

**И.В. Косарев**

ГУ «Донецкий научно-исследовательский проектно-конструкторский институт комплексной механизации шахт» (Донецк)

## ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В СОЗДАНИИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕГО ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ УГЛЯ

*Рассмотрены новые направления в создании горно-шахтного оборудования, обеспечивающего повышение качества добываемого угля и увеличение нагрузок на очистные забои.*

**Ключевые слова:** уголь, очистной комбайн, механизированная крепь, бункер-конвейер.

### Постановка проблемы

Энергетическая безопасность каждого государства определяется потенциалом существующих энергоносителей, среди которых углеводородные виды топлива, такие как нефть, газ и уголь, в большинстве странах и до настоящего времени остаются приоритетными источниками энергии.

Этот факт объясняется не только отсутствием альтернативных и потенциальных источников, но и неэффективностью использования во многих случаях солнечной и гидравлической энергии, а также определенными рисками, связанными с освоением атомной энергетики.

Анализ мирового потребления энергии свидетельствует о том, что на протяжении многих десятилетий уголь устойчиво занимает второе место. Несмотря на то, что нефть остается приоритетным источником энергии, с 2000 г. просматривается устойчивая тенденция в перераспределении общего энергетического баланса в пользу угольной энергетики (рис. 1).

### Анализ последних исследований и публикаций

В Донецком регионе основным источником энергии был и остается уголь. Основные промышленные запасы угля в Донбассе сосредоточены в пластах мощностью от 0,7 до 2 м. Среднединамическая мощность разрабатываемых пластов составляет 1,15 м. В тонких пластах мощностью менее 1,2 м находится более 70 % запасов угля. На протяжении последних десятилетий наблюдается устойчивая тенденция к снижению среднединамической мощности угольных пластов, что объясняется экономической целесообразностью отработки, в первую очередь, пластов средней мощности [1,2].

Отработка тонких пластов [3,4], как правило, осуществляется с присечкой боковых пород из-за несоответствия очистной техники мощности

пласта, что является одним из основных факторов увеличения на 8-10 % зольности добываемого угля по шахтам Донецкого бассейна.

Вторым источником увеличения зольности является обрушение пород кровли в лаве и на сопряжении «лава-штрек», что на 2-3 % увеличивает зольность добываемого угля.

Третьей причиной засоренности угля породой является совместное транспортирование угля из очистных забоев и горной массы от проведения ремонта и перекрепления горных выработок. При этом зольность угля увеличивается еще на 3-4 %.

Таким образом, при средней пластовой зольности по всем угледобывающим предприятиям – 23 %, средняя зольность добываемого угля по шахтам Донбасса в настоящее время составляет 38 %.

Затраты на транспортировку находящейся в объеме горной массы породы, обогащение угля, интенсивный износ оборудования ставят вопрос об экономической целесообразности работы некоторых шахт, работающих с такими показателями по качеству угля.

### Цель (задачи) исследования

Целью настоящей работы является минимизация габаритных параметров забойных машин с



Рис. 1. Баланс мирового потребления энергии

их взаимной адаптацией в составе очистного комплекса, обеспечивающего обработку тонких пластов мощностью 0,8 м без присечки боковых пород, а также внедрение на угольных предприятиях технико-технологических мероприятий, направленных на улучшение качества угля за счет разделения угольных и породных потоков в общешахтной транспортной линии.

**Основной материал исследования**

В результате проведенных исследований горно-геологических условий пластов с промышленными запасами угля, сосредоточенными в диапазоне метровой мощности, а также обобщения опыта эксплуатации существующего забойного оборудования установлено, что объемы присекаемых боковых пород зависят не только от геологической мощности, но и от условий залегания и геологических нарушений угольных пластов.

Волнистая гипсометрия и геологические нарушения в виде русловых размывов с утонением

пласта, мелкоамплитудных тектонических подвижек, образующих уступы в кровле и почве, устанавливают дополнительные требования по вписываемости в тонкий пласт не только по геометрическим размерам оборудования, определяющим поперечную увязку забойных машин в составе очистного комплекса, но и длине очистного комбайна по жесткой базе (корпуса или портала) и расстоянию между исполнительными органами.

