

АНИМАЦИОННЫЕ 3D МОДЕЛИ МЕХАНО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВЫГРУЗКИ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ

Нечепаев В.Г., Михайлов А.Н., Семенченко А.К.

Донецкий государственный технический университет

В последнее 10-летие в ведущих угледобывающих странах мира (Германия, США, Великобритания, Польша, Россия и др.) имеет место высокий уровень угледобычи и наблюдается тенденция к возрастанию темпов ее прироста. При этом отмечается негативная тенденция к увеличению разрыва в основных технико-экономических показателях угольной промышленности Украины и развитых стран. Так, средняя нагрузка на комплексно-механизированный забой составляет в Украине 463 т/сутки (1998 г.), в России 987 т/сутки (1998 г.), в Польше 1708 т/сутки (1996 г.), в Германии 2594 т/сутки (1997 г.), в США 7500 т/сутки (1995 г.).

Основой этой негативной тенденции являются, наряду с субъективными, ряд объективных причин. Основные промышленные запасы углей Украины сосредоточены в тонких пологих пластах (более 80%); при этом горно-геологические условия угольных месторождений являются исключительно сложными. Выемка углей осуществляется в основном комбайновым способом, преимущественно с использованием техники, производимой на Украине. Преобладающее распространение получили комбайны со шнековыми исполнительными органами. Наряду со многими достоинствами, такие комбайны характеризуются, особенно в условиях тонких пластов, существенным органическим недостатком - асимметрией потенциалов разрушения и выгрузки разрушенного угля. Несовершенство шнекового исполнительного органа как транспортирующего устройства определяет значительное превышение его потенциальной производительности разрушения угольного пласта над максимальной производительностью выгрузки, что обуславливает ограничение теоретической производительности очистного комбайна по этому фактору.

Поскольку известные способы повышения эффективности шнековых транспортирующих устройств на сегодня практически исчерпаны, выполнено совершенствование структуры шнековых исполнительных органов очистных комбайнов путем введения в их состав устройств, оказывающих дополнительное гидродинамическое воздействие на транспортируемый уголь. В этом случае повышение производительности выгрузки достигается за счет воздействия на расположенный в межлопастном пространстве шнека уголь направленным потоком жидкости, которая в этом случае одновременно используется также и для пылеподавления. Разработан ряд оригинальных конструкций исполнительных органов со встроенными в шнек и вынесенными за его пределы струеформирующими механизмами, выполнена их патентная защита. При этом в исполнительных органах с вынесенными струеформирующими механизмами отсутствуют подвижные элементы, что определяет их конструктивную простоту и высокую надежность. Однако шнековый исполнительный орган, дополненный струеформирующими механизмами и осуществляющий одновременно механическое и гидродинамическое воздействие на транспортируемый и выгружаемый уголь, образует качественно новую систему - механо-гидродинамическую в отличие от сугубо механической системы органов традиционной структуры. Свойства таких систем применительно к функционированию очистных машин ранее не исследовались.

Для исследования рабочих процессов механо-гидродинамической системы выгрузки угля усовершенствованной структуры на основе системного подхода разработана ее структурно-функциональная схема, предусматривающая создание шести основных взаимосвязанных детерминированных математических моделей: ММ поступления угля в шнек, ММ формирования объема рабочей камеры шнека, ММ управляемого технологического воздействия на производительность системы, ММ изменения давления в транспортируемом потоке угля, ММ формирования сопротивления окна выгрузки, ММ гидродинамического воздействия потока жидкости (воды) на транспортируемый поток угля. Созданные модели в совокупности являются модельной основой САПР шнековых механо-гидродинамических систем выгрузки повышенной погрузочной способности, обеспечивающих увеличение производительности комбайновой выемки углей в условиях тонких пологих пластов на величину до 2 раз.

Особенностью рабочих процессов разработанной механо-гидродинамической системы выгрузки является наличие ряда потоков сыпучего материала (разрушенного угля), жидкости (вода, подаваемая для орошения) и смешанных потоков (разрушенный уголь и вода), интенсивность и закономерности перемещения которых в рабочем пространстве, а следовательно и производительность системы, определяется соотношением их параметров. Ключевым моментом, определяющим эффективность рассматриваемой системы, является создание в ее рабочем пространстве виртуальной «подпорной стенки», образуемой на пути циркулирующего потока угля потоком жидкости в виде системы напорных струй. Причем «подпорная стенка» также перемещается в рабочем пространстве по траектории, определяемой соотношением ряда конструктивных и режимных параметров. Таким образом, механо-гидродинамическая система выгрузки представляет собой достаточно сложный для анализа пространственный объект с изменяющимися во времени структурой и параметрами. Естественно, что изложение принципов функционирования и изучение такой системы в учебном процессе, а также анализ ее рабочих процессов традиционными методами также весьма затруднительны.

