



УДК 622.232.72.063.043

И. В. КОСАРЕВ, Г. В. АНДРЕЕВ, инженеры,
А. В. КОСАРЕВ, канд. техн. наук,
А. А. МЕЛЬНИЧЕНКО, Е. М. ЧАЙКОВ, А. В. МЕЗНИКОВ, инженеры
(ГП «Донгипроуглемаш»)

Очистные комбайны и системы их подачи

Рассмотрены вопросы создания, совершенствования различных типов очистных комбайнов и систем их подачи для отработки пологих и наклонных угольных пластов, эволюция развития угольного комбайностроения в Украине.

Сегодня на шахтах Украины для отработки пологих и наклонных пластов используют очистные комбайны нового технического уровня конструкции ГП «Донгипроуглемаш»: на пластах мощностью 0,85 – 1,5 м: с вынесенной системой подачи – УКД200, УКД200-250, УКД200-400, КА200; с бесцепной системой подачи на базе частотно-регулируемого привода – УКД400; на пластах мощностью 1,35 – 3,7 м с бесцепной системой подачи на базе частотно-регулируемого электропривода – КДК500.

Шнековые очистные комбайны с вынесенной системой подачи. Большая часть промышленных запасов угля на шахтах сосредоточена в тонких пластах, геологическая мощность которых не превышает 1,3 м.

В связи с этим с конца 1990-х годов для института «Донгипроуглемаш» наиболее приоритетным направлением развития угольного машиностроения было создание шнековых очистных комбайнов с вынесенной системой подачи, предназначенных для отработки тонких пластов мощностью 0,85 – 1,2 м без присечек боковых пород, обеспечивающих высокую экономическую эффективность добычи.

Первый очистной комбайн нового технического уровня *УКД200 (УКД3)* разработан в рамках указанного направления и освоен на Новокраматорском машиностроительном заводе. В процессе его создания были решены такие задачи:

обеспечена минимальная вынимаемая мощность пласта на уровне 0,9 – 1 м комбайном в составе механизированного комплекса;

расширена область применения комбайна в связи с возможностью отработки пластов сопротивляемостью угля резанию до 360 кН/м и увеличена техническая производительность до 5 т/мин в результате применения более мощного (180 кВт) двигателя резания;

увеличен ресурс до капитального ремонта (не менее 500 тыс. т) за счет повышения надежности и долговечности деталей и сборочных единиц приводов

исполнительных органов и других ответственных узлов.

Опытный образец комбайна УКД3 прошел приемочные испытания в 2001 г. на АП «Шахта им. А. Ф. Засядько».

Всего Новокраматорским машиностроительным заводом изготовлено 25 машин типа УКД200. Максимальная среднесуточная нагрузка 1440 т достигнута в ГП «Угольная компания «Краснолиманская» при отработке 1-й северной лавы пласта m_4^2 .

На основании опыта эксплуатации комбайнов УКД200 в 2004 г. институт «Донгипроуглемаш» откорректировал конструкторскую документацию комбайна, основная цель которой – повышение его энерговооруженности, надежности и эксплуатационных качеств. Производство усовершенствованного комбайна *УКД200-250* освоено ЗАО «Горловский машиностроитель».

В дальнейшем модернизация силовых узлов машины, электродвигателя ЭКВК4-220 институтом «УкрНИИВЭ», использование нового двигателя SG8 380M-4 производства фирмы Damel (Польша) и усиленной вынесенной системы подачи ВСПУ с максимальным рабочим тяговым усилием (до 250 кН) позволили повысить надежность комбайна, а также расширить область его применения в лавах длиной до 250 – 300 м [1, 2].

На сегодня изготовлено более 60 комбайнов УКД200-250. Наибольшая среднесуточная нагрузка 1700 т достигнута в 2011 г. при отработке 405-й лавы ПСП «Шахта им. Н. И. Сташкова».

Конструктивные особенности очистных комбайнов УКД200 (УКД3) и УКД200-250, имеющих одинаковую компоновочную схему, продольно расположенный электродвигатель, работающий одновременно на обе режущие части, выявили недостатки этих машин: использование труднорегулируемой конической передачи в редукторе; большую базу по портальной части комбайна, ухудшающую его вписыва-



емость в пласт; сложный и трудоемкий демонтаж в шахтных условиях электродвигателя резания.

В 2009 г. ГП «Донгипроуглемаш» разработал очистной комбайн *УКД200-400*, состоящий из рамы, на которую крепятся две режущие части со встроенными в них электродвигателями, и портала. Очистной комбайн *УКД200-400* имеет преимущества по сравнению с комбайном *УКД200-250*. Так, повышены: производительность за счет увеличения суммарной мощности приводов резания до 400 кВт, введен отдельный электродвигатель гидросистемы; безопасность работы машиниста и улучшена вписываемость комбайна в пласт за счет уменьшения жесткой базы портала до 2820 мм вместо 3980 мм; ремонтпригодность основных узлов комбайна улучшена доступом к ним и обеспечена возможность демонтажа электродвигателей привода резания без расстыковки основных узлов комбайна.

