

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ ВЫГРУЗКИ УГЛЯ ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ

Нечепаев В.Г., канд. техн. наук, доц.,

Семенченко А.К., докт. техн. наук, проф.

Донецкий национальный технический университет

Осуществлено совершенствование структуры систем выгрузки угля очистных комбайнов на основе использования энергетического потенциала напорных струй жидкости. Выполнено моделирование и экспериментальное исследование созданных систем активной выгрузки в условиях полноразмерного стенда.

The growth path of disembarkation systems of coal of cutter-loaders is carried out on the basis of usage of an energy potential of pressure head fluid jets. The simulation and experimental research of the built systems of fissile outswapping in conditions of a full-scale bench is executed.

Производительность шнековых очистных комбайнов при выемке тонких пологих пластов во многих случаях лимитируется недостаточной погрузочной способностью их исполнительных органов. Без обеспечения выгрузки разрушенного угля невозможно также дальнейшее повышение производительности очистных комбайнов, работающих в пластах средней мощности и мощных, даже при условии роста их энерговооруженности.

Перспективным направлением решения этой проблемы является оснащение очистных комбайнов механо-гидродинамическими системами активной выгрузки, обеспечивающими повышение производительности транспортирования разрушенного угля за счет дополнительного гидродинамического воздействия на уголь напорными струями жидкости [1].

Поскольку теория рабочих процессов таких систем практически отсутствует, разработана интегральная имитационная модель их функционирования. Интегральная имитационная модель образована совокупностью частных математических моделей (ММ) ММ1-ММ6 (рис.1), одновременное и согласованное (во времени и пространстве) взаимодействие которых позволяет симулировать рабочий процесс