Исследованиями установлено, что только единичные (порядка 8-10 %) угольные пласты в Донбассе не имеют явно выраженных нарушений, а существующие очистные комбайны по своим конструктивным параметрам не обеспечивают работу в данных условиях без присечки боковых пород.

В условиях полного отсутствия финансовой поддержки на техническое переоснащение и на покрытие себестоимости перед угольными предприятиями поставлена задача по достижению рентабельных показателей, как за счет увеличе-

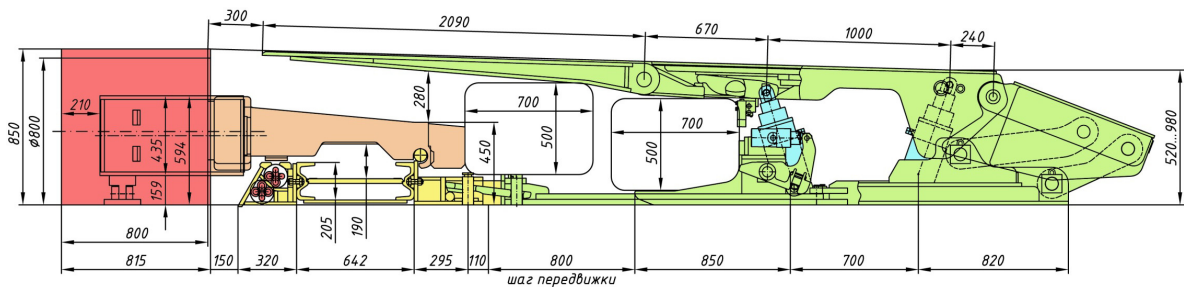


Рис. 2. Комплекс для обработки пластов мощностью 0,8-1,1 м

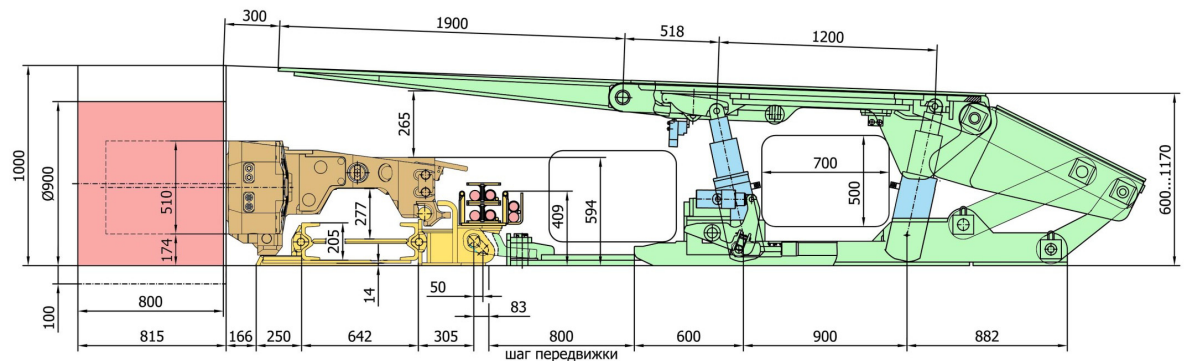


