

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА НОВОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Гуляев В.Г., Жуков К.В.  
ДНТУ

*Розглянуті деякі питання вибору та обґрунтування структури та параметрів очисного комбайну нового технічного рівня.*

Моральное старение и высокий износ добычного оборудования, общий финансовый кризис угледобывающей отрасли, постоянно усложняющиеся условия отработки угольных пластов Донецкого бассейна привели к значительному снижению с 1991 года объемов добычи угля и важнейших технико-экономических показателей работы угледобывающих предприятий. Лишь в 1997 году наметились предпосылки стабилизации объемов добычи, однако работа многих шахт все еще не рентабельна. Положение можно улучшить перестройкой инфраструктуры перспективных шахт под технологию интенсивной добычи угля из небольшого количества лав при оснащении их высокопроизводительной и надежной техникой.

В связи с вышеизложенным, перед отечественным горным машиностроением стоит проблема создания очистных комбайнов (ОК) нового технического уровня с показателями производительности и надежности, обеспечивающими рентабельную работу угледобывающего предприятия. Как показывает опыт ведущих угледобывающих стран, современный ОК должен обеспечить нагрузку на комплексно-механизированный очистной забой от 1000 до 4000 т/сутки и выше (в зависимости от мощности пласта) при средней скорости подачи 10 – 15 м/мин и высокой энерговооруженности (около 600 кВт для типоразмера ПУ13) и увеличении напряжения электропитания до 1140 В и более. Эту проблему необходимо решать в комплексе с обеспечением запаса производительности и надежности параллельно работающего и последующего технологического оборудования. Наряду с этим существует необходимость создания большого количества модификаций очистных комбайнов при ограниченной их номенклатуре для достижения оптимальных показателей работы в конкретных горно-геологических условиях. В настоящее время перспективными структурами ОК можно считать компоновочную схему двухшнековых ОК с автономным приводом рабочих органов и реечным (жестким) тяговым

органом (ЖТО) (ОК типа ГШ500), а также компоновочную схему с групповым приводом, обеспечивающим наиболее эффективное использование установленной мощности электродвигателей двухшнековых комбайнов как с ЖТО (ОК типа 2ГШ68Б), так и с цепным (гибким) тяговым органом, применяемым при сложной гипсометрии вынимаемого пласта (ОК типа 1ГШ68Е). При увеличении установленной мощности ОК и жестких требованиях к габаритным размерам машины необходимо применять в редукторах многопоточные передачи и дополнительные упруго-демпфирующие связи в силовых подсистемах для снижения их динамической нагруженности.

Актуальной задачей является прогнозирование характеристик рабочего процесса, в том числе динамической нагруженности силовых подсистем на стадии проектирования ОК. На основе научных трудов работников кафедры «Горные машины» ДонНТУ, ИГД им. Скочинского и др. разработаны методологические подходы выбора рациональной структуры и оптимальных параметров ОК для конкретных горно-геологических условий с использованием математического имитационного моделирования. Разработана математическая модель замкнутой управляемой электрогидромеханической системы «забой – ОК – конвейер - сеть электроснабжения - система управления - оператор» [1]. При разработке модели вектора внешнего возмущения на исполнительных органах в замкнутой системе учитывались внешние связи по перемещениям и скоростям. Для ОК с цепным тяговым органом (ЦТО) предложена кинетическая характеристика трения как функция скорости и ускорения ОК в направлении подачи, которая наиболее полно учитывает релаксационный характер движения ОК с ЦТО [2].

Имитационное моделирование рабочего процесса ОК нового технического уровня с групповым приводом рабочих органов выполнено с использованием плана дробного факторного эксперимента применительно к классу машин ПУ13 при следующих исходных данных:

- сопротивляемость пласта резанию: 180 и 300 Н/мм;
- показатель степени хрупкости угля: 1,65 и 2,8;
- строение пласта: простое и сложное (с породным прослойком и твердыми включениями).

Управляющие параметры:

- мощность электродвигателей привода рабочих органов: 2×160 и 2×320 кВт;
- мощность гидропривода механизма подачи: 25 и 75 кВт;
- жесткость тягового органа соответствует речному тяговому орга-

- ну и ЦТО при длинах рабочих ветвей цепи 30, 80 и 200 м;
- число резцов в линии резания: 2 (двухзаходный шнек) и 3 (трехзаходный шнек),  $D_{иО}=1,25$  м,  $B_3=0,63$  м,  $U_{Тр}=27,5$ ;
  - средняя скорость подачи ОК: 5, 10 и 15 м/мин.