Производство очистного комбайна *УКД200-400* освоено ЗАО «Горловский машиностроитель» и в 2010 г. изготовлено восемь комбайнов. Максимальная среднесуточная нагрузка 1675 т достигнута в 2011 г. при отработке 103-й лавы ПСП «Шахта «Павлоградская».

В процессе эксплуатации комбайна *УКД200-400* специалисты ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» высказали ряд предложений, а конструкторы ГП «Донгипроуглемаш» нашли конструктивные решения по усовершенствованию машины, которые были реализованы при разработке очистного комбайна *УКД200-500* (рис. 1).

Основные преимущества нового очистного комбайна *УКД200-500* по сравнению с другими машинами типа *УКД200*:

взаимозаменяемость режущих частей (без левого/правого исполнения);

отработка пластов сопротивляемостью пласта резанию до 480 кН/м путем повышения энерговоору-

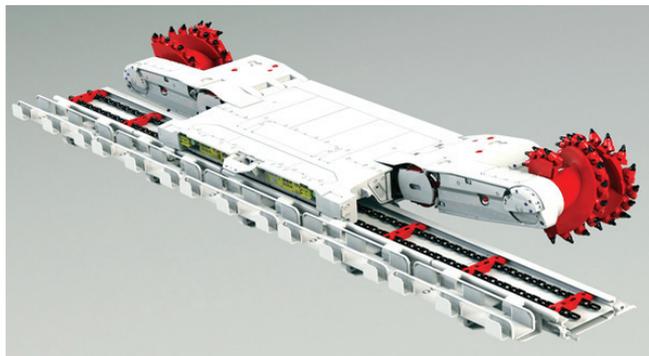


Рис. 1. Очистной комбайн *УКД200-500*.

женности привода резания до 500 кВт (электродвигатели SG7W 490L-4 производства фирмы Danel);

расширение области применения комбайнов в лавах длиной до 300 м за счет использования усиленных захватов с тяговой цепью калибром 30×108 и использования вынесенных систем подачи ВСПК с тяговым усилием 300 кН производства ПАО «Харьковский машиностроительный завод «Свет шахтера»;

оснащенность режущих частей комбайна трехконтурной системой охлаждения всех масляных камер редуктора торсионными и срезными валами, снижающими динамические нагрузки и предохраняющими редукторную группу от пиковых динамических нагрузок, а также индикаторами уровня масла, расположенными с завальной стороны редукторов; отдельный контроль токовой нагрузки каждого из электродвигателей резания;

применение освещаемых пультов управления комбайном с индикацией перегрузки электродвигателей режущих частей и светильников, обеспечивающих освещенность в зоне разрушения и погрузки угля.

По результатам приемочных испытаний в условиях 524-й лавы пласта с₅ шахты «Терновская» ПСП «Шахтоуправление «Павлоградское» ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» очистной комбайн *УКД200-500*, изготовленный ПАО «ХМЗ «Свет шахтера» по конструкторской документации ГП «Донгипроуглемаш», принят к серийному производству. За время испытаний с 1 июня по 31 сентября 2013 г. среднесуточная нагрузка на лаву составила 2100 т при максимально достигнутой 2800 т.

Очистные комбайны с вертикальными барабанными исполнительными органами. Второе основное направление отработки тонких пластов – применение очистных комбайнов с вертикальными барабанными исполнительными органами, что связано с существенными эксплуатационными преимуществами по сравнению со шнековыми машинами, а именно:

обработка пласта по всей мощности с помощью одного рабочего органа позволяет крепить кровлю непосредственно вслед за выемкой угольного массива;

за счет вертикального расположения оси вращения исполнительных органов действие сил резания направлено в сторону открытой поверхности забоя, что дает возможность снижать энергозатраты в результате совмещения траектории процессов резания и погрузки, этим обеспечивается и повышенная сортность отбитого угля;



разрушение угольного массива по напластованию позволяет эффективно разрушать вязкие и крепкие угли сопротивляемостью до 400 кН/м;

усилия, возникающие при разрушении горного массива и погрузке горной массы, направленные вдоль опорных поверхностей комбайна, – обеспечивают его хорошую устойчивость, снижение динамических нагрузок в трансмиссии и сопротивление перемещению комбайна;

исполнительный орган с вертикальной осью вращения – самозарубывающийся, позволяет фронтально зарубывать комбайн в любом месте лавы, что особенно важно при работе в забоях с неустойчивой кровлей;

кровля отрабатывается в фрезерирующем режиме, что обеспечивает ее целостность и не провоцирует вывалообразование пород.

