

И.В. Косарев, А.В. Мезников

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

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ С ВЫНЕСЕННОЙ СИСТЕМОЙ ПОДАЧИ

Рассмотрены новые направления в создании систем подачи очистных комбайнов, обеспечивающих увеличение нагрузок на очистные забои.

Ключевые слова: уголь, очистной комбайн, вынесенная система подачи.

Постановка проблемы

В настоящее время наиболее очевидной становится роль угольной отрасли в части обеспечения энергетической независимости Донецкой Народной Республики (ДНР).

Для увеличения объемов добываемого угля, а также с целью повышения рентабельности угольной отрасли ДНР при сокращении очистных забоев, объемов подготовительных работ и численности обслуживающего персонала решение поставленной задачи без интенсификации горных работ, создания высокопроизводительного горно-шахтного оборудования, новых технологий добычи угля невозможно.

В связи с этим одной из основных задач, поставленных перед ГУ «Донуглемаш», является создание высокопроизводительного очистного комбайна для отработки тонких пластов с повышенной скоростью перемещения.

Анализ последних исследований и публикаций

В последние годы для отработки тонких пластов получили широкое распространение несколько типов очистных комбайнов [1], состав которых по шахтам Украины на 2014 г. приведен на рис. 1.

До настоящего времени наибольшее распро-

странение для тонких пластов получил комбайн 1К101У (около 40 % от общего количества, обеспечивают порядка 40 % добычи), который оснащен цепной системой подачи с объемным гидроприводом. Такое широкое распространение данного типа комбайнов объясняется их большим количеством, изготовленным в советское время, и следовательно, распространением в большом объеме на вторичном рынке (ремонтные комбайны). В последнее время комбайны 1К101У постепенно вытесняются комбайнами типа УКД200 (исполнений УКД200-250, УКД200-400, УКД200-500) с электрической вынесенной системой подачи (ВСП). Изготовлено более семидесяти комбайнов данного типа, что составляет порядка 30 % от общего количества работающих комбайнов, которые обеспечивают более 30 % добычи.

Комбайнами с ВСП оснащены порядка 40 % очистных забоев тонких пластов угольных месторождений Украины, которые обеспечивают 43 % добычи. Применение ВСП обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с цепными гидравлическими комбайнами:

- значительное увеличение безопасности труда за счет закрытой конструкции направляющих тяговой цепи;
- сокращение размеров высоты корпуса и