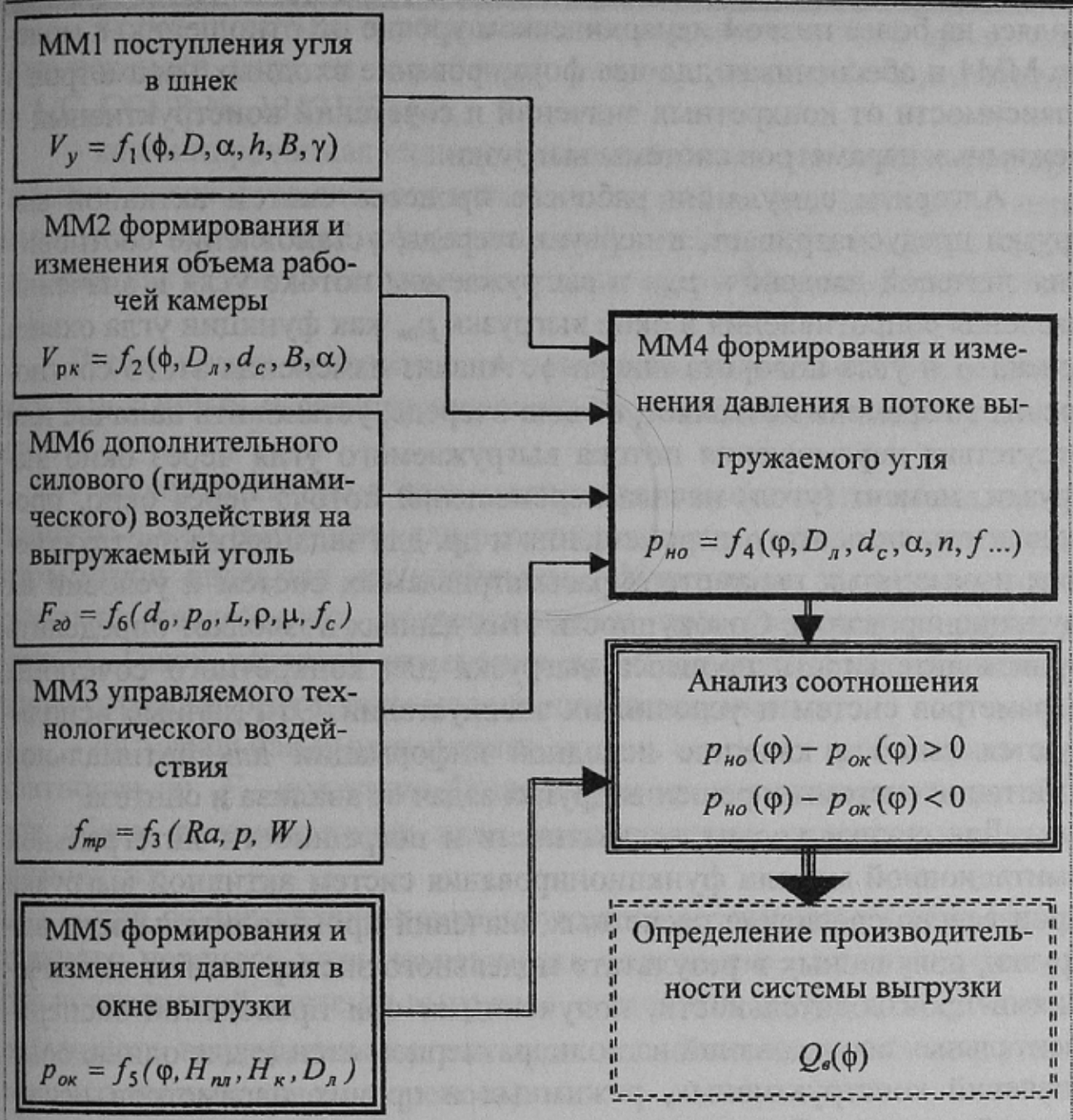


Рисунок 1 - Блок-схема интегральной модели функционирования систем активной выгрузки очистных комбайнов

систем активной выгрузки очистных комбайнов с целью их анализа и синтеза. Вся совокупность моделей MM1-MM6 и алгоритм их взаимодействия реализованы в среде математического пакета MathCAD 2000 Professional.

В соответствии с представленной на рис.1 блок-схемой, ключевыми компонентами интегральной модели являются: MM4 формирования и изменения давления в потоке выгружаемого угля [2] и MM5 формирования и изменения давления в окне выгрузки [3]. Модели MM1, MM2, MM5, MM6 выполняют вспомогательную функцию, на-

ходясь на более низком иерархическом уровне по отношению к модели ММ4 и обеспечивая для нее формирование входных параметров в зависимости от конкретных значений и сочетаний конструктивных и режимных параметров системы выгрузки.

Алгоритм симуляции рабочего процесса систем активной выгрузки предусматривает, в первую очередь, установление соотношения значений давления $p_{но}$ в выгружаемом потоке угля и значений давления сопротивления в окне выгрузки $p_{ок}$ как функции угла охвата шнека φ и угла поворота шнека ϕ . Анализ изменения этого соотношения во времени позволяет, в свою очередь, установить наличие или отсутствие перемещения потока выгружаемого угля через окно выгрузки, момент (угол) начала перемещения потока через окно, продолжительность этого перемещения и др. для заданных конструктивных и режимных параметров рассматриваемых систем и условий их функционирования. Совокупность этих данных позволяет определить производительность процесса выгрузки для конкретного сочетания параметров систем и условий их эксплуатации. Эти данные используются также в качестве исходной информации для оптимальной адаптации системы и решения других задач ее анализа и синтеза.

Для оценки уровня адекватности и погрешности интегральной имитационной модели функционирования систем активной выгрузки произведено сравнение расчетных значений производительности выгрузки, полученных в результате модельного эксперимента, со значениями производительности, полученными при проведении экспериментальных исследований на полноразмерном стенде для одинаковых значений конструктивных, режимных и прочих параметров исследуемой системы. В качестве объекта исследований принята система выгрузки очистного комбайна типа К-103, оснащенного шнеками диаметром 0,56 м и производящего выемку угольного пласта мощностью 0,6 м.

Оценка адекватности и погрешности произведена для систем как пассивной, так и активной выгрузки. Для повышения достоверности оценок выполнено варьирование давления (силы) дополнительного активирующего воздействия, схемы (зоны) расположения струеформирующих устройств и схемы расположения насадок в струеформирующих устройствах. Рассмотрены две основные схемы расположения струеформирующих устройств:

- схема локального расположения устройств в зоне вращательного переноса угля на нерабочую сторону шнека (в соответствии с А.С. СССР № 1317132) [4];

- комбинированная схема, обеспечивающая одновременное приложение активирующего воздействия как в зоне вращательного переноса угля, так и в зоне, расположенной в непосредственной близости от окна выгрузки (в соответствии с патентом Украины №37854 А.) [5].

В результате сравнительного анализа полученных экспериментальных данных и соответствующих теоретических оценок установлено:

- экспериментально полученные зависимости изменения производительности выгрузки угля в исследованном диапазоне изменения параметров являются нелинейными функциями давления активирующего воздействия, возрастающими при увеличении давления (рис.2). Такой характер изменения производительности качественно верно отражает результаты модельного эксперимента;

- интегральная имитационная модель отвечает требованиям адекватности по F - критерию Фишера при уровне значимости $q = 0,05$ для обеих рассмотренных схем расположения струеформирующих устройств;

- при осуществлении активирующего воздействия в зоне вращательного переноса угля погрешность определения производительности исследуемой системы выгрузки составляет ($p_{\text{зд1}}$ - давление активирующего воздействия потока воды на поток выгружаемого угля в зоне его вращательного переноса)

$\Delta_{\text{отн}} = 15\%$	при $p_c = 0$	$p_{\text{зд1}} = 0$
$\Delta_{\text{отн}} = 5,9\%$	при $p_c = 1,0$ МПа	$p_{\text{зд1}} = 0,002$ МПа
$\Delta_{\text{отн}} = 13,7\%$	при $p_c = 2,0$ МПа	$p_{\text{зд1}} = 0,004$ МПа
$\Delta_{\text{отн}} = 12,5\%$	при $p_c = 3,0$ МПа	$p_{\text{зд1}} = 0,005$ МПа.