Работы по созданию комбайнов с вертикальными исполнительными органами барабанного типа институт «Донгипроуглемаш» проводит с 1960-х годов. За это время разработаны и доведены до серийного производства комбайны МК64, МК67, МК67М, КА80, КА200 с вынесенной системой подачи и разработана конструкторская документация на комбайн КБТ с бесцепной системой подачи. На их примере можно проследить эволюцию развития комбайнов с вертикальными исполнительными органами барабанного типа.

Первым создан очистной комбайн МК64, предназначенный для работы на пологих пластах мощностью 0,85 – 1,3 м с кровлей не ниже средней устойчивости в очистных забоях, оборудованных механизированными крепями «Донбасс» или индивидуальной крепью. Комбайн работал по челноковой или односторонней схеме с рамы конвейера СП-63МК с захватом 0,8 м. Барабан с вертикальной осью вращения, оснащенный кулаками с двусторонними симметричными резцами, располагался в середине корпуса комбайна и приводился во вращение режущеприводной цепью. Между звездочками цепи находился корпус бара. В центральной части барабана размещался гидродомкрат для его раздвижки. При челноковой схеме работы комбайна вращение барабана реверсировалось, что создавало одинаковые наиболее рациональные условия обработки забоя в обоих направлениях. Исполнительный орган, оснащенный реверсивными резцами, обеспечивал их двухстороннюю работу, исключая затирание тыльной стороны резцов. Гидравлическая подающая часть комбайна перемещала его по цепи, расположенной вдоль лавы и закрепленной по концам конвейера.

В результате коренной модернизации комбайна МК64 создан комбайн очистной МК67. Основные тех-

нические и компоновочные решения были сохранены, повышена энерговооруженность и расширена область применения на пласты меньшей мощности. Комбайн предназначен для отработки пологих пластов мощностью 0,7 – 1 м с кровлей не ниже средней устойчивости в очистных забоях, оборудованных механизированными крепями 1МК97, «Донбасс» или индивидуальной. Схема работы челноковая или односторонняя с рамы конвейера СП48М или конвейеров СПЦ151, СП202, СП63М с захватом 0,8 м. За период серийного производства (до 2002 г.) Горловским машиностроительным заводом им. С. М. Кирова изготовлено свыше 300 комбайнов.

Существенные эксплуатационные недостатки комбайнов типа МК67: встроенная цепная система подачи, требующая наличия в призабойном пространстве свободной напряженной цепи, – причина высокого травматизма при ведении добычных работ; технологическая необходимость в подготовке ниш на концевых участках лавы из-за центрального расположения барабанного исполнительного органа. Кроме того, в процессе эксплуатации комбайнов данного типа потребовалось дальнейшее повышение их энерговооруженности.

Указанные недостатки устранили в процессе разработки институтом очистного комбайна КА80, имеющего двухбарабанную симметричную компоновку с расположением корпуса по схеме МК67 и оснащенного вынесенной системой подачи. За 1984 – 2006 гг. изготовлено 335 комбайнов.

Комбайн предназначался для механизированной выемки угля в длинных очистных забоях пологих и наклонных пластов мощностью 0,8 – 1,2 м и сопротивляемостью угля резанию до 360 кН/м, отрабатываемых по простиранию с углами падения до 35°, а по восстанию или падению с углами залегания пласта до 10°, обеспечивая челноковую механизированную выемку и погрузку угля на конвейер по всей длине лавы без подготовки ниш. Расположение и конструкция исполнительных органов предусматривали фронтальную зарубку комбайна из-под крепи в любом месте лавы.

Комбайн работал как в левом, так и в правом забоях без перемонтажа с рамы скребковых конвейеров типа СП26, СП26У, СПЦ26, СПЦ163, СП250, СП251 в комплекте с механизированной крепью типа 1КД80, 1КД90, перемещался по ставу конвейера с помощью вынесенной системы подачи ВСП, приводы которой закреплены на приводных станциях скребкового конвейера с завальной стороны. Система обеспечивала как ручной режим управления, так и автоматический по регулированию скорости и тягового усилия подачи в зависимости от нагрузки электро-



двигателей ВСП и комбайна. Управление осуществлялось с пульта управления комбайна. В приводе редуктора режущей части электродвигатель ЭКВ3,5-132 мощностью 132 кВт в дальнейшем заменили на двигатель ЭКВ3,5-180 мощностью 180 кВт. Мощность приводов вынесенной системы подачи составляла 110 кВт (2×55 кВт) при тяговом усилии 200 кН.

В связи с возросшими требованиями по увеличению нагрузок на очистные забои, оснащенные комбайном КА80, перед институтом была поставлена задача – создать на его базе более высокопроизводительную машину с расширенной областью применения по сопротивляемости пластов резанию за счет увеличения энерговооруженности, показателей надежности и ресурса. Эту задачу реализовали в ходе создания комбайна КА200 (рис. 2). С 2005 г. по настоящее время изготовлено 13 комбайнов.

