,9 до 3,6 см²) и

резцами забойной зоны в 3,3 раза (с 2,6 до 8,5 см²). Относительно небольшое сокращение выхода гранул мелких классов при значительном увеличении средней площади среза резцами кутковой и забойной зоны обусловлено образованием большого количества штыба (мелких фракций угля) при разрушении отстающим шнеком остающейся у кровли пласта тонкой (малой мощности) пачки угля.

Выход гранул угля размером 6...13 мм сокращается на 1,9 %, что также объясняется увеличением средней площади среза резцов кутковой и забойной зоны. Увеличение количества гранул размером 25...50 мм и 50+ мм на 2,6 % и 5,6 % соответственно определяется работой комбайна в зоне отжима горного массива с оптимальными значениями ширины и толщины среза. Вместе с тем выход гранул угля размером 13...25 мм при уменьшении ширины захвата практически не изменился, что обусловлено физическими свойствами разрушаемого массива.

Выводы

1. Работа шнекового очистного комбайна нового технического уровня в условиях тонких пологих пластов при наступлении режима циркуляции отделенной горной массы в рабочем пространстве опережающего исполнительного органа сопровождается значительным дополнительным измельчением угля и, соответственно, снижением его сортового состава.

2. Установлено, что улучшение гранулометрического состава отделенной комбайном горной массы достигается при выемке угля с граничной (по условию отсутствия циркуляции горной массы в рабочем пространстве шнека) скоростью перемещения с наименьшей из рассматриваемого ряда шириной захвата исполнительного органа.

3. В общем случае рациональное сочетание конструктивных и режимных параметров очистного комбайна со шнеками малого диаметра, а также структуры его подсистемы погрузки применительно к заданным условиям эксплуатации с учетом возникающих ограничений позволяет повысить техническую производительность машины, уменьшить энергоемкость основных рабочих процессов, а также улучшить гранулометрический состав отделенной горной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатов П. А. Горные машины для подземной добычи угля. 2-е изд., перераб. и доп. Донецк : Норд Компьютер, 2006. 669 с.

2. Гуляев В. Г. Актуальность и проблемы создания автоматизированных струговых комплексов для безлюдной выемки пологих тонких угольных пластов Донецкого бассейна // Вестник Донецкого национального технического университета. 2016. №6. С. 24-34.
3. Турок Ю. В. Методы определения силовых и конструктивных параметров механизированных крепей струговых комплексов дис. ... докт. техн. наук : специальность: 05.05.06 «Горные машины» // Новочеркасск, 2014. 250 с
4. Нечепасев В. Г. Механо-гидродинамические шнековые системы выгрузки и транспортирования. Донецк: ДонНТУ, 2005. 215 с.
5. Миничев В. Г. Угледобывающие комбайны. Конструирование и расчет. М. : Машиностроение, 1976. 248 с.
6. Бойко Н. Г. Очистные комбайны для тонких пластов. Донецк : ГВУЗ «ДонНТУ», 2010. 476 с.
7. Зинченко П. П. Обоснование структуры и параметров очистных комбайнов нового технического уровня для выемки тонких пологих пластов: автореф. дис. ... канд. техн. наук : специальность: 05.05.06 Горные машины. Донецк, 2021. 18 с.
8. Cai C., Li G., Huang Z., Tian S., Shen Z., Fu X. Эксперимент по повреждению угля из-за переохлаждения жидким азотом // Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2015. Vol. 22. С. 42-48.
9. Agarkov K. V., Epshtein S.A., Kossovich E. L., Dobryakova N. N. Freeze-thaw conditions effects on coals grain size composition and resistance to breakage // Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal) № 6, 2021 С. 72-83.
10. Позин Е. З., Меламед В. З., Азовцева С. М. Измельчение углей при резании. М. : Наука, 1977. 138 с.
11. Позин Е. З., Меламед В. З., Тон. В. В. Разрушение углей выемочными машинами. М. : Недра, 1984. 288 с.
12. 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). Введ. 2000.01.01. Донецк: Минуглепром Украины, 1999. 75 с.
13. Воронов В. П., Жуков П. П. Методы прогнозирования ситового и фракционного состава углей. М. : Недра, 1977. 136 с.
14. Габова В. В., Банников А. А., Бойков И. Л. Анализ измельчения угля при добыче на шахтах Воркуты // Горное оборудование и электромеханика. 2011. № 2. С. 9-13.
15. Бойко Е. Н. Влияние погрузки угля рабочим органом очистного комбайна на его сортовой состав // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Гірничо-електромеханічна». Вып. 83. Донецк, ДонНТУ, 2004. С. 46-50.
16. Пархоменко А. И., Осташко А. С., Кравченко А. А. Промышленные испытания комбайнов 1К-101 и 2К-52 с новыми исполнительными органами с захватом 0,4 м // Уголь. 1974. №4. С. 42-44.
17. Разработать исходные данные для проектирования шнековых исполнительных органов комбайна К103 и параметров, определяющих его устойчивость на конвейере [Текст]: отчет НИР (заключительный) / Донецк. Политехн. Ин-т; рук. Я. И. Альшиц, исполн.: Н. Г. Бойко [и др.]. Донецк : 1977. 92 с. № ГР 770034194. Инв. № Б660354.
18. Нечепасев В. Г., Шабасев О. Е., Степаненко Е. Ю., Зинченко П. П. Имитационная модель функционирования шнековых очистных комбайнов, предназначенных для выемки тонких пологонаклонных пластов // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: сб. научн. тр. 2019. № 2 (65). Т.2. С. 26-34.