При этом средняя погрешность составляет $\Delta_{\text{отн}}^{\text{ср}} = 11,8\%$ с учетом погрешности системы пассивной выгрузки ($p_c = 0; p_{\text{зд1}} = 0$) и $\Delta_{\text{отн}}^{\text{ср}} = 10,7\%$ непосредственно для систем активной выгрузки ($p_c \neq 0; p_{\text{зд1}} \neq 0$);

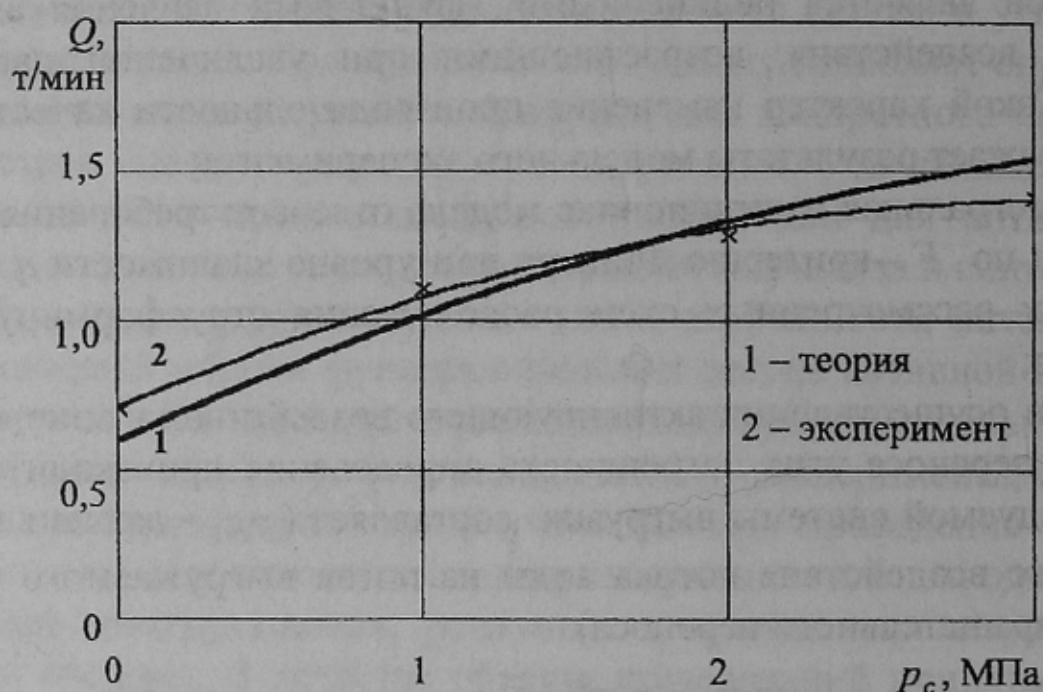
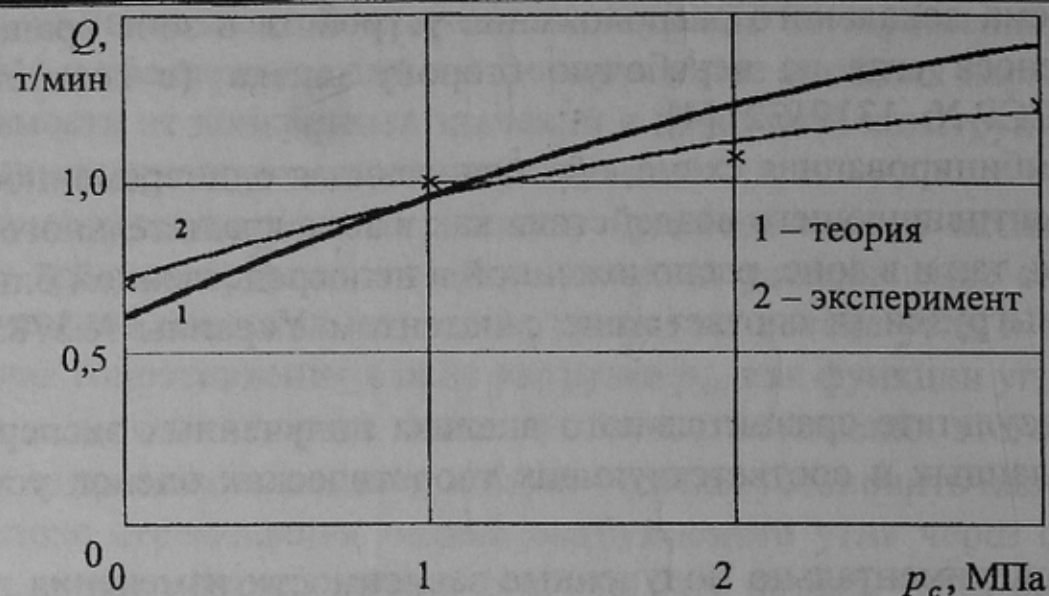