Рис. 3. Увязка комплекса с УКД200-500

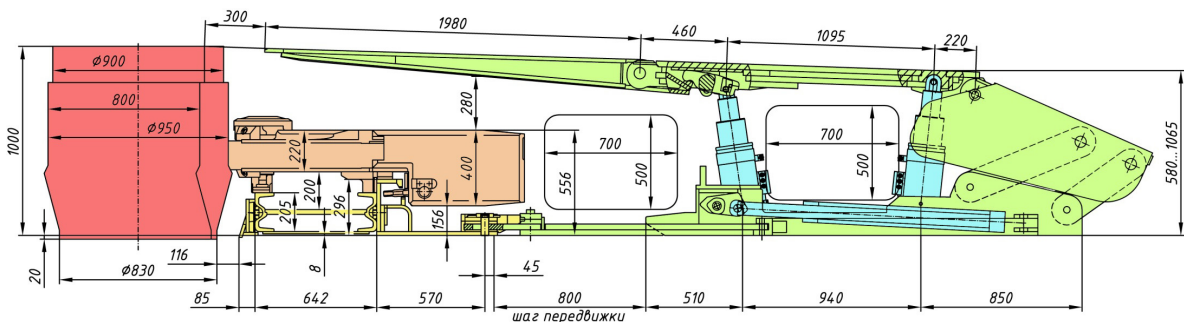


Рис. 4. Увязка комплекса с КА200

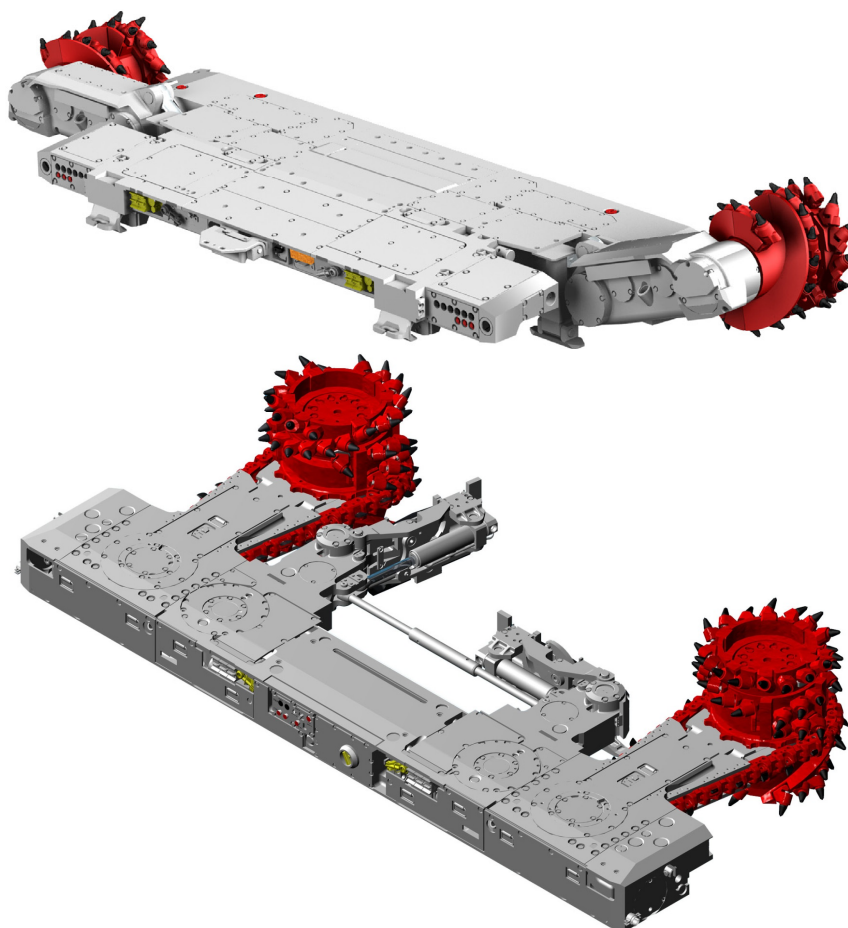


Рис. 5. Комбайн очистной УКД200-250 (сверху) и КА200 (снизу)

ния добычи угля, так и повышения его качества.

Решение данных вопросов невозможно без внедрения новых технологий и комплексной механизации процессов добычи угля.

В этом направлении ГУ «Донуглемаш» выполняет ряд работ по созданию нового горношахтного оборудования, которое позволит не только повысить эффективность производства добычи угля, но и обеспечить рентабельную работу угольных предприятий.

