

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЙ ПЛАСТ В РЕЖИМЕ ФИЛЬТРАЦИИ

Павлыш В.Н., Лазебная Л.А., Турчанин Г.И. (ДонНТУ, г. Донецк, ДНР)

Тел. +38 (062) 3052301; E-mail: pavlysh@fyti.dgtu.donetsk.ua

Abstract: *The automatic control of treatment on coal stratum is important instrument of rising of effectiveness of technology. In the article the task of perfection of automatic control system of process of moistening of coal stratum as the way of rising of safety of coal mining is considered.*

Key words: *control, system, technology, algorithm, process.*

Актуальность задачи. В комплексе средств повышения безопасности подземной угледобычи важное место занимает процесс предварительного увлажнения угольного пласта. Одной из причин недостаточной эффективности воздействия на угольный пласт является несовершенство способов контроля параметров и управления процессами. Решение данной задачи возможно путем автоматизации управления процессами обработки. В этой связи разработка структур систем автоматизированного управления процессами комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты является важной научно-технической задачей, имеющей отраслевое значение.

Постановка проблемы. Установлено, что процесс гидравлического воздействия на угольный пласт сопровождается резкими колебаниями основных технологических параметров (давления и темпа нагнетания) в широком диапазоне, обусловленными выраженной анизотропией фильтрационных свойств угольного массива. Это определяет необходимость решения проблемы применения средств контроля и управления технологическим оборудованием, обеспечивающих стабилизацию параметров процесса и повышение эффективности обработки пласта.

Теоретический анализ исследования. Основным преимуществом способа предварительного увлажнения угольного пласта является заблаговременное и необратимое изменение его свойств, позволяющее предупредить развитие опасных явлений при ведении горных работ [1, 2, 3].

Результаты научно-исследовательских и проектно-конструкторских разработок легли в основу соответствующих разделов нормативных документов, регламентирующих необходимость и порядок применения предварительного увлажнения для борьбы с пылеобразованием и газодинамическими явлениями в угольных шахтах.

Угольный пласт как объект воздействия представляет собой сплошную среду, характеристики которой являются случайными величинами, непосредственное определение которых физически невозможно. Данные геологической разведки дают усредненную информацию, тогда как в процессе воздействия приходится иметь дело с конкретными значениями, изменяющимися в широких пределах. Единственным способом представления пласта как объекта воздействия является математическое моделирование.

Анализ результатов теоретических исследований нагнетания жидкостей в угольный пласт показывает, что к настоящему времени вопрос создания систем автоматического управления процессом гидравлического воздействия на анизотропный угольный пласт является актуальным для угольной отрасли.

Цель статьи – совершенствование методов и средств управления процессом гидравлического воздействия на анизотропный угольный массив для повышения эффективности обработки.

Задача исследования – обоснование новых подходов к решению проблемы совершенствования структуры и алгоритмов функционирования системы автоматизиро-

ванного управления процессом гидравлического воздействия на пласт в режиме фильтрации.

Основные результаты исследования. Базовой структурной единицей системы автоматизированного управления служит устройство управления процессом увлажнения через одиночную скважину [1, 2].

Алгоритм управления строится следующим образом [2, 3].

Исходные данные: $L_{\text{л}}$, м - длина лавы; k , мд - проницаемость; H , м - глубина залегания; h , м - мощность пласта; $n_{\text{э}}$, % - эффективная пористость; μ , спз - вязкость жидкости; γ , т/м³ - объемный вес пород ($\gamma \approx 2,5$ т/м³).