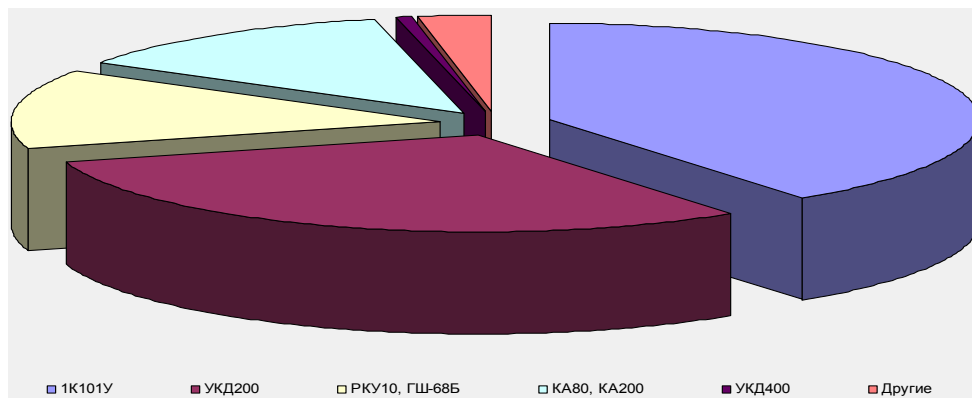


Рис. 1. Диаграмма среднего количества очистных комбайнов

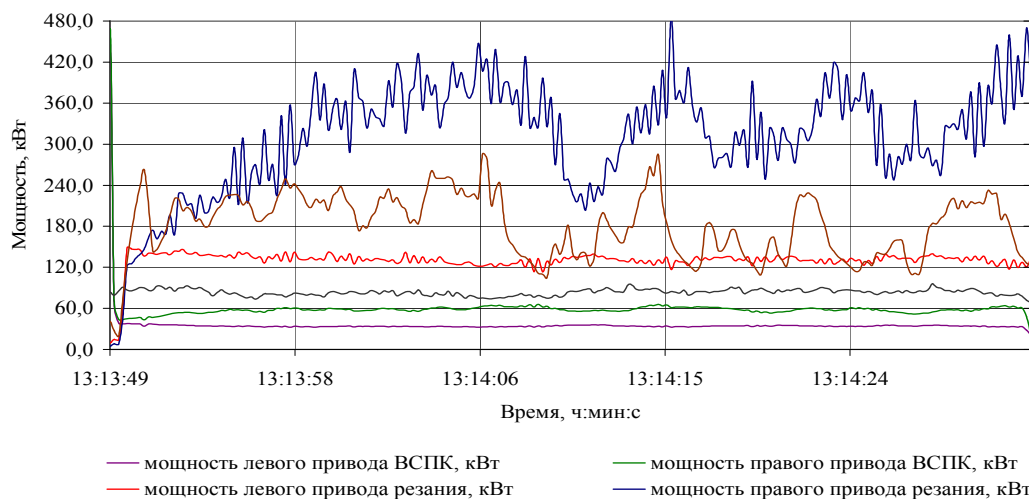


Рис. 2. Диаграммы потребляемой мощности на 3-й установке по выемке угля вправо (скорость подачи 4,2 м/мин, снизу вверх)

жесткой базы, что приводит к уменьшению зольности и улучшению вписываемости комбайна в тонкий пласт; например, УКД200-250 по сравнению с 1К101У имеет жесткую базу по основному корпусу и короче на 60 %, а высота корпуса в зоне крепи составляет 550 мм вместо 760 мм.

Комбайны с ВСП также обладают рядом преимуществ и в сравнении с комбайнами со встроенной системой подачи – они значительно проще и надежнее, у них относительно невысокая стоимость, меньшие габариты улучшают вписываемость комбайна в тонкий пласт, что расширяет область применения комбайнов.

В настоящее время привод ВСП очистных комбайнов выполнен на базе электромагнитной муфты скольжения (ЭМС). Данный привод, помимо значительных габаритов, характеризуется низкими тягово-скоростными характеристиками, низким КПД и, как следствие, высокой интенсивностью нагрева муфты скольжения и основных частей привода. Кроме того, ЭМС обладает низкой надежностью – в соответствии с данными, приведенными в отчете [2], количество отказов, связанных с данной ЭМС на приводе очистных комбайнов УКД200-250, составляет около 9 % от общего количества отказов. В ГП «Донгипроуглемаш» и ЗАО «Горловский машиностроитель» предпринимались попытки модернизации ЭМС [3] в части снижения нагрева и увеличения тягового усилия за счет повышения точности изготовления (уменьшения воздушных зазоров в магнитной системе) и введения водяного охлаждения обмотки возбуждения и наружной части корпуса. Однако проведенные экспериментальные исследования модернизированной муфты показали, что тяговое усилие удалось поднять на 20 % при скорости подачи 5 м/мин, что все равно не позволило обеспечить

требуемую скорость подачи на базе привода, выполненного на базе модернизированной ЭМС (ВСПУ).

В последние годы появился вынесенный привод подачи ВСПК, выполненный на базе электромагнитного тормоза (ОАО «Харьковский машиностроительный завод «Свет шахтера»). Данный привод имеет большее тяговое усилие, но в остальном обладает теми же недостатками, что и привод, выполненный на ЭМС.

Таким образом, несмотря на то, что комбайны УКД200-250, УКД200-500, КА200 продолжают занимать нишу базовой техники для обработки тонких угольных пластов, они уже не отвечают современным требованиям, связанным, в первую очередь, с увеличением нагрузок на очистные забои и увеличением длин лав до 300-350 м, что определяется, в т.ч. и по тягово-скоростным характеристикам.

Цель (задачи) исследования

Целью исследования является определение параметров и характеристик новой ВСП очистных комбайнов, позволяющей увеличить нагрузку на очистные забои.

Основной материал исследования

Учитывая вышеизложенное, в настоящее время важной и актуальной является задача создания новой системы подачи, обеспечивающей увеличение скорости подачи очистных комбайнов, длины лавы очистного забоя, имеющей малые габариты и высокую надежность.

Для решения поставленной задачи и определения технических параметров создаваемой системы были проведены экспериментальные исследования работы ВСП в шахтных условиях с целью определения фактических действующих значений энергетических параметров и тяговых

усилий в ВСП при работе очистных комбайнов.

Так, исследования, проведенные в условиях шахты «Терновской» ПСП ШУ «Павлоградское» в лаве № 524 (очистной комбайн УКД200-500 № 1 с ВСПК), показали, что при сопротивляемости угля резанию до 380-410 кН/см и скорости подачи около 4 м/мин потребляемая мощность приводов подачи достигала 65 кВт, а приводов резания – 330 кВт (пиковая мощность до 470 кВт). Пример диаграмм режимов работы очистного комбайна приведен на рис. 2.