Решение проблемы, связанной с увеличением зольности от присечки боковых пород и засоренности угля в результате вывалообразований в лаве, реализуется институтом за счет создания очистного комбайнового комплекса для отработки пластов мощностью 0,8-1,1 м (рис. 2). За последние 15 лет Донгипроуглемашем создан ряд очистных комплексов [5] для отработки тонких пластов на базе механизированных крепей КД80, КД90, ДМ. ДТ в составе с очистными комбайнами УКД200-250, УКД200-500, КА200, УКД400 (рис. 3 и 4).

Получен большой практический опыт эксплуатации данного оборудования, обеспечивающего отработку пластов с вынимаемой мощностью 0,9-1,05 м. Несмотря на достигнутые результаты, как правило, при геологической мощ-

ности пласта 0,8-0,85 м осуществлялась присечка боковых пород до 20 см.

Секции крепи планируется оснастить системой гарантированного дораспора, что обеспечит снижение объемов вывалообразований пород кровли, увеличение нагрузок на лаву в результате сокращения простоев, а также повышение качества угля за счет снижения его засоренности породой.

Комплексное решение вопросов при создании нового очистного комбайнового комплекса и его внедрение на угольных предприятиях, обрабатывающих тонкие пласты, обеспечит снижение зольности на 10-13 % за счет сокращения или полной ликвидации присечек боковых пород и уменьшения объемов вывалообразований в лаве и на сопряжении с примыкающими выработками.

Качество добываемого угля определяется не только технико-технологическими решениями и организацией работ на добычном участке, но и существенно зависит от его засорения породой, поступающей в общешахтную транспортную линию из подготовительных забоев.

Работа существующих комплексов в диапазоне метровой мощности определяется взаимной увязкой забойных машин (крепь, конвейер, ком-

байн) и зависит от высоты корпуса комбайна в зоне перекрытия крепи, обеспечения требуемого (250-300 мм) технологического зазора для прохода комбайна под крепью, строительной высоты секций, исключаяющей их посадку на «жестко» при работе в минимальной мощности.

Целью создания нового очистного комплекса является разработка забойных машин с их взаимной адаптацией и минимизацией габаритных размеров, обеспечивающих отработку пластов в минимальной мощности 0,8 м. Основной задачей в решении этой проблемы является разработка очистного комбайна [6,7] с высотой по корпусу (порталу) 450 мм, что на 100-150 мм меньше, чем у комбайнов УКД200-250, КА200, УКД400 (рис. 5).

Конструкция нового комбайна (рис. 6) предусматривает моноблочное исполнение корпуса с длиной жесткой базы 3 м, что на 1,2-1,7 м меньше, чем в серийных комбайнах (рис. 7) (табл. 1).

Кроме основной задачи, связанной с минимизацией габаритных размеров комбайна, обеспечивающих отработку пласта в мощности 0,8 м, решается вопрос по улучшению эксплуатационных качеств и увеличению показателей надежности за счет:

- применения торсионных валов, снижающих динамическую нагрузку на трансмиссию;
- моноблочного исполнения основного корпуса, исключаяющего шарнирные соединения узлов комбайна;