Очистной комбайн КА200 предназначен для выемки угля на пластах мощностью 0,8 – 1,25 м и сопротивляемостью угля резанию до 400 кН/м. Его можно применять в составе механизированных комплексов 1МКД80, 1МКД90, 1МКД90Т, оборудованных скребковыми конвейерами КСД26, СП26, СП26У, СПЦ26, СП250, СП251 и СПЦ163, вынесенной системой подачи ВСПУ и ВСПК, в комплекте с комплексом устройств аппаратуры управления и автоматизации. Он обеспечивает челноковую, безнишевую выемку угля как в правом, так и в левом забоях без перемонтажа.

В комбайне применен редуктор исполнительного органа повышенной надежности и ресурса с приводом от двигателей ЭКВ3,5-200 мощностью 200 кВт или фирмы Danel (Польша) той же мощности. Оптимизирована схема набора резцов с применением режущего инструмента современного технического уровня.

Кроме этого, стык левого и правого редуктора с двигателем оснащен сухой камерой в целях предотвращения попадания трансмиссионного масла в двигатель; применена система смазки на базе специально разработанного плунжерного насоса; изменена

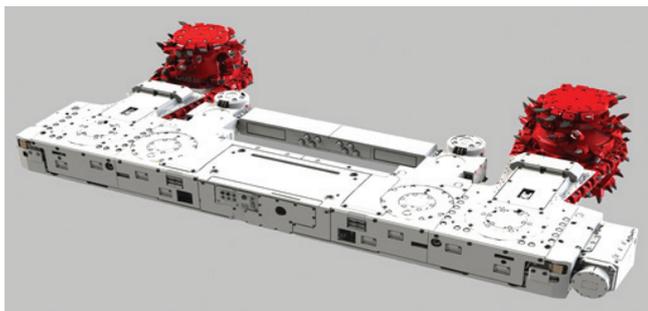


Рис. 2. Очистной комбайн КА200.

конструкция подгребного устройства так, что поворотные щиты заменены стационарными, позволяющими снизить заштыбовку исполнительного органа комбайна; введено распорное устройство, разгружающее фланцевые соединения редукторов с двигателем; силовая насосная установка выполнена в виде отдельного блока, закрепленного на торце комбайна и расположенного с противоположной стороны от подвода коммуникаций; в картере корпуса редуктора установлено устройство охлаждения трансмиссионного масла; на выходном валу редуктора применено торцевое уплотнение кассетного типа, повышающее его ресурс и ремонтпригодность.

Таким образом, комбайн КА200 – усовершенствованная версия комбайна КА80, который по сравнению с КА80 способствовал повышению производительности от 3,3 до 5 т/мин.

Однако конструкция комбайна КА200 не лишена существенных недостатков комбайна КА80: сложной и недостаточно надежной конструкции исполнительного органа; режуще-приводной цепи, приводящей исполнительный орган во вращение, которая в силу ограничений по габаритам не имеет достаточной прочности для передачи необходимого усилия на исполнительный орган; вынесенной системы подачи, снижающей безопасность работ, ограничивающей длину лавы, скорость подачи и, как следствие, производительность комбайна.

Исходя из этого были начаты работы по созданию комбайна КБТ со встроенной частотно-регулируемой системой подачи (с расположением частотного преобразователя на штреке) и бесцепными исполнительными органами. Сложная и до этих пор нерешаемая задача обработки забоя в зоне подвода к исполнительному органу без режущей цепи решена за счет конструкции «летающих» кулаков, обрабатывающих забой в зоне трансмиссии по траектории, задаваемой направляющими со специальным профилем. Встроенная частотно-регулируемая система подачи прошла этап стендовых испытаний, а бесцепные исполнительные органы – шахтные.

По результатам выполнения этих работ и работ по созданию комбайна КА200 разработана конструкторская документация на опытный образец КБТ. По компоновке он аналогичен комбайну КА200, имеет такие отличия:

встроенная бесцепная система подачи выполнена в виде двухприводного блока в центре забойной части корпуса комбайна; реечный став расположен на забойной части скребкового конвейера, что повышает тяговое усилие и скорость подачи до 10 м/мин, а соответственно и производительность комбайна до 7,5 т/мин;



комбайн оснащен двумя барабанными исполнительными органами с бесцепной шестеренной системой привода, плавным регулированием по мощности пласта и возможностью опускания с помощью забойных гидравлических лыж ниже опорной поверхности конвейера.

Для улучшения основных эксплуатационных характеристик комбайна КА200 институт разработал комбайн *КА200П*, имеющий исполнительный орган с усовершенствованным шестеренным приводом, новыми системами регулирования по мощности пласта и формирования усилия подачи.

Вынесенные системы подачи. Параллельно с совершенствованием очистных комбайнов с вынесенной системой подачи выполнялись работы по совершенствованию системы подачи.