Одним из основных факторов, определяющих производительность комбайна, является скорость его перемещения, которая определяется как (при челноковой схеме отработки):

$$V = \frac{N_{cmp}L}{t_{\partial}}, \quad t_{\partial} = K_m T - N_{к.он}t_{к.он},$$

$$N_{cmp} = \frac{Q}{q_{cmp}}, \quad q_{cmp} = LmB\gamma,$$

где N_{cmp} – количество стружек; L – длина лавы, м; t_{∂} – время добычи, мин.; Q – планируемая суточная добыча комбайна, т; q_{cmp} – добыча с одной стружки, т.; m – вынимаемая мощность пласта, м; B – ширина захвата исполнительного органа, м; γ – плотность разрушаемого угля, т/м³; K_m – коэффициент машинного времени; T – суммарное время добычных смен, мин; $N_{к.он}$ – количество концевых операций; $t_{к.он}$ – время, затрачиваемое на одну концевую операцию, мин.

Таким образом:

$$V = \frac{Q}{mB\gamma \left(K_m T - \frac{Q}{LmB\gamma} t_{к.он} \right)}.$$

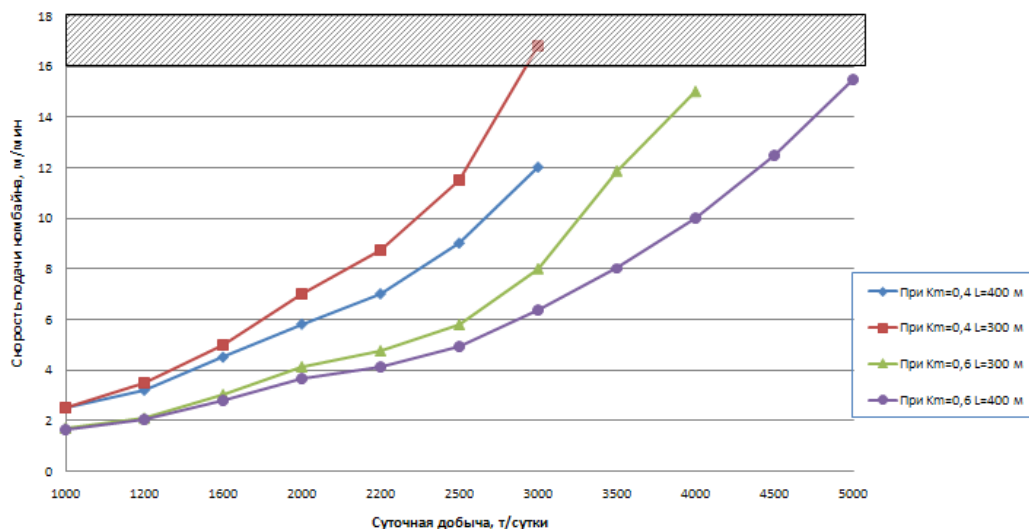


Рис. 3. Зависимость скорости подачи комбайна, работающего по челноковой схеме, от суточной добычи

Зависимость скорости перемещения комбайна от суточной производительности (при челноковой схеме отработки) приведена на рис. 3.

При построении данных зависимостей были приняты:

- вынимаемая мощность пласта $m=1$ м;
- ширина захвата $B=0,8$ м;
- время, затрачиваемое на одну концевую операцию, $t_{к.он}=30$ мин.

При односторонней схеме отработки угольного пласта скорость комбайна (при условии, что $V_{зачистки}=2V_{резания}$) определяется как:

$$V_{рез} \frac{2}{3} t_{cmp} + V_{зач} \frac{1}{3} t_{cmp} = 2L,$$

тогда

$$V_{рез} = 1,5 \frac{L}{t_{cmp}} = 1,5 \frac{Q}{t_{\partial} m B \gamma}.$$

Из чего следует, что ограничивающим фактором при односторонней схеме работы комбайна является скорость зачистки. На рис. 4 приведена зависимость скорости зачистки от суточной производительности комбайна. Данные зависимости приведены с учетом ограничения скорости подачи очистного комбайна биомеханическими характеристиками машиниста комбайна, в соответствии с [4] максимальная скорость комбайнера в пласте мощностью 0,9-1,4 м не должна превышать 16 м/мин.