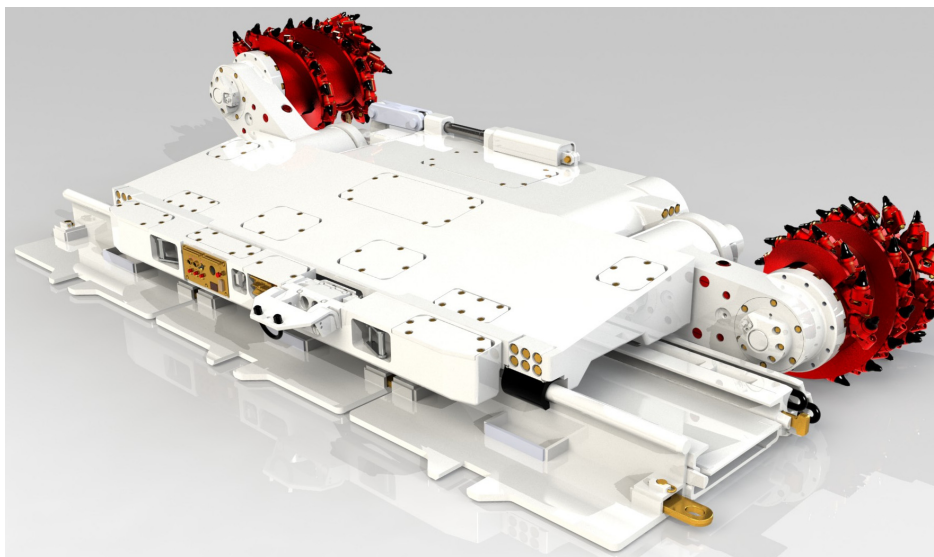


Рис. 6. Комбайн очистной УКМ240

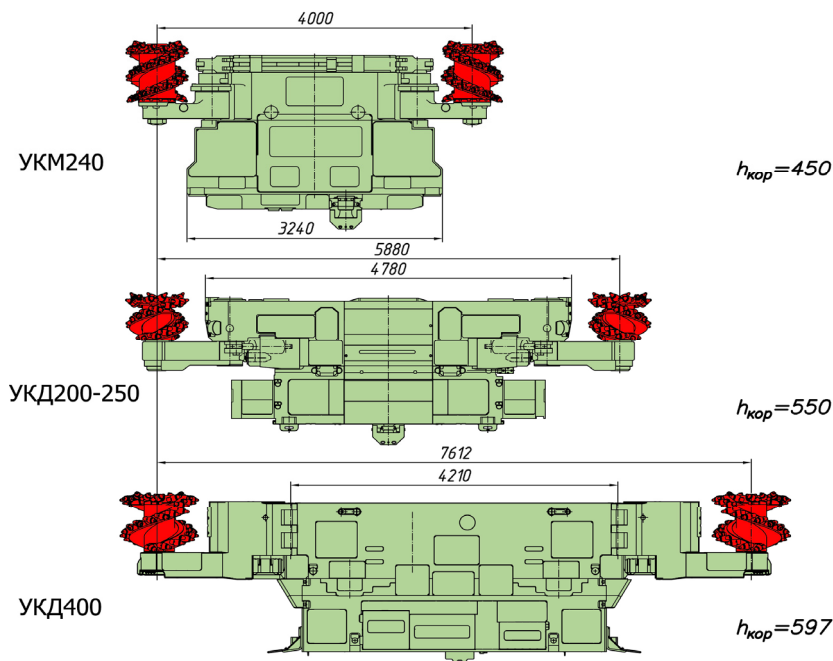


Рис. 7. Габаритные размеры очистных комбайнов

Табл. 1. Сравнительные параметры очистных комбайнов, определяющие их вписываемость в пластах малой мощности

| № п/п | Параметр                                    | УКМ240<br>новая разработка | УКД200-<br>250 | УКД200-<br>500 | УКД400 | КА200 | К103М |
|-------|---|----------------------------|----------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1     | Высота по корпусу комбайна в зоне крепи, мм | 450                        | 550            | 594            | 597    | 556   | 440   |
| 2     | Длина по осям шнеков, мм                    | 4000                       | 5880           | 6030           | 7612   | 3540  | 4400  |
| 3     | Длина жесткой базы, мм                      | 3000                       | 4780           | 2480           | 4210   | 4980  | 3120  |

– размещения тяговой цепи [8] вынесенной системы подачи со стороны забойной части скребкового конвейера, что не только снижает нагрузки на основные узлы комбайна, но и повышает уровень безопасности работ в лаве;

– применения унифицированных редукторов резания, исключаяющих их правое и левое исполнения.

Второй базовой составляющей очистного комплекса является новая механизированная щитовая крепь [9] на базе четырехстоечных секций с параметрами, превосходящими существующие аналоги. Строительная высота секций крепи составляет 520 мм (вместо 580 и 600 мм в крепях 1КД80 и 1КД90), что обеспечивается за счет расположения двух проходов для рабочего персонала между конвейером и забойным рядом стоек при минимизации габаритов перекрытия и основания, изготавливаемых из высокопрочных сталей типа Weldom. На концевых участках лавы предусматривается исполнение специальных секций [10] с удлиненными забойными и обратными консолями для крепления выработанного пространства в зоне приводных станций скребкового конвейера и возведения охранных боковых полос для поддержания подготовительных выработок.