© 2022 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Шабасев Олег Евгеньевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Горные машины», ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58)

Нечепасев Валерий Георгиевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Основы проектирования машин», ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58)

Степаненко Елена Юрьевна, кандидат технических наук, доцент, ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58)

Зинченко Павел Петрович, кандидат технических наук, доцент ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», (283001, ДНР, г. Донецк, ул. Артема, 58)

Заявленный вклад авторов:

Шабасев О. Е. – постановка задачи, выводы и рекомендации;

Нечепасев В. Г. – методология исследований, рекомендации;

Степаненко Е. Ю. – обработка экспериментальных данных;

Зинченко П. П. – оценка влияния циркуляции на сортность угля.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Oleg E. Shabaev, Valeryj G. Nechepaev, Elena Yu. Stepanenko, Pavel P. Zinchenko*

Donetsk National Technical University

*E-mail: pawel.zin4encko@yandex.ru

INFLUENCE OF THE WEB WIDTH OF THE SHEARER FOR THIN COAL SEAMS ON THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF THE SEPARATED ROM COAL



Article info

Received:

15 September 2022

Accepted for publication:

01 October 2022

Accepted:

14 October 2022

Keywords: auger length, particle size distribution, small diameter auger, coal loading process, thin shallow coal seams.

Abstract.

The operation of coal combines on seams with a thickness of 0.55 ... 1.20 m is characterized by low efficiency due to insufficient loading capacity of small diameter augers. The choice of a rational combination of design and operating parameters of a coal miner with small-diameter augers, as well as the structure of its loading subsystem, in relation to the specified operating conditions, taking into account emerging restrictions, makes it possible to increase technical productivity by 1.1 ... 2.1 times and reduce the energy intensity of the main work processes 1.3 ... 2.3 times. However, the influence of the values of these parameters of the combine on the particle size distribution of the separated coal is not clear. The main grinding of coal occurs at the stage of its separation and loading onto the conveyor. In order to avoid additional grinding of the separated coal, due to the loading process, it is advisable to carry out the extraction of coal when the combine is operating at the limiting speed of movement, which excludes the occurrence of circulation. The paper considers the influence of the width of a small-diameter auger on the qualitative (grade) composition of the separated rock mass. It has been established that the optimization of the structure of the subsystem for loading coal combines and their geometric and operational parameters in relation to the given mining and geological operating conditions can significantly improve the granulometric composition of the separated coal.

For citation: Shabaev O.E., Nechepaev V.G., Stepanenko E.Yu., Zinchenko P.P. Influence of the web width of the shearer for thin coal seams on the granulometric composition of the separated rom coal. Mining Equipment and Electromechanics, 2022; 6(164):40-47 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2022-6-40-47