Вынесенная система подачи ВСП на основе привода с электромагнитной муфтой скольжения (далее – ЭМС), созданная для комбайнов К103 и КА80, позволила существенно упростить конструкцию машин для выемки тонких пластов, уменьшить их габариты и массу за счет размещения приводов подачи на рамах приводов забойного конвейера и перемещения значительной части аппаратуры управления на штрек в состав энергопоезда.

В последние годы в связи с увеличением длины очистных забоев, массы и энерговооруженности очистных комбайнов их тягово-скоростные характеристики (тяговое усилие до 200 кН, скорость подачи до 5 м/мин) и показатели надежности стали не соответствовать технико-экономическим требованиям со стороны угледобывающих предприятий.

Прежде всего появилась необходимость повышения надежности ЭМС, которая теряла работоспособность из-за перегрева обмотки катушки возбуждения, требовалось усиление узлов и деталей трансмиссии, включая тяговые звезды, выходной вал и зубчатые передачи. В связи с этим для оснащения очистных комбайнов типа УКД200-250 и КА200 в 2006 г. была разработана *вынесенная система подачи усиленная УКД200-250.20.00.000 (ВСПУ)*.

Чтобы повысить параметры системы подачи, в электромагнитной муфте скольжения ВСПУ наряду с воздушным дополнительно предусмотрено водяное охлаждение. При этом охлаждающая жидкость омывает как ярмо с катушкой возбуждения, так и корпус муфты. Предложенное решение позволило повысить тягово-скоростные характеристики привода вынесенной системы подачи за счет обеспечения возможности работы муфты на более высоких токах возбуждения во всем диапазоне изменения скорости подачи и при скольжении до 100 % включительно [1].

В соответствии с пожеланиями горняков все основные сборочные единицы ВСПУ, включая электромагнитную муфту скольжения и редуктор четырехступенчатый, взаимозаменяемые с ранее выпускавшимися. Серийное производство ВСПУ освоено АО «Горловский машиностроитель» в 2009 г. В этом же году ПАО «Харьковский машиностроительный завод «Свет шахтера» освоил серийное производство *вынесенной системы подачи на базе электромагнитного тормоза скольжения ВСПК*.

Анализ конструкций ВСПУ, ВСПК и результатов их эксплуатации подтвердили актуальность дальнейшего совершенствования вынесенных систем подачи. Новое и перспективное направление, разрабатываемое институтом, – создание *вынесенной системы подачи очистного комбайна на базе частотно-регулируемого электропривода (ВСПЧ)*. Эта система позволит обеспечить: более высокие параметры при меньшей установленной мощности электродвигателей с повышенным КПД; меньшие габариты и массу приводов подачи, что облегчит горнякам крепление сопряжений лава-штрек и повысит безопасность персонала в этой зоне; уменьшение количества и длин коммуникаций, укладываемых в навесном оборудовании конвейера (отсутствует кабель для питания электромагнитных муфт или тормозов скольжения).

Сравнительные технические данные ВСПУ, ВСПК и ВСПЧ приведены в таблице, а размеры – на рис. 3.

Шнековые очистные комбайны со встроенными бесцепными системами подачи на базе частотно-регулируемого электропривода. Однако наряду с хорошими эксплуатационными показателями, достигнутыми при отработке тонких пластов, очистные комбайны с вынесенной системой подачи имеют ряд существенных недостатков, а именно: значительные потери мощности систем на перемещение тяговой цепи по замкнутому желобу, особенно в длинных лавах; низкий коэффициент полезного действия и высокую аварийность электромагнитных муфт скольжения в системах ВСП и ВСПУ и электромагнитных тормозов – в ВСПК; низкую надежность тяговых цепей.

В 2002 г. институт «Донгипроуглемаш» спроектировал очистной комбайн *УКД300 со встроенной бесцепной системой подачи (БСП)*. Комбайн оснащен двумя механизмами подачи на базе частотно-регулируемого электропривода [1].

Увеличение производительности УКД300 достигалось: повышением энергооснащенности привода резания до 300 кВт; увеличением скорости подачи до 10 м/мин; использованием раздельных приводов резания и подачи; сокращением непроизводитель-



ных потерь времени на концевых операциях при существенном увеличении длины лавы.

Комбайн предназначен для работы по схеме «в лоб уступа», что обеспечивается компоновкой, при которой корпус комбайна с двумя блоками, оснащенными шнековыми исполнительными органами резания мощностью по 150 кВт, размещен с забойной стороны конвейера, а прикрепленный к нему портал располагается над рештками скребкового конвейера. Комбайн имеет сдвоенный блок привода подачи (2×30 кВт), который находится в его корпусе, и два силовых блока подачи в портале. В УКД300 использован комплекс управления и автоматизации, включая систему диагностики производства фирмы BARTEK (Германия).