Одним из вариантов решения данной про-

блемы может быть применение модульных бункер-конвейеров емкостью 60-200 м<sup>3</sup> (рис. 8), над созданием которых в настоящее время работает институт «Донуглемаш». Бункер-конвейер состоит из линейной части, выполненной на базе однотипных модульных секций, количество которых определяется суточным объемом горной массы из подготовительного забоя. Бункер оснащен скребковым конвейером с разнесенными по высоте ветвями тягового органа, которые обеспечивают загрузку модулей бункера, а в реверсивном режиме разгрузку горной массы на перегрузатель. Разгрузка бункер-конвейера осуществляется при его полном или частичном заполнении в режиме запуска конвейера с незагруженным тяговым органом. Данный режим обеспечивается за счет посекционной разгрузки породы с каждого модуля при открытии секторных шиберов отдельных модулей гидродомкратами. Загрузочное устройство, оснащенное гидравлически управляемым лотком, обеспечивает раздельную транспортировку угольных и породных потоков из проходческого забоя при селективной выемке угля.

Кроме основной задачи, связанной с повышением качества угля, экономической составляющей при применении бункер-конвейера является увеличение темпов подготовительных

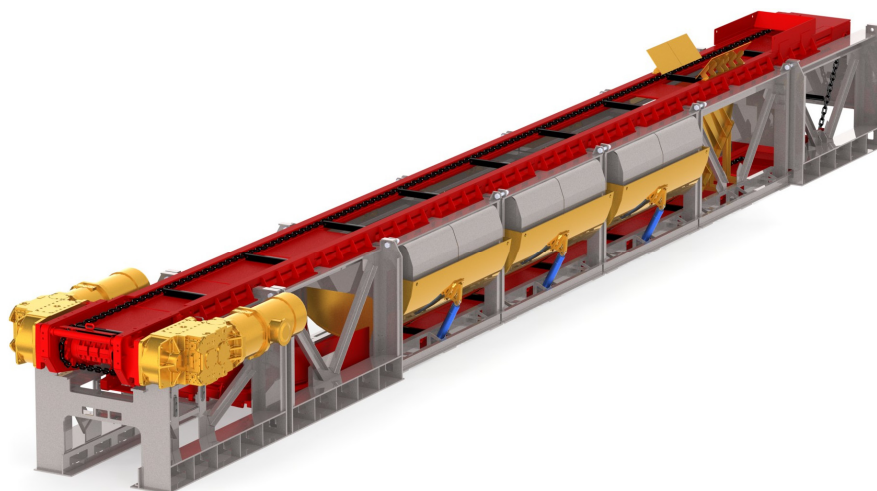


Рис. 8. Бункер-конвейер модульный

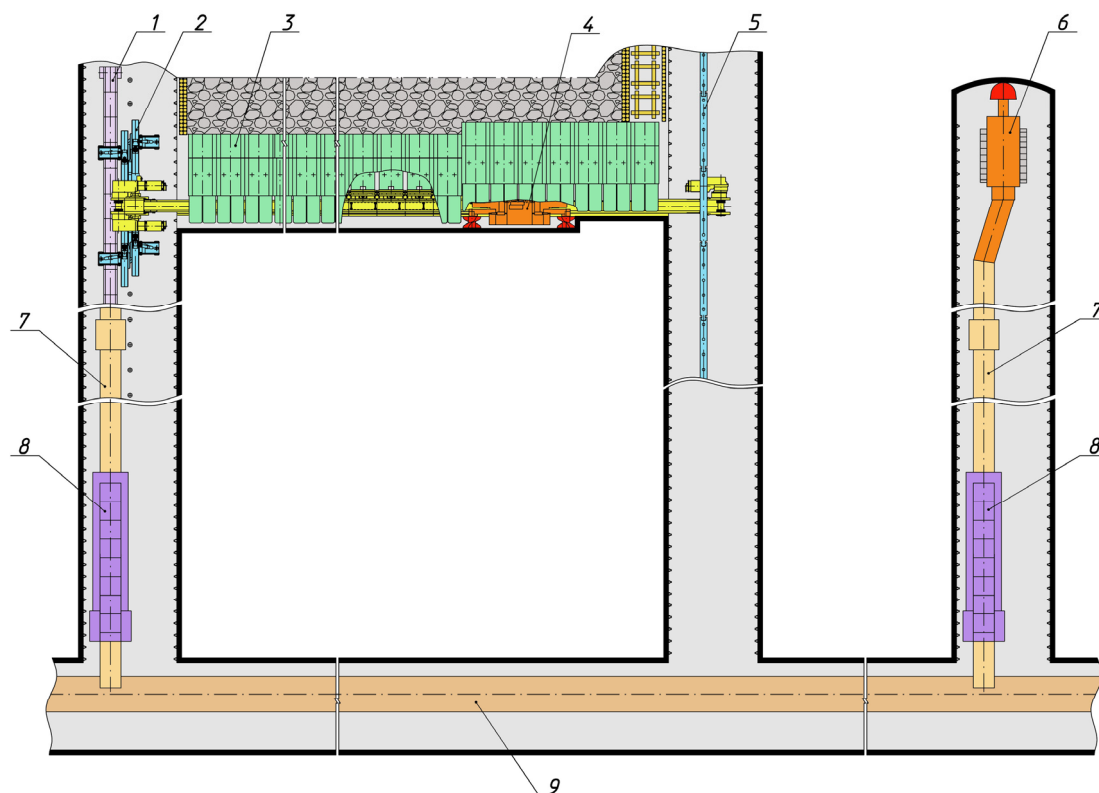


Рис. 9. Технологическая схема очистных и подготовительных работ с применением модульного бункер-конвейера:

- 1 – перегружатель скребковый; 2 – крепь сопряжения; 3 – крепь механизированная; 4 – комбайн очистной; 5 – крепь усиления; 6 – комбайн проходческий; 7 – конвейер ленточный участковый; 8 – бункер-конвейер модульный; 9 – конвейер ленточный магистральный

работ и снижение затрат электроэнергии на конвейерном транспорте.

