УДК 622.232

**ОСНОВНЫЕ Отличительные особенности очистных комбайнов нового поколения как динамико-энергетических и мехатронных систем**

**Горбатов П.А., д.т.н., профессор; Лысенко М.Н., магистрант;**

**Перинский М. В., студент**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Основные отличительные особенности очистных комбайнов (ОК) нового поколения (отечественные машины КДК 400, КДК 500, КДК 700, УКД 300, разработанные ГП «Донгипроуглемаш») целесообразно изложить, условно разбив их на нижеуказанные группы:

I. Оригинальные принципы структурных решений и конструктивного построения.

II. Нового уровня технические параметры и характеристики.

III. Особенности динамических параметров и свойств.

IV. Особенности мехатронизации.

Отличительные особенности по группе I следующие.

1. Основные корпусные узлы выполняют в виде общего корпуса - моноблока сварной конструкции коробчатой формы, имеющего отсеки для установки в них автономных съемных блоков различного функционального назначения, в т.ч. мехатронизированных или мехатронных.

При этом реализуются следующие преимущества: упрощаются монтажно-демонтажные работы, техническое обслуживание и ремонт применительно к автономным блокам, к которым имеется хороший доступ; обеспечивается требуемая жесткость и прочность корпусных подсистем; разгружаются корпуса съемных блоков от внешних технологических нагрузок и обеспечивается улучшение качества зубчатых зацеплений; не требуется диагностика и поддержание требуемого состояния многочисленных стыковочных соединений между отдельными корпусами; создаются предпосылки для унификации и мобильного приспосабливания ОК к конкретным условиям эксплуатации.

2. Подсистемы привода исполнительных органов (ИО) и подсистемы подвески и перемещения ИО выполняются на основе поворотных блоков резания (ПБР).

Достоинствами такого структурно-компоновочного решения, характеризующегося поперечным расположением электродвигателей, является: исключение недостаточно надежной конической передачи; реализация более короткой кинематической цепи, в т.ч. во многих случаях с использованием компактной планетарной передачи.

3. Для обеих подсистем привода ИО применены индивидуальные электродвигатели нового технического уровня с доминирующей формой на основе цилиндров и с одним выходным концом. При этом между каждым электродвигателем и входным валом редуктора имеется торсионный вал, обеспечивающий определенное снижение коэффициента крутильной жесткости подсистемы и выполняющий (с помощью эвольвентных шлицев) функцию компенсатора погрешностей изготовления при соединении валов в разных корпусах.

Данные двигатели встраиваются в расточки корпусов ПБР. Поэтому корпуса электродвигателей практически разгружены от внешних сил, действующих на корпусную подсистему, что позволяет обеспечить компактность конструкции и высокие параметры этих электрических машин.

4. Две встроенные подсистемы подачи на основе цилиндрических и планетарных передач и жесткого тягового органа имеют индивидуальный частотно- регулируемый асинхронный электропривод, который выполняет одновременно две функции – приводного двигателя и (совместно с аппаратурой автоматизации) электрического регулятора скорости.

Указанный электропривод по сравнению с традиционными гидравлическими регуляторами скорости обеспечивает для каждой подсистемы подачи повышение КПД (оценочно на 25-30%), надежности и значений удельной мощности, упрощение обслуживания.

Отличительные особенности применительно ко II группе можно охарактеризовать следующим образом.

ОК нового поколения (НП) присущи высокие значения энерговооруженности и максимально возможных теоретической и технической производительностей. В таблицах 1 и 2 в качестве примера представлены некоторые технические данные по ОК НП (КДК500) и прежнего поколения (РКУ13) с одинаковой областью применения по вынимаемой мощности пологонаклонных пластов (*Н*min − *Н*max).

Таблица 1 – Технические данные очистных комбайнов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комбайны | | *Н*min− *Н*max*,* м | | Максимальные  значения | | | | Энерговооруженность, кВт | | | | Производитель-ность, т/мин: | |
| , м/мин | | , кН | | комбайна | | в т.ч. под-систем привода | | а) при =120 кН/м;  б) при =240 кН/м;  в) при =360 кН/м | | | |
| РКУ13 | | 1,35 – 2,6 | |  | | 250 | | 200 | |  | | а) 7; б) 6;в) 5 | |
| КДК500 (I типоразмер) | | 1,35 – 2,6 | |  | | 450 | | 597,5 | | 500 | | а) 18; б) 13; в) 8 | |

Таблица 2 – Характеристика электродвигателей для подсистем привода

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комбайны | Марка двигателей | Доминирующая форма корпуса | Номинальный режим работы | *Рн*, кВт | *Мк,* Нм |
| РКУ13 | 2ЭКВ4-200У5 | на основе прямоугольного параллелепипеда | S4(60%) | 200 | 3900 |
| КДК500 | ЭКВ5-250В-У5 | на основе цилиндра | S1 | 250 | 4475 |

Здесь *Vпр.*max и *Vn.*maxмаксимальные значения скорости подачи при выемке и маневровой скорости подачи;  - максимальное значение тягового усилия;  − сопротивляемость пласта резанию в неотжатой зоне массива; *Рн* – номинальная мощность; *Мк* – критический момент при номинальном напряжении *Uн*.