Поэтому для визуализации рабочих процессов системы, наряду с математическими моделями ее функционирования, в интегрированной среде программных продуктов AutoCAD2000 и 3D Sstudio MAX разработана также объемная анимационная модель исследуемой системы. Применение AutoCAD2000 обеспечивает точное, детальное и пропорциональное изображение объемных элементов системы (деталей и сборочных единиц) достаточно сложной конфигурации, а применение 3D Sstudio MAX – их перемещение (поступательное, вращательное, сложное) в пространстве в реальном масштабе времени.

Модель включает в себя следующие основные элементы:

- забой угольного пласта;
- скребковый конвейер СП-202;
- неподвижный корпус очистного комбайна К-103, установленный на конвейере;
- корпус поворотного редуктора опережающего шнека комбайна;
- вращающийся вокруг оси двухлопастной шнек с переменным шагом погрузочных лопастей, оснащенный резами типа ЗР4-80;
- струеформирующий механизм (согласно А.С. СССР № 1300148) для генерирования напорных струй жидкости;
- поток разрушенного угля, перемещающийся в рабочем пространстве механо-гидродинамической системы выгрузки;
- поток разрушенного угля, перемещающийся по ставу скребкового конвейера;

- перемещающийся поток жидкости, образованный напорными струями, и взаимодействующий с перемещающимся в рабочем пространстве механо- гидродинамической системы выгрузки потоком угля;

- перемещающаяся в межлопастном пространстве шнека виртуальная «подпорная стенка», образованная напорными струями.

На рис.1 и рис.2 показаны примеры реализации модели.