ООО «Краснодонуголь», как потенциальный заказчик, выполнило расчет экономического эффекта от внедрения бункер-конвейера емкостью 150 м<sup>3</sup> на шахте «Молодогвардейской». Только от снижения зольности угля на 3,1 % окупаемость бункер-конвейера составила 4,3 месяца, при экономическом эффекте 26 млн. грн. в первый год эксплуатации.

Бункер-конвейер также предназначен для оснащения добычных участков в качестве аккумуляторного устройства, что обеспечит увеличение нагрузок на очистные забои вследствие сокращения простоев лавы при остановке общешахтных транспортных линий. Применение бункер-конвейеров в составе оборудования добычного и подготовительного участков показано на рис. 9.

Снижение зольности добываемого угля на 15 % (с 38 до 23 %) за счет сокращения присечек боковых пород, вывалообразований в лаве и на сопряжениях, а также его засоренности породой из подготовительных выработок, обеспечит реализацию без обогащения энергетического угля на тепловые электростанции с допустимой зольностью до 28 %.

## Выводы

Внедрение комбайновых комплексов для обработки тонких пластов, комплекса средств для оснащения концевых участков лав и сопряжений с примыкающими выработками, модульных бункер-конвейеров для очистных и подготовительных участков обеспечит:

- добычу угля с зольностью не требующей затрат на его обогащение;
- увеличение нагрузок на очистные забои и темпов подготовительных работ;
- сокращение затрат на транспортировку породы в объеме горной массы по шахте и до обогатительной фабрики;
- улучшение экологии за счет сокращения объемов породных отвалов;
- снижение себестоимости добываемого угля, и, как следствие, повышение экономической эффективности работы шахт, обеспечивающее их рентабельное производство.