Для уменьшения габаритов комбайна и улучшения его обслуживания в тонком пласте частотный преобразователь системы управления размещен в штреке. Система управления обеспечивала местное, дистанционное беспроводное (по радио) и дистанционное со штрека управление комбайном, а также контроль и диагностику работы электрооборудования.

Комбайн перемещался по реечному ставу бесцепной системы подачи, расположенному с завальной стороны скребкового конвейера. По результатам испытаний опытного образца, изготовленного ЗАО «Горловский машиностроитель», на шахте «Павлоградская» ГХК «Павлоградуголь», комбайн УКД300 в 2004 г. принят к серийному производству и оставлен на шахте для дальнейшей эксплуатации.

Основные недостатки, отмеченные в протоколе приемочных испытаний: высокая аварийность и полная зависимость от импорта по узлам и деталям системы управления, включая частотный преобразователь; существенные затраты мощности приводов подачи на преодоление сил трения в опорном механизме комбайна, вызванные разворотом корпуса по отношению к ставу скребкового конвейера из-за расположения рейки и силовых блоков бесцепной системы подачи на завале.

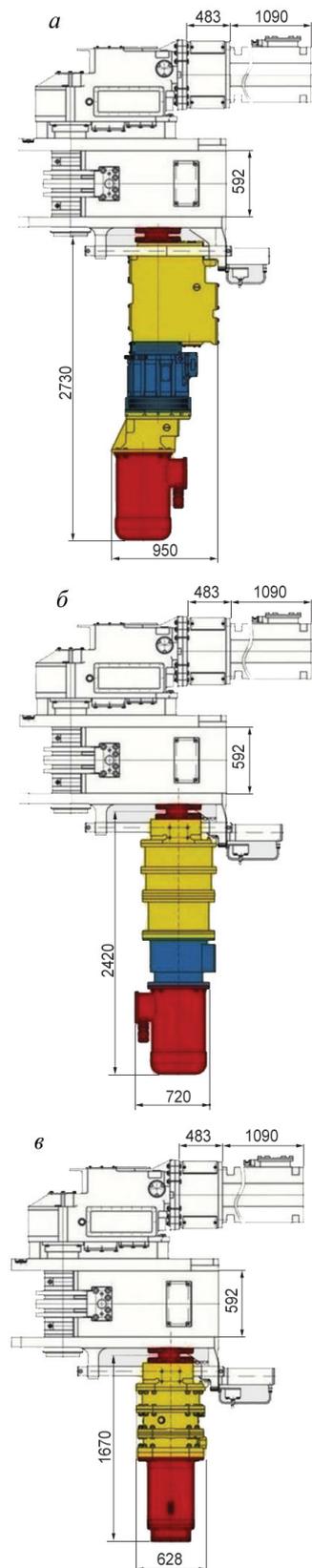
Для ликвидации первого недостатка разработали систему управления, включающую преобразователь частоты отечественного производства. Эта система успешно прошла приемочные испытания на опытном образце комбайна УКД300 при его дальнейшей эксплуатации на шахте «Павлоградская» и в 2006 г. принята к серийному производству. Выполнены работы по корректировке механической части комбайна в целях ликвидации разворота корпуса и повышения его энерговооруженности.

Результат этих работ – разработка конструкторской документации комбайна УКД400, головной образец которого изготовлен ЗАО «Горловский машиностроитель» в 2009 г. (рис. 4).

Основные отличительные особенности комбайна УКД400, кроме применения системы управления отечественного производства, по сравнению с комбайном УКД300: увеличение мощности привода блоков резания со 150 до 200 кВт; размещение силовых блоков подачи в корпусе комбайна, обеспечивающее взаимодействие с рейкой бесцепной системы подачи, расположенной на забойной части рештачного става скребкового конвейера; введение насосной установки с отдельным баком вместо насосов, размещенных в камерах блоков резания у комбайна УКД300.

Параметр	ВСПУ	ВСПК	ВСПЧ
Максимальное тяговое усилие, кН	250	300	300
Максимальная скорость подачи, м/мин	5	6; 10	12
Мощность электродвигателя блока подачи, кВт	55	75; 90	60
Тип регулирующего устройства	КДА	КДА	ПЧ

Рис. 3. Сравнительные размеры вынесенных систем подачи очистного комбайна: а – ВСПУ; б – ВСПК; в – ВСПЧ.



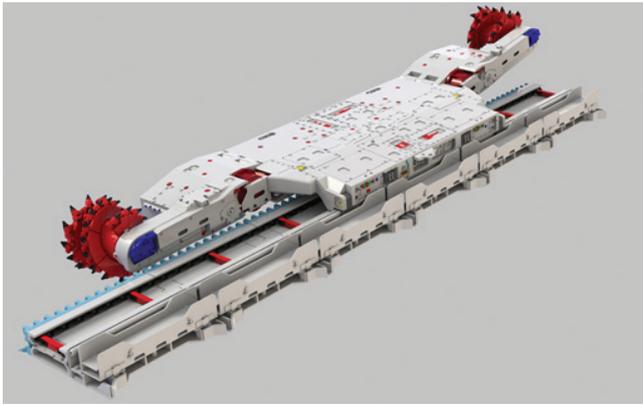


Рис. 4. Очистной комбайн УКД400.

