

КОНЦЕПЦИЯ, СПОСОБЫ И СРЕДСТВА АКТИВНОЙ ВЫГРУЗКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМБАЙНОВОЙ ВЫЕМКИ ТОНКИХ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ

В.Г. Гуляев, В.Г. Нечепаев, А.К. Семенченко
ДНТУ

На основі виконаних теоретичних і експериментальних досліджень створена шнекова механо-гідродинамічна система активного вивантаження вугілля, що забезпечує двохкратне підвищення навантажувальної спроможності очисних комбайнів в умовах тонких пологістих шарів

Основой топливно-энергетического комплекса Украины в настоящее время, а также на ближнюю и дальнюю перспективу, является каменный уголь, разведанные запасы которого оцениваются в 110 млрд. т. При этом 83,2 % промышленных запасов угля сосредоточены в весьма тонких и тонких пологих пластах, значительная часть которых отличается беспокойной гипсометрией и другими особенностями, практически исключающими возможность выемки стругами и агрегатами.

Годовая потребность народного хозяйства Украины в угле в ближайшие годы оценивается в 150...180 млн. т. В то же время в последнее десятилетие годовая добыча находится на уровне 80 млн. т. В связи с этим “Программой развития угольной промышленности Украины и ее социальной сферы до 2006 г.” предусмотрено к 2005 г. довести добычу до 158 млн. т с последующим увеличением ее до 170 млн. т, а при определенных условиях – до 250 млн. т.

Современное состояние развития техники и технологии добычи угля в развитых угледобывающих странах характеризуется концентрацией очистных работ в высокопроизводительных комплексно механизированных забоях, преимущественно с комбайновым способом выемки. Уровень концентрации и производительности комбайновой выемки в пластах средней мощности и мощных может быть охарактеризован достигнутым значением скорости перемещения комбайнов до 10-15 м/мин. Поэтому сложившаяся в топливно-энергетическом комплексе Украины ситуация определяет потребность скорейшего совершенствования серийных и создания новых очистных машин для эффективной и рентабельной отработки тонких и весьма тонких пологих и пологонаклонных пластов. Причем, учитывая современное эконо-

мическое положение, повышение технического уровня парка очистных машин целесообразно обеспечить при минимальных затратах на их модернизацию.

Созданию высокопроизводительных комбайнов для выемки тонких пологих пластов со шнековыми исполнительными органами, получившими преобладающее распространение в мире, препятствует недостаточная их погрузочная способность, ограничивающая скорость перемещения очистных машин в этих условиях до 1-3 м/мин. В то время как потребный уровень погрузочной способности постоянно возрастает вместе с ростом энерговооруженности и скорости перемещения комбайнов, известные пути и методы ее повышения практически исчерпали себя. В значительной мере такое положение объясняется отсутствием цельной концепции совершенствования шнековых исполнительных органов очистных комбайнов, недостаточной изученностью закономерностей рабочих процессов систем выгрузки в условиях тонких пластов, а также весьма ограниченным использованием методов структурно-параметрической оптимизации применительно к рассматриваемой проблеме.

Условия эксплуатации и конструктивные особенности шнековых комбайнов для выемки тонких пологих пластов обуславливают ряд обстоятельств, существенно усложняющих функционирование их исполнительных органов в части выгрузки разрушенного угля:

- неблагоприятное соотношение объема угля, разрушаемого за цикл выгрузки, и соответствующего объема рабочего пространства шнека (примерное равенство или даже превышение первого над вторым);

- наличие своеобразного погрузочного щита в виде корпуса редуктора привода исполнительного органа, исключающего возможность оставления на почве пласта значительного количества невыгруженного угля;

- наличие значительного объема насыпного угля в пространстве между разгрузочным торцом шнека и бортом забойного конвейера (для современных комбайнов это расстояние составляет порядка 0,4 м) в результате задвижки конвейера и реализации процесса выгрузки угля шнеком.

Перечисленные негативные моменты в совокупности определяют ключевую особенность рабочего процесса в этом случае: давление в выгружаемом потоке угля, создаваемое лопастями шнека в зоне его разгрузочного торца, недостаточно для преодоления сопротивления в окне в течение большей части рабочего цикла выгрузки. Уголь, не преодолевший сопротивление в окне выгрузки, перемещается лопа-

стями на нерабочую сторону шнека и сжимается в замкнутом пространстве, образованном перемещающимися лопастями шнека, корпусом поворотного редуктора привода шнека, корпусом комбайна, бортом забойного конвейера и почвой пласта. Сжатие угля обуславливает формирование зон объемного напряженного состояния, измельчение, дополнительное пылеобразование и др. негативные явления, в совокупности обуславливающие значительные непроизводительные затраты энергии. Таким образом, существующим шнековым системам выгрузки комбайнов для тонких пластов присущи органические недостатки, лимитирующие производительность выемки по фактору ограниченной погрузочной способности:

- большая часть рабочего пространства шнеков в течение значительной части рабочего цикла занята вращающимся углем, находящимся в напряженном состоянии;

- значительная часть энергии, затрачиваемой на реализацию процесса выгрузки, расходуется на вращательный перенос, формирование зон напряженного состояния и измельчение угля.