## Список литературы

1. Энергетика: история, настоящее и будущее / К.Б. Денисевич [и др.] – К.: [б.и.]. – 2011. – 304 с.
2. Singh R.D. Principles and Practices of Modern Coal Mining // New Delhi: New Age Interna-

- ional. – 2005. – P. 341-362.
3. Технология селективной отработки тонких угольных пластов: монография / В.И. Бузило [и др.]. – Днепропетровск: НГУ, 2012. – 138 с.
  4. Технология отработки тонких пластов с закладкой выработанного пространства: монография / В.И. Бузило [и др.]. – Днепропетровск: НГУ. – 2013. – 124 с.
  5. Механизированные комплексы на базе двухстоечных однорядных щитовых крепей / Г.В. Андреев [и др.] // Уголь Украины. – 2003. – №9. – С. 10-13.
  6. Высокопроизводительные очистные комбайны для отработки тонких пластов с вынесенной системой подачи / В.В. Косарев [и др.] // Уголь Украины. – 2011. – №11. – С. 36-42.
  7. Armburger J. Shearers: a new generation / J. Armburger, R. Chadwick, U. Paschedag // World Coal. – 2007. – Issue 5. – P. 15-18.
  8. Erhöhung der Betriebssicherheit durch Auswahl geeigneter Bergbauketten mittels Schlagzerrei versuchen / R. Kandzia [et al.] // Glückauf. – 2009. – P. 231-238.
  9. Четырехстоечные двухрядные щитовые крепи типа «Донбасс» и мехкомплексы на их базе / В.В. Косарев [и др.] // Уголь Украины. – 2003. – №9. – С. 23-27.
  10. О создании и внедрении специальных концевых секций щитовых механизированных крепей для лав / И.В. Косарев [и др.]. // Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горношахтного оборудования: сб. науч. тр. ГП «Донгипроуглемаш». – Донецк: ГП «Донгипроуглемаш». – 2008. – С. 215-225.

#### I.V. Kosarev

*Donetsk Scientific-Research Design Institute of Complex Mechanization of Mines (Donetsk)*

### INNOVATIVE DIRECTIONS IN MINING EQUIPMENT DESIGNING THAT PROVIDES HIGHER EFFICIENCY OF COAL MINING

**Background.** *New directions in designing the mining equipment are considered which improves the quality of the coal produced and increase the loads on the breakage faces.*

**Materials and/or methods.** *The purpose of creating a new longwall complex is to design downhole machines with their mutual adaptation and minimization of overall dimensions, providing development of coal beds in a minimum capacity of 0,8 m. The main challenge in solving this problem is to develop the shearers of 450 mm height to the body (portal), which is 100-150 mm less than shearers УКД200-250, КА200, УКД400.*

**Results.** *Proposed to improve the operational quality and reliability through the use of torsion shafts that reduce the dynamic load on the transmission; monoblock design of the main body which excludes swivel joints of the shearer; placing the traction chain of the feeding system from the downhole portion of the scraper conveyor, which not only reduces the load on major components of the shearer, but also increases the level of safety in the longwall; the use of standardized gear cutting, eliminating their right and left execution.*

**Conclusion.** *Introduction at the coal enterprises of Donbass of shearers for mining thin seams, a set of tools to equip end sections of longwalls and junction with the adjacent workings, modular bunker-conveyors for cleaning and preparatory sites will provide: mining coal with ash content not requiring the cost of its enrichment; increasing the loads on a breakage face and the time of the preparatory work; reducing the cost of transportation of rocks in the rock mass in the mine and to a processing plant; environmental improvement by reducing the volume of refuse heaps; reducing the cost of coal and, as a result, increasing the economic efficiency of mines that provides their cost-effective production.*

**Keywords:** *coal, shearer, powered support, bunker-conveyor.*

#### Сведения об авторе

##### И.В. Косарев

Телефон: +380 (50) 472-49-50

Эл. почта: gu.donuglemash@yandex.ru

*Статья поступила 26.10.2016 г.*

*© И.В. Косарев, 2016*

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