Рисунок 2 - Графики изменения производительности выгрузки:
 а) как функции давления активирующего воздействия в зоне вращательного переноса угля; б) как функции давления активирующего воздействия, осуществляемого по комбинированной схеме (p_c – давление воды на выходе струеформирующих устройств)

- при осуществлении активирующего воздействия по комбинированной схеме (одновременное приложение активирующего воздействия $p_{зд1}$ в зоне вращательного переноса и активирующего воздействия $p_{зд2}$ в зоне, расположенной в непосредственной близости от окна выгрузки) погрешность определения производительности исследуемой системы выгрузки составляет

$$\Delta_{отн} = 15\% \text{ при } p_c = 0; \quad p_{\partial 1} = 0; \quad p_{\partial 2} = 0$$

$$\Delta_{отн} = 11,7\% \text{ при } p_c = 1,0 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 1} = 0,002 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 2} = 0,0008 \text{ МПа}$$

$$\Delta_{отн} = 5,9\% \text{ при } p_c = 2,0 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 1} = 0,004 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 2} = 0,0148 \text{ МПа}$$

$$\Delta_{отн} = 7,6\% \text{ при } p_c = 3,0 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 1} = 0,005 \text{ МПа}; \quad p_{\partial 2} = 0,0019 \text{ МПа.}$$

Средняя погрешность при этом составляет $\Delta_{отн}^{cp} = 10,1\%$ с учетом погрешности системы пассивной выгрузки ($p_c = 0; p_{\partial 1} = 0$) и $\Delta_{отн}^{cp} = 8,4\%$ непосредственно для систем активной выгрузки ($p_c \neq 0; p_{\partial 1} \neq 0$).

Результаты выполненных модельного и натурального экспериментов позволяют сделать следующие выводы:

- в исследованном диапазоне изменения параметров механо-гидродинамических систем активной выгрузки рациональным значением давления воды в струеформирующих устройствах (как по критерию производительности, так и по критерию удельных энергозатрат процесса выгрузки) является $p \approx 3 \text{ МПа}$ для всех исследованных схем расположения струеформирующих устройств и насадок в этих устройствах;

- разработанная интегральная имитационная модель имеет достаточный уровень адекватности и точности для решения задач анализа и синтеза механо-гидродинамических систем активной выгрузки очистных комбайнов для выемки тонких пологих пластов;

- разработанная механо-гидродинамическая система активной выгрузки угля является высокоэффективным средством повышения погрузочной способности шнековых очистных комбайнов, обеспечивающей повышение производительности выгрузки на величину до двух раз.

Список источников.

1. Нечепав В.Г. Разработка исполнительного органа повышенной погрузочной способности для очистных комбайнов, работающих в условиях тонких пластов // Известия вузов. Горный журнал. - 1996. - № 1. - С. 110-114.
2. Нечепав В.Г. Математическая модель выгрузки угля шнековым механо-гидродинамическим исполнительным органом очистных комбайнов // Известия вузов. Горный журнал. - 2000. - № 1. - С. 70-75.
3. Нечепав В.Г. Моделирование подпора потоку угля, выгружаемого шнековым исполнительным органом очистного комбайна // Науковий вісник Національної гірничої академії України - Дніпропетровськ. - 1999. № 3. - С. 60-64
4. А.С. 1317132 СССР, МКИ Е 21 С 45/00, 25/60, 25/04. Исполнительный орган очистного комбайна / Н.Г. Бойко, В.Г. Нечепав, И.А. Винник и др. (СССР). - № 3995802/22-03; Заявлено 23.10.85; Опубл. 15.06.87, Бюл. № 22. - 3 с.
5. Пат. 37854 А України 7 Е21С25/04. Шнековий виконавчий орган очисного комбайна / В.Г. Нечепав, А.К. Семенченко (Україна). - № 2000042352; Заявл. 25.04.2001; Опубл. 15.05.2001, Бюл. № 4. - 2 с.