Учитывая данные, полученные ГП «Донги-проуглемаш» и ЗАО «Горловский машиностроитель» при проведении силовых испытаний привода подачи очистных комбайнов с БСП, выполненного на базе штрекового частотного преобразователя

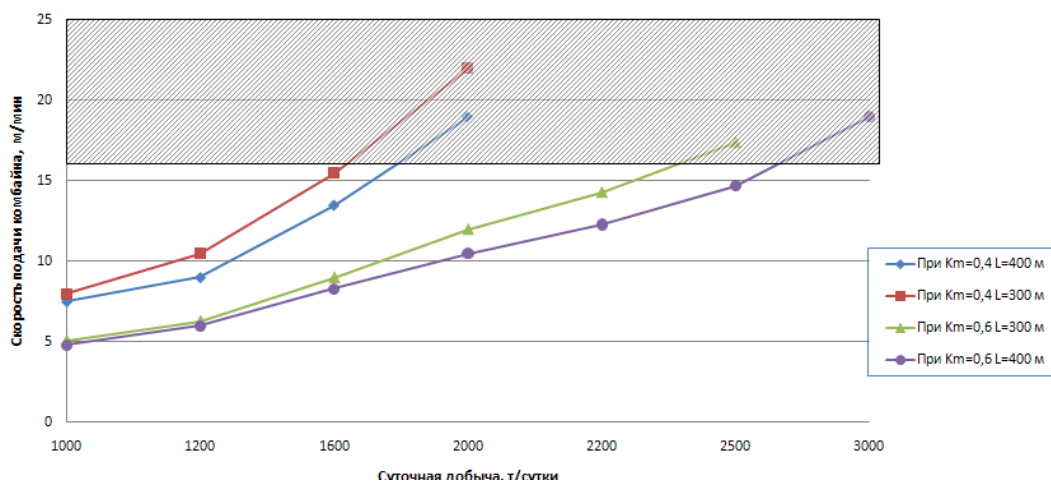


Рис. 4. Зависимость скорости подачи очистного комбайна (по зачистке), работающего по односторонней схеме, от суточной добычи

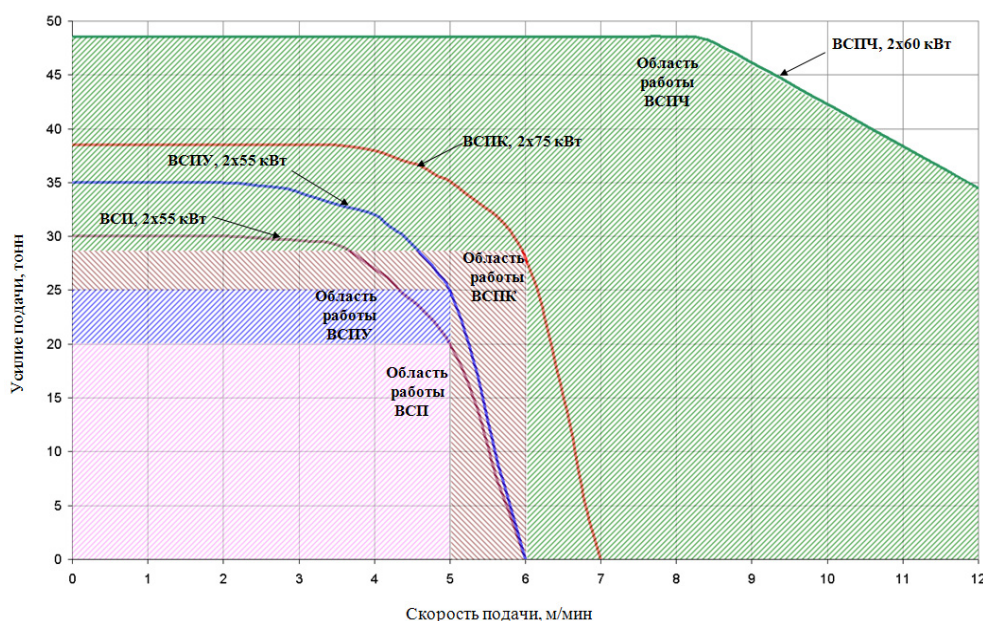


Рис. 5. Сравнение возможностей различных вынесенных приводов подачи

зователя ПЧЭШ-60 очистных комбайнов УКД-300 и УКД-400 [5], получены зависимости тягового усилия от скорости перемещения, а также необходимые усилия подачи комбайна (диаметр шнеков $D=0,8$ м, мощность пласта $m=1$ м) при угле наклона пласта 35° различных значений сопротивляемости угля. Данный привод обеспечил тяговое усилие 30 т в диапазоне рабочих скоростей от 1 до 12 м/мин. Данные замеры подтвердили технические характеристики системы подачи очистных комбайнов, выполненные на базе частотно-регулируемого привода (ВСПЧ). Сравнительные характеристики различных приводов ВСП приведены на рис. 5.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что для увеличения производительности очистных комбайнов с ВСП необходимо:

- обеспечение скорости подачи не менее 10-12 м/мин;

- увеличение длины лавы до 300-350 м;
- увеличение коэффициента машинного времени до 0,6;

- переход на принципиально новый тип подачи – частотный привод (применение которого нашло широкое распространение в зарубежной горной отрасли [6,7, с. 69-272], обеспечивающий значительное повышение тяговых усилий и скорости подачи очистного комбайна, повышение коэффициента полезного действия, сокращение в 1,5 раза площади незакрепленного пространства в лаве и улучшение размещения приводных станций конвейера на крепях сопряжения, снижение динамических нагрузок на привод, тяговую цепь и узлы очистного комбайна.

Выводы

Создание ВСП очистных комбайнов для отработки тонких пластов на базе частотного при-

вода обеспечит:

- увеличение нагрузок на очистные забои;
- снижение энергозатрат при выемке угля;
- расширение области применения очистных комбайнов с ВСП при сплошной и комбинированной системах разработки;
- повышение показателей надежности работы горно-шахтного оборудования;
- повышение безопасности горных работ.

Список литературы

1. Яценко Ю.П. Научно-технические решения по развитию угольных шахт Украины / Ю.П. Яценко, И.В. Косарев. – Киев: Логос, 2014. – С. 105-138.
2. Отчет о научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе. Анализ фактических показателей наработки и аварийности (отказов) комбайнов УКД 200-250. – Донецк: ГП «Донгипроуглемаш», 2009. – С. 16.
3. Стендовые и шахтные испытания вынесенной системы подачи очистного комбайна /

Н.И. Стадник [и др.] // Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горно-шахтного оборудования: сб. науч. тр. ГП «Донгипроуглемаш». – Донецк: Астро, 2008. – С. 294-303.

4. Кияшко Ю.И. Анализ биомеханических характеристик машиниста комбайна в комплексно-механизированной лаве / Ю.И. Кияшко, В.Г. Шевченко // Уголь Украины. – 2009. – №3. – С. 30-32.
5. Стендовые испытания двухдвигательной бесцепной системы подачи очистных комбайнов / В.В. Косарев [и др.] // Решение научно-технических проблем при создании и внедрении современного горно-шахтного оборудования: сб. науч. тр. ГП «Донгипроуглемаш». – Донецк: Астро, 2008. – С. 251-262.
6. Knipper L. Umrichtermotoren für den Steinkohlenbergbau / L Knipper, A. Tischkewitz. – Antriebstechnik. – 2000. – No.3. – P. 60-62.
7. Reifentahl U. Elektrische Antriebstechnik. – Stuttgart/Leipzig: B.G.Teubner, 2000. – 401 S.

I.V. Kosarev, A.V. Meznikov

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

PRODUCTIVITY INCREASE OF THE SHEARERS WITH REMOTE SUPPLY SYSTEM

Background. *New designs of the supply systems for shearers providing increased loads on the working faces considered.*

Materials and/or methods. *With the aim of increasing productivity of the shearers designed for mining thin seams, it is necessary to develop a new remote supply system.*

Results. *Proposed the improvement of the performance and reliability of the shearer through the use of the remote supply system which is based on variable frequency drive and provides the shearer's speed increase to 10-12 m/min, increased traction, reduction of the loose space area in the face, improvement of the allocation of drive stations of the conveyor on the supports of the pairing, reduction of dynamic loads on the drive and assemblies of the shearer.*

Conclusion. *The creation of the remote supply system of the shearers for mining thin seams on the basis of the frequency drive will provide: increasing loads on the working faces, reducing energy consumption, expanding the scope of application of the shearer with remote supply system in a continuous and combined systems development, increasing reliability of mining equipment, improvement of safety of mining operations.*

Keywords: *coal, shearer, remote supply system.*

Сведения об авторах

И.В. Косарев

Телефон: +380 (50) 472-49-50

Эл. почта: gu.donuglemash@yandex.ru

А.В. Мезников

Телефон: +380 (66) 873-83-67

Эл. почта: gu.donuglemash@yandex.ru

Статья поступила 26.10.2016 г.

*© И.В. Косарев, А.В. Мезников, 2016
Рецензент д.т.н., проф. В.П. Кондрахин*