Головной образец комбайна УКД400 в марте 2011 г. введен в эксплуатацию в условиях 71-й восточной лавы шахты «Красный партизан» ГП «Свердловантрацит» в составе комплекса с крепью 09ДТ и скребковым конвейером СП326. Длина лавы 297 м, мощность пласта 1,04 м и угол падения 8°. При отработке лавы достигнута суточная производительность 3400 т и среднегодовая – 2169 т.

После корректировки конструкторской документации по результатам работы в указанном забое очистные комбайны УКД400 (кроме шахты «Красный партизан») внедрены на шахтах «Октябрьский рудник» ГП «ДУЭК» и «Обуховская» (Россия).

Внедрение в эксплуатацию очистных комбайнов нового технического уровня УКД200, УКД200-250, УКД300, УКД400, УКД200-400, КА200 дало возможность значительно повысить эффективность отработки тонких пластов со снижением зольности добываемого угля, особенно по сравнению с отработкой этих пластов очистными комбайнами 1К101У.

На шахтах Украины для отработки пластов в диапазоне 1,35 – 3,2 м в основном используют очистные комбайны типа 1ГШ68, 2ГШ68Б, РКУ10, РКУ13. Комбайн 1ГШ68 оснащен цепным гидравлическим механизмом подачи, остальные – бесцепным гидравлическим.



Рис. 5. Очистной комбайн КДК500.

Для повышения эффективности отработки указанных пластов в 2001 г. были начаты работы по созданию очистных комбайнов КДК500 (рис. 5) – машины флангового типа с двумя поворотными редукторами, размещенными по ее торцам с боковым расположением по отношению к корпусу и оснащенными шнековыми исполнительными органами. Комбайн имеет блочную конструкцию с многодвигательным приводом. Каждый блок оснащен автономным электродвигателем и расположен внутри или крепится снаружи к жесткой опорной раме с опорно-направляющим механизмом, обеспечивающим установку комбайна на решетчатом ставе скребкового конвейера [3].

Опорная рама выполнена в виде силовой коробчатой конструкции с отсеками, в которые монтируются независимо один от другого блоки подачи, гидроблок, электроблок и гидроцилиндры управления блоками резания.

Блоки резания исполнительных органов могут иметь многоступенчатый цилиндрический поворотный редуктор или планетарно-цилиндрический. Поворотные редукторы устанавливаются на раме комбайна на шарнирах и поворачивают относительно опорной рамы гидроцилиндрами, что обеспечивает регулировку по мощности пласта. Гидравлическая система оснащена отдельным гидродвигателем мощностью 7,5 кВт для привода насосов, питающих гидроцилиндры и гидродвигатели погрузочных щитов.

По скребковому конвейеру комбайн перемещается двумя механизмами бесцепной системы подачи с использованием частотно-регулируемого электропривода, состоящего из преобразователя частоты, встроенного в электроблок комбайна, и асинхронных электродвигателей привода блоков подачи мощностью 45 кВт. Преобразователь обеспечивает плавное регулирование скорости подачи в пределах 0 – 20 м/мин.

Комбайном управляют с двух пультов, размещенных на концах его рамы, и в дистанционном режиме с дистанционного радиопульта, а также с аппарата, расположенного в штреке.

Опытная партия из трех очистных комбайнов КДК500 первого типоразмера для отработки пластов 1,35 – 2,6 м изготовлена ЗАО «Горловский машиностроитель» в 2002 г. и поставлена для проведения приемочных испытаний на шахты им. В. М. Бажанова ГХК «Макеевуголь», «Южнодонбасская № 3» ГП «ДУЭК» и «Новодонецкая» ГХК «Добропольеуголь». По результатам испытаний комбайн КДК500 был принят к серийному производству. Результаты показали значительные преимущества этого комбайна перед ранее применявшимися на указанных шахтах в аналогичных ус-



ловиях комбайнами 2ГШ68Б и РКУ13 с гидравлическими бесцепными системами подачи (особенно по производительности, надежности и ресурсу). На шахте «Южнодонбасская № 3» при отработке пласта лавами 23-й, 16-й было отработано поле длиной 2000 м по простиранию и 545 м – по восстанию. В аналогичных условиях, как показывает многолетний опыт, были бы доведены до полной неработоспособности четыре комбайна 2ГШ68Б.