Из приведенных данных наглядно видно значительное увеличение: максимальных значений основного режимного параметра – скорости подачи при выемке, максимальных тяговых усилий, энерговооруженности машин, в том числе подсистем привода их исполнительных органов, и, как следствие, производительности для очистных комбайнов нового поколения.

Рассмотрим особенности, характерные для III группы отличий.

В качестве примеров существенного отличия динамических параметров применительно к силовым подсистемам комбайнов НП по отношению к ранее созданным машинам можно привести следующие особенности.

1. Для кинематических цепей на основе поворотных блоков резания существенно ниже (оценочно в 1,5 – 1,7 раза) приведенные к валу электродвигателя коэффициенты крутильной податливости *e*12 механических участков подсистем привода исполнительных органов. Например, для очистных комбайнов прежнего поколения (1ГШ68, РКУ13) и КДК500 (I типоразмер) со сравнимой областью применения оценки значений *e*12 соответственно составляют 600⋅10-6 Н-1м-1 , 526⋅10-6 Н-1м-1 и 353⋅10-6 Н-1м-1 [1].

2. Инерционные и упругие динамические характеристики подсистем подвески и перемещения исполнительных органов очистных комбайнов НП (на базе поворотных блоков резания и современных шнеков) также значительно отличаются от соответствующих характеристик для машин прежних поколений.

Например, массы и моменты инерции относительно осей сопряжения с основными жестко соединенными узлами корпусных подсистем составляют соответственно: для ПБР с трехлопастным шнеком с *Dи* = 1,25 м и *В*3 = 0,63 м конструкции Донгипроуглемаша в составе комбайна КДК500 – 4932 кг и 12937 кг⋅м2 ; для поворотного редуктора с двухлопастным шнеком ШН126Р с теми же значениями *Dи* и *В*3 в составе машины 1ГШ68 – 3267 кг и 4355 кг⋅м2 [1].

3. Отсутствуют динамические взаимосвязи между подсистемами привода на основе поворотных блоков резания и подсистемами подвески и перемещения исполнительных органов, которые имели место при реализации механических участков подсистем привода в виде основных и поворотных редукторов.

4. Весьма существенно (в большую сторону) отличаются коэффициенты продольной жесткости нового жесткого тягового органа ЭЙКОТРЭК по сравнению с ранее широко используемым для машин прежнего поколения тяговым органом типа 3БСП. Это обусловлено принципиально разным характером взаимодействий звеньев рассматриваемых органов при работе [1].

Значительные структурно-параметрические отличия очистных комбайнов НП как динамических объектов от их предшественников (некоторые примеры приведены выше) существенно влияют на динамические свойства этих машин.

Основные особенности отличий применительно к IV группе следующие.

Как показано в работах [2,1], наиболее высоким уровнем мехатронизации обладают сложные горные машины, в т.ч. очистные комбайны НП, степень сложности управления которыми не позволяет обеспечить нормальное функционирование этих объектов без информационно-электронных компонент, синергетически связанных с традиционными (механическими, электротехническими и гидравлическими) структурными элементами.

В работе [3] отмечается, что доля электронных и информационных компонент в структуре управления у очистных комбайнов типа РКУ прежнего поколения и у машин типа КДК500 НП оценивается соответственно в 11% и в 41%. Здесь также отмечается, что комбайн КДК500 мехатронного класса содержит около 30 информационно-электронных элементов, объединенных в единую информационную сеть друг с другом и с другими механизмами.

Для таких машин НП важнейшими структурными элементами подсистем автоматизации являются преобразователи частоты и комплексы технических средств управления. Преобразователи частоты управляют формированием рациональных искусственных механических характеристик подсистем подачи и могут устанавливаться на штреке (УКД300) или в энергоблоке на самом комбайне (КДК400, КДК500, КДК700). Комплексы технических средств управления комбайнами, располагаемые частично на штреке и частично на самих машинах, применительно к рассматриваемым вопросам (в целом их функциональное назначение шире) выполняют функции регуляторов режимов работы и обеспечения необходимых защит.

Современные мехатронные комбайны оснащены средствами контроля технического состояния и диагностики ответственных узлов, снабжены рядом сенсорных устройств в виде датчиков тока, температуры обмоток электродвигателей и масла в редукторах и гидросистеме, расхода и температуры воды для пылеподавления и охлаждения и др.

Перечень ссылок

1. Разработка теории функционирования и методов оптимального проектирования для выемочных комбайнов нового поколения: Отчет / Донецк. национальный технический университет; Руководитель П.А. Горбатов; №ГР0106U002278. –Донецк, 2008. -435с.

2. Горбатов П.А., Косарев В.В., Стадник Н.И. Концептуальная характеристика сложных горных машин как мехатронных систем // Научные труды ДонНТУ. Выпуск 104, серия горно-электромеханическая. –Донецк: ДонНТУ, 2006. –с. 53-61.

3. Принципы мехатроники при проектировании горных машин / Н.И. Стадник, А.В. Сергеев, А.В. Мезников, В.П. Кондрахин // Материалы международной конференции «Форум горняков – 2007». –Днепропетровск: НГУ, 2007. –с. 7-17.