REFERENCES

1. Gorbato P.A. Mining machines for underground coal mining. 2nd ed., revised. and additional Donetsk: Nord Computer, 2006. 669 p.
2. Gulyaev V.G. Relevance and problems of creating automated plow systems for unmanned excavation of gently sloping thin coal seams of the Donetsk basin. Bulletin of the Donetsk National Technical University. 2016; 6:24-34.
3. Turuk Yu.V. Methods for determining the power and design parameters of powered supports of plow complexes. ... doc. tech. Sciences: specialty: 05.05.06 "Mining machines". Novocherkassk; 2014. 250 p.
4. Nechepaev V.G. Mechano-hydrodynamic screw systems for unloading and transportation. Donetsk: DonNTU, 2005. 215 p.
5. Minichev V.G. Coal mining combines. Design and calculation. M.: Mashinostroyeniye; 1976. 248 p.
6. Boyko N.G. Shearers for thin seams. Donetsk: GVUZ "DonNTU"; 2010. 476 p.
7. Zinchenko P.P. Substantiation of the structure and parameters of shearers of a new technical level for excavation of thin flat seams: author. dis. ... cand. tech. Sciences: specialty: 05.05.06 Mining machines. Donetsk; 2021. 18 p.
8. Cai C., Li G., Huang Z., Tian S., Shen Z., Fu X. Coal damage experiment due to supercooling with liquid nitrogen. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2015; 22:42-48.
9. Agarkov K.V., Epshtein S.A., Kossovich E.L., Dobryakova N.N. Freeze-thaw conditions effects on coals grain size composition and resistance to breakage. Mining informational and analytical bulletin (Scientific and technical journal). 2021; 6:72-83.
10. Pozin E.Z., Melamed V.Z., Azovtseva S.M. Grinding of coals during cutting. M.: Nauka; 1977. 138 p.
11. Pozin E.Z., Melamed V.Z., Ton. V.V. Destruction of coals by mining machines. M.: Nedra; 1984. 288 p.
12. KD 12.10.040-99. Products of coal engineering. Cleaning combines. Method for selecting parameters.

ters and calculating the cutting and feed forces on the executive bodies (instead of OST12.44.258-84) [Text]. Input. 2000.01.01. Donetsk: Ministry of Coal Industry of Ukraine; 1999. 75p.

13. Voronov V.P., Zhukov P.P. Methods for predicting the sieve and fractional composition of coal. M.: Nedra; 1977. 136 p.

14. Gabov V.V., Bannikov A.A., Boikov I.L. Analysis of coal grinding during mining at the mines of Vorkuta. Mining equipment and electro-mechanics. 2011; 2:9-13.

15. Boyko E.N. Influence of coal loading by the working body of a shearer on its grade composition. Series: "Girnichno-electromechanical". Donetsk, DonNTU. 2004; 83:46-50.

16. Parkhomenko A.I., Ostashko A.S., Kravchenko A.A. Industrial tests of combines 1K-101 and 2K-52

with new executive bodies with a capture of 0.4 m. Coal magazine. 1974; 4:42-44.

17. Develop initial data for the design of the auger executive bodies of the K103 combine and the parameters that determine its stability on the conveyor [Text]: research report (final). Donetsk. Polytechnic Institute; hands Ya.I. Alshits, performed by N.G. Boyko [and others]. Donetsk, 1977. 92 p. Vol. GR 770034194. Inv. Vol. B660354.

18. Nechepaev V.G., Shabaev O.E., Stepanenko E.Yu., Zinchenko P.P. Simulation model of the operation of auger shearers designed for excavation of thinly sloping seams. Progressive technologies and systems of mechanical engineering: coll. scientific tr. 2019; 2(65):26-34. V.2.

© 2022 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Oleg E. Shabaev, Dr. Sc. (Engineering), head of the Department "Mining machines", Donetsk National Technical University, (283001, DPR, Donetsk city, Artema str. 58)

Valeryj G. Nechepaev, Dr. Sc. (Engineering), head of the Department "Fundamentals of Machine Design", Donetsk National Technical University, (283001, DPR, Donetsk city, Artema str. 58)

Pavel P. Zinchenko*, C. Sc. (Engineering), Associate Professor, Donetsk National Technical University, (283001, DPR, Donetsk city, Artema str. 58)

Elena Yu. Stepanenko, C. Sc. (Engineering), Associate Professor, Donetsk National Technical University, (283001, DPR, Donetsk city, Artema str. 58)

Contribution of the authors:

Oleg E. Shabaev – problem statement, conclusions and recommendations;

Valeryj G. Nechepaev – research methodology, recommendations;

Pavel P. Zinchenko – processing of experimental data;

Elena Yu. Stepanenko – assessment of the influence of the circulation process on the grade of coal.

Author have read and approved the final manuscript.