Все три комбайна опытной партии эксплуатировали на пластах, опасных по газу и пыли, а также угрожаемых по выбросам угля и газа, с ограничениями по скорости подвигания угольного забоя, что не дало возможности показать работу комбайнов при максимальных скоростях подачи и в полной мере реализовать их техническую возможность по производительности.

Первый серийный комбайн КДК500, изготовленный по скорректированной документации, поставлен в ООО «Шахтоуправление «Садкинское», входящее в состав ООО «Южная угольная компания» (Ростовская обл., Россия). Шахтоуправление работает по одному пласту m_1^3 геологической мощностью 1,8 – 2,2 м в режиме шахта–лава. Марка угля А. Сопротивляемость угля резанию до 270 кН/м. Отрабатываемые запасы шахтного поля имеют геологические нарушения в виде размывов пласта с замещениями на отдельных участках верхней пачки угля линзами песчаника ($f = 10 \dots 15$) мощностью до 1,2 м [4].

Комбайн был введен в июле 2006 г. в эксплуатацию в 17-й лаве в составе механизированного комплекса ЗМКД90Т с конвейером СПЦ230 и штрековым перегружателем СПЦ230Ш вместо ранее работающего в составе комплекса комбайна 2ГШ68Б. Оснащен опорно-двигательным механизмом, позволяющим произвести эту замену. С помощью комбайна КДК500 стало возможным увеличить суточную нагрузку до 3165 т, что в 1,4 раза больше достигнутой комбайном 2ГШ68Б. Затем КДК500 перемонтировали в 19-ю лаву длиной 280 м в составе того же комплекса ЗМКД90Т. Среднесуточная нагрузка в месяц в феврале 2007 г. достигла 5099 т при максимальной суточной 6470 т. Всего с помощью комбайна КДК500 в 17-й и 19-й лавах добыто 1,43 млн т угля.

По результатам эксплуатации разработаны направления для модернизации КДК500 в целях увеличения производительности, показателей надежности и ресурса, реализованных в исполнении комбайна КДК500-09 (КДК600). Так, разработана конструкция новых редукторов привода исполнительных органов с комплектацией их электродвигателями фирмы Danel (Польша), усилены шарнирные со-

единения приводов резания с рамой комбайна, увеличена прочность крепления блоков движителей с рамой, усовершенствована конструкция завальных опор, улучшены кинематические параметры и конструкция цевочных колес зацепления бесцепной системы подачи, разработана и внедрена конструкция шнека с увеличенным вылетом резцов с 70 до 90 мм.

Изготовленный по скорректированной документации комбайн КДК600 в октябре 2007 г. введен в эксплуатацию в 12-й лаве ООО «Шахтоуправление «Садкинское». По итогам работы угольной промышленности России в I квартале 2008 г. ООО «Шахтоуправление «Садкинское» заняло второе место по среднесуточной добыче из очистного забоя 6697 т при максимально достигнутой 9487 т.

В 2008 – 2012 гг. очистные комбайны КДК500 внедрены на шахтах «1/3 Новгородовская» ГП «Селидов-уголь», «Белореченская», им. В. М. Бажанова ГП «Макеевуголь», ГП «УК «Краснолиманская» в широком диапазоне горно-геологических и горнотехнических условий при отработке пластов мощностью 1,4 – 3,7 м.

На базе комбайна КДК500 разработано исполнение комбайна КДК500Ш (КДК500-0.7), предназначенного для выемки угля и отработки забоев выработок, примыкающих к лаве. Комбайн прошел промышленную проверку в условиях ООО «Шахтоуправление «Садкинское».

Выводы. Работы ГП «Донгипроуглемаш» по созданию очистных комбайнов, выполненные в 2001 – 2013 гг., позволили поставить на серийное производство базовые модели очистных комбайнов для отработки пластов мощностью 0,85 – 3,7 м. Эти комбайны – основа технического перевооружения угольной промышленности Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стадник Н. И. Очистные комбайны УКД200 и УКД300 для эффективной отработки тонких пластов / Н. И. Стадник, Г. Г. Бойко, А. С. Рябченко // Уголь Украины. – 2003. – № 9. – С. 19 – 22.
2. *Высокопроизводительные* очистные комбайны для отработки тонких пластов с вынесенной системой подачи / В. В. Косарев, М. Л. Бублик, С. В. Степаненко [и др.] // Уголь Украины. – 2011. – № 11. – С. 36 – 42.
3. Костюков В. М. *Высокопроизводительные* очистные комбайны нового поколения КДК500 и КДК700 для пластов мощностью 1,35–4,3 т / В. М. Костюков, И. Н. Сошенко // Уголь Украины. – 2003. – № 9. – С. 13 – 16.
4. Павленко С. В. Комбайн КДК500 в забоях ООО «Шахтоуправление «Садкинское» / С. В. Павленко, А. О. Иванков, В. В. Косарев // Уголь. – 2008. – № 6. – С. 26 – 30.