Анализ рабочих процессов выгрузки угля и их закономерностей позволил обосновать вывод о том, что совершенствование исполнительных органов, обеспечивающее потребный уровень интенсификации выемки тонких пластов, определяет необходимость осуществления дополнительного силового воздействия на выгружаемый поток угля - активации процесса выгрузки.

На основании изложенного предложена *концепция шнековых исполнительных органов активной выгрузки*, предусматривающая активацию рабочего процесса путем оказания дополнительного силового воздействия на перемещаемый поток угля. Концепцией предусмотрено два основных направления ее реализации:

- повышение давления в выгружаемом потоке угля;
- уменьшение сопротивления окна выгрузки.

Для развития обоих направлений предложен ряд исполнительных органов (А.С. СССР № 1624124, А.С. СССР № 1537803, А.С. СССР № 1537803, А.С. СССР № 1300148, А.С. СССР № 13117132, патент Украины №37855А и др.), для каждого из которых разработаны основные конструкторские и технологические решения применительно к существующим, проектируемым и модернизируемым отечественным и зарубежным очистным комбайнам.

Новая совокупность конструктивных элементов при усложнившихся связях и дополнительных видах используемой энергии является достаточно сложной системой, для исследования которой выполнено развитие положений системного анализа применительно к рас-

смаатриваемому объекту. Объектом исследований является в общем случае механо-пневно-гидродинамическая система активной выгрузки угля, включающая: шнек; поворотный редуктор исполнительного органа; устройства, осуществляющие активирующее воздействие; погрузочный щиток и др. В составе рассматриваемой системы выделено 3 подсистемы и 5 модулей, обладающих определенной функциональной самостоятельностью и взаимодействующих между собой и с внешней средой. В качестве внешней среды природного характера принят разрабатываемый горный массив, а технического характера - забойный конвейер.

Системное представление позволило разработать структурно-функциональную схему, на которой взаимосвязи между отдельными элементами системы дополнены взаимосвязями между разработанными математическими моделями (ММ), описывающими функционирование как системы в целом, так и ее отдельных модулей:

- ММ1, устанавливающей изменение объема угля, поступающего в шнек, как функцию его угла поворота, а также конструктивных и режимных параметров комбайна;

- ММ2, устанавливающей изменение объема рабочей камеры шнека как функцию его угла поворота, а также конструктивных параметров системы выгрузки;

- ММ3, устанавливающей изменение давления в потоке угля в зависимости от угла охвата шнека, конструктивных и режимных параметров системы активной выгрузки, а также физико-механических характеристик разрушаемого забоя и транспортируемого угля;

- ММ4, устанавливающей изменение сопротивления окна выгрузки в зависимости от угла его охвата, конструктивных и режимных параметров системы активной выгрузки, физико-механических характеристик выгружаемого угля;

- ММ5, устанавливающей функциональную связь между силой гидродинамического воздействия напорных струй жидкости и конструктивными и режимными параметрами активирующих устройств систем активной выгрузки;

- ММ6, устанавливающей функциональную связь между значением кинематического коэффициента трения выгружаемого угля по рабочим поверхностям шнеков и параметрами систем активной выгрузки.

Совокупность согласовано взаимодействующих во времени и пространстве частных моделей ММ1-ММ6 является интегральной имитационной моделью функционирования систем активной выгрузки угля. Выполненный комплексный вычислительный эксперимент,

реализующий функционирование систем активной выгрузки в различных эксплуатационных условиях в диапазоне возможного изменения режимных и конструктивных параметров, позволил установить основные закономерности их функционирования. В частности, установлено, что дополнительное активирующее воздействие на поток выгружаемого угля обеспечивает при рациональном сочетании конструктивных и режимных параметров двукратное и более повышение производительности выгрузки.

На основе анализа установленных закономерностей решен комплекс задач структурно-параметрической оптимизации, позволивший синтезировать механо-гидродинамическую систему активной выгрузки для очистных комбайнов типа К-103, в которой силовое активирующее воздействие на поток угля осуществляется напорными струями жидкости, генерируемыми специальными струеформирующими устройствами и подаваемыми в рабочую зону. В качестве рабочей жидкости, полностью или частично, может использоваться жидкость, подаваемая в рабочую зону шнековых исполнительных органов для пылеподавления.

Экспериментальное подтверждение достоверности разработанных теоретических положений и установление эффективности предложенных технических решений выполнено на специальном полномасштабном стенде в условиях, максимально приближенных к производственным, с использованием современных методов электрических измерений. В результате проведенных комплексных экспериментальных исследований установлено:

- применение разработанной механо-гидродинамической системы обеспечивает существенное повышение производительности выгрузки очистного комбайна во всем исследованном диапазоне изменения конструктивных и режимных параметров. В рациональном диапазоне изменения параметров имеет место повышение производительности выгрузки в 2 раза;

- применение разработанной механо-гидродинамической системы обеспечивает существенное снижение значения удельных энергозатрат выгрузки во всем исследованном диапазоне изменения конструктивных и режимных параметров. Максимальное снижение значения удельных энергозатрат процесса выгрузки при этом составляет 1,8 раза.

Выводы. На основе концепции активной выгрузки осуществлено решение комплексной конструкторско-технологической задачи повышения технического уровня шнековых исполнительных органов,

что позволяет обеспечить повышение эффективности комбайновой выемки тонких пологих пластов.