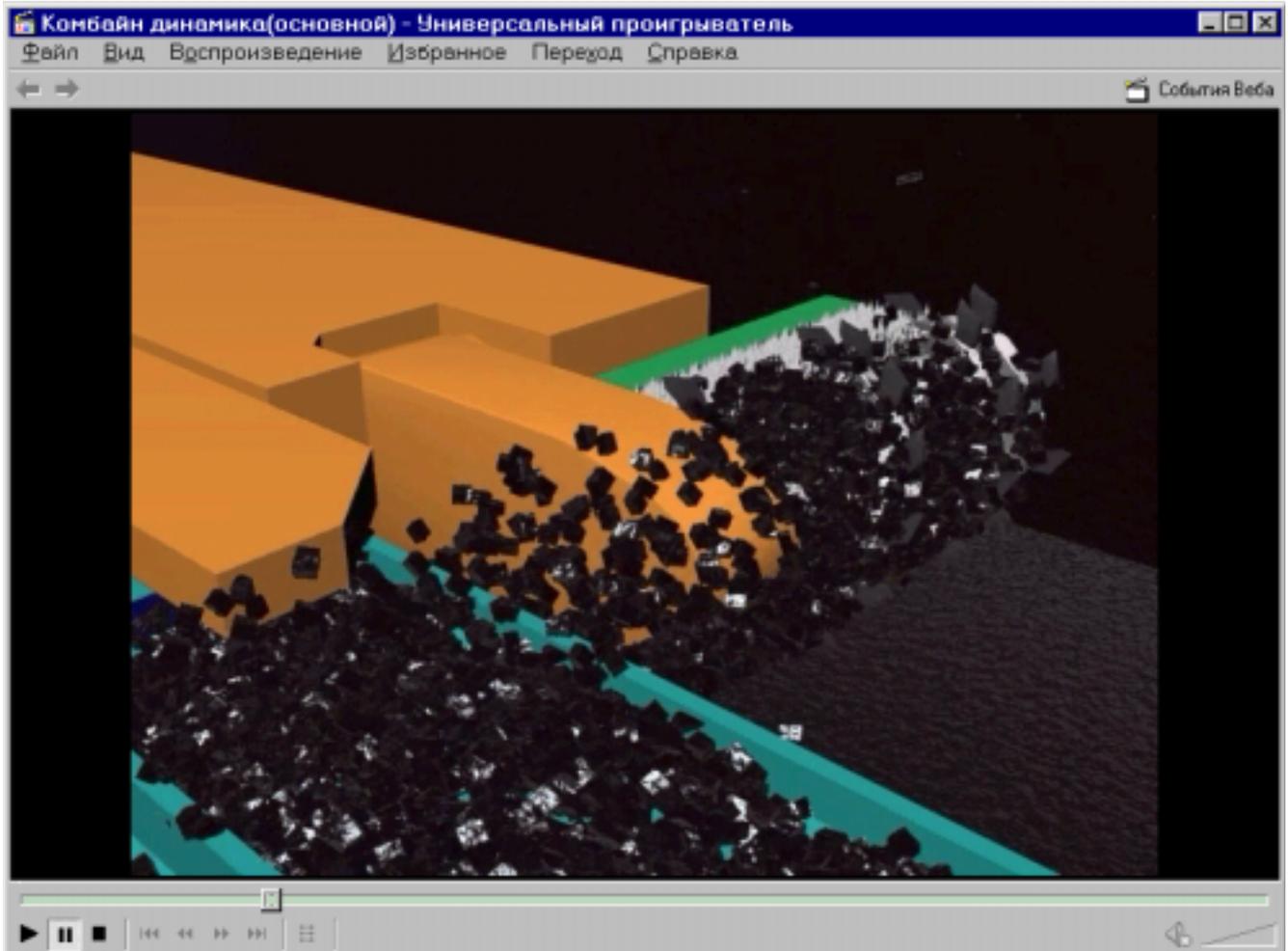


Рис.1 Фрагмент анимационной 3D модели на экране монитора

Модель используется в учебном процессе на кафедрах «Горные машины» и «Технология машиностроения» при изучении курсов «Автоматизация проектирования», «Системы автоматизированного проектирования», «Основы научных исследований», специальных курсов, а также при курсовом и дипломном проектировании, подготовке магистерских работ и т.д.

Созданная анимационная модель завершает один из начальных этапов планируемого комплекса работ по созданию САПР механо-гидродинамических систем транспортирования сыпучих материалов в различных технологических системах с визуализацией последствий принятых решений по изменению как конструктивных, так и режимных параметров. В дальнейшем предполагается выполнить следующие разработки:

- создать анимационные модели функционирования гидродинамических устройств в металлорежущих системах, обеспечивающих принудительное удаление стружки из зоны резания, очистку инструмента при обработке вязких материалов, очистку поверхностей шлифовальных кругов, защиту от шаржирования поверхностей обрабатываемых заготовок, удаление стружки из труднодоступных полостей деталей при сборке, транспортирование деталей к месту сборки, относительную ориентацию и сборку деталей в струйных сборочных автоматах и др.

- создать интегрированную среду программных продуктов AutoCAD, 3D Studio MAX и MatLAB, обеспечивающую взаимодействие математических и анимационных моделей, описывающих функционирование исследуемых систем.

Такая система, по нашему мнению, должна представлять практическую ценность как в качестве совершенной конструкторско-технологической САПР, так и в качестве современного обучающего комплекса высокой эффективности.

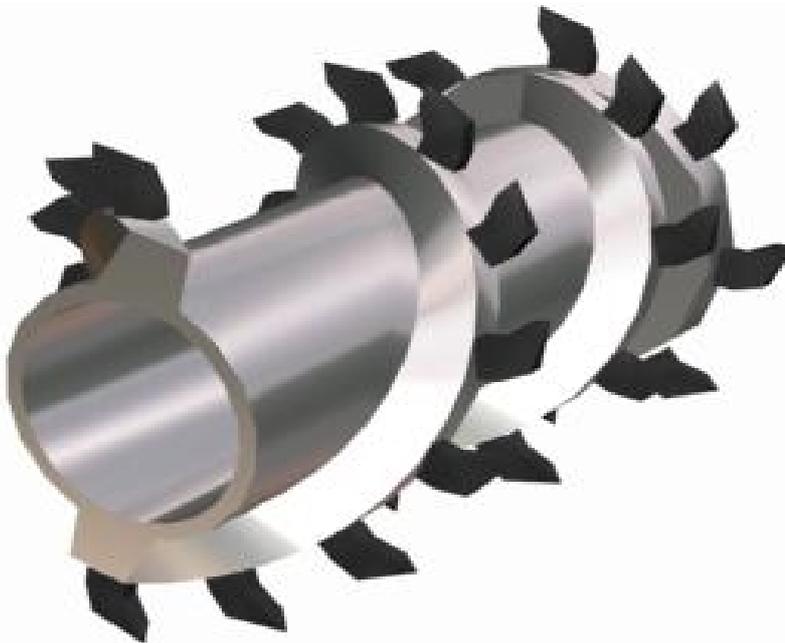


Рис.2 Элемент 3D модели (шнек) в статике