В качестве выходных параметров (отклики системы) определялись:

- энергетические характеристики (нагрузка приводных электродвигателей, производительность и удельные энергозатраты);
- статистические характеристики динамических процессов в системе, в том числе математические ожидания (средний уровень), коэффициенты вариации и спектральные плотности следующих случайных величин:
  - 1) составляющих векторов внешнего возмущения на исполнительных органах и суммарных мгновенных толщин среза на опережающем и отстающем шнеках;
  - 2) скорости перемещения ОК, усилия подачи, угловой скорости гидродвигателя и давления в напорной магистрали гидровариатора;
  - 3) крутящих моментов в трансмиссиях привода шнеков и их угловых скоростей;
  - 4) электромагнитных вращающих моментов и скольжений приводных электродвигателей.

Проведенные имитационные исследования позволили сделать вывод о нивелировании преимуществ ОК с жестким тяговым органом при увеличении средней скорости подачи до 15 м/мин. При увеличении средней скорости подачи ОК с ЦТО отношение продолжительности движения ОК к периоду автоколебаний растет, при этом уменьшается зависимость между колебаниями скорости подачи и неравномерностью стружкообразования на исполнительных органах. Таким образом, для повышения надежности машины на стадии проектирования необходимо решать вопросы силового уравнивания исполнительных органов, а также недопущения работы парциальных систем в режиме, близком к резонансному и эффективному демпфированию колебаний на характерных частотах. Одним из результатов математического моделирования явилось установление зависимостей удельных энергозатрат от средней скорости подачи и характеристик угольного пласта, а также ряда других эксплуатационных характеристик, необходимых для обоснования уровня энерговооруженности, конструктивных и режимных параметров ОК для рассмотренных условий эксплуатации при заданной производительности [3].

Анализ статистических характеристик динамических процессов во взаимодействующих силовых подсистемах ОК с ЖТО и ЦТО (с групповым приводом) позволил установить новые особенности и за-

кономерности формирования динамической нагруженности трансмиссий привода шнековых органов, обусловленные динамическими свойствами ОК и процессом стружкообразования. При увеличении средней скорости подачи ОК от 5 до 15 м/мин существенно возрастает сечение среза. Процесс резания угля резаками становится более динамичным. Это обуславливает повышение доли дисперсии случайной составляющей вектора внешнего возмущения на исполнительных органах, что приводит к увеличению доли дисперсии высокочастотных составляющих крутящих моментов в слабодемпфированных трансмиссиях привода исполнительных органов на собственных частотах.

Увеличение скорости подачи в указанном диапазоне для ОК с ЖТО приводит к увеличению веса высокочастотных составляющих и общей дисперсии крутящих моментов в трансмиссиях исполнительных органов. В частотном спектре крутящих моментов в трансмиссиях ОК с ЦТО происходит перераспределение общей дисперсии процесса – уменьшается доля низкочастотных составляющих, обусловленных неравномерностью перемещения ОК в направлении подачи, и увеличивается доля высокочастотных составляющих. Отмеченные выше и другие закономерности формирования динамических процессов установлены на основе анализа результатов имитационного моделирования для прогнозирования эксплуатационных характеристик и обоснования параметров ОК нового технического уровня [4].

Составленная математическая модель может быть также использована для решения задачи многокритериальной оптимизации параметров ОК для конкретных условий эксплуатации.

## Литература

1. Гуляев В.Г., Жуков К.В. Математическая модель для имитационного моделирования функционирования системы «очистной комбайн – забой» - Горный информационно-аналитический бюллетень – Москва: МГГУ, 2000, №4, с 129-132.
2. Гуляев В.Г., Жуков К.В. Определение кинетической характеристики трения очистного комбайна с цепным тяговым органом - Науковий вісник НГА України - Днепропетровск: НГАУ, 1999, №2, т.6, с. 54-57.
3. Гуляев В.Г., Жуков К.В. Прогнозирование эксплуатационных характеристик очистного комбайна с высоким уровнем энерговооруженности - Горные машины и автоматика, №6, 2001. – М., Машиностроение, с. 14-17.
4. Гуляев В.Г., Жуков К.В. Результаты прогнозирования эксплуатационных и динамических характеристик очистного комбайна с высоким уровнем энерговооруженности - Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях», №3(19), 2001, с. 32-34.