Расчетные величины:

$$L_{\text{г}} = 20 \cdot (1 - e^{-h}), \text{ м - глубина герметизации;} \quad (1)$$

$$L_{\text{с}} = L_{\text{л}} - 2L_{\text{г}}, \text{ м - длина скважины;} \quad (2)$$

$$P = 0,1 \cdot \gamma \cdot H, \text{ кг/см}^2 \text{ - давление на скважине;} \quad (3)$$

$$Q = \frac{0,006\pi k P L_{\text{с}}}{5\mu h}, \text{ л/мин - темп нагнетания;} \quad (4)$$

$$T = \frac{59,7\mu n_{\text{э}} h^2}{kP}, \text{ час - время нагнетания.} \quad (5)$$

Контролируемые параметры: P, Q, T, t (здесь t - текущее время). Перед началом процесса задаются исходные данные, устанавливается $t = 0$, запускается устройство контроля и управления (УКУ).

Локальный способ. Эффективный радиус выбирается из условия обработки 4-метровой зоны за контуром выработки. При нагнетании воды с целью борьбы с пылеобразованием эффективный радиус составляет

$$R_{\text{эф}} = 2h, \text{ где } h \text{ - высота выработки в черне, м.}$$

Длина скважин, пробуренных из очистного забоя, обычно принимается кратной недельному подвиганию лавы, но не превышает 25 м. Диаметр скважин 45-60 мм. Глубина герметизации и радиус эффективного влияния скважины в обоих случаях связаны соотношением

$$l_{\text{г}} \geq 1,1R_{\text{эф}}. \quad (6)$$

Давление нагнетания выбирается из условия обеспечения режима фильтрации:

$$P_{\text{н}} \leq 0,075\gamma H \text{ кгс/см}^2, \quad (7)$$

где γ - объемный вес вмещающих пород, т/м³; H - глубина разработки, м, или гидрорыхления:

$$0,075 \leq P_{\text{н}} \leq 0,2\gamma H \text{ кгс/см}^2. \quad (8)$$

Региональный способ. Скважины бурятся диаметром 75-100 мм в зависимости от используемого оборудования. Длина скважин:

$$l_{\text{с}} = L_{\text{л}} - 20 \text{ м, где } L_{\text{л}} \text{ - длина лавы, м.} \quad (9)$$

Глубина герметизации составляет обычно 10-20 м. Расстояние от очистного забоя до первой скважины в момент начала нагнетания должно удовлетворять условию:

$$L_{\text{з}} > L_{\text{м.с.}} + \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{с}}} V_{\text{л}} \text{ м,} \quad (10)$$

где $V_{\text{л}}$ - скорость подвигания лавы, м/сут; $T_{\text{с}}$ - время работы насоса в течение суток, ч.

Количество жидкости на одну скважину:

$$Q = n_{\text{э}} m L_{\text{м.с.}} (l_{\text{с}} + l_{\text{г}}) \text{ м}^3. \quad (11)$$

Вскрытие угольных пластов квершлагами. При вскрытии крутопадающих пла-

стов следует бурить 5-6 скважин по контуру выработки, пересекающих пласт на всю мощность. Диаметр скважин 45-60 мм. Длина скважин определяется расстоянием до пласта и его мощностью. Глубина герметизации должна быть не менее толщины породной пробки.

Давление нагнетания для тонких и средней мощности пластов выбирается из условия:

$$P_H \leq 0,15 \gamma H \text{ кгс/см}^2. \quad (12)$$

Расход жидкости на одну скважину:

$$Q = \pi R_{\text{эф}}^2 m n_{\text{э}} \text{ м}^3. \quad (13)$$

Среднее значение темпа нагнетания

$$q = 1,2 \cdot 10^{-3} \pi d_c m \frac{k}{\mu} \frac{P_H - P_r}{\ln \frac{10^3 R_{\text{эф}}}{d_c}} \text{ л/мин.} \quad (14)$$

Расчет параметров при каскадной гидрообработке выполняется на основе регионального способа.

При региональном воздействии время нагнетания жидкости в каждую нагнетательную скважину (группу скважин):

для тонких пластов при $A \leq 10$:

$$T_H = 3,6 \cdot 10^3 \frac{Q^2 \mu}{8 l_{\phi}^2 m^2 n_{\text{э}} k (P_H - P_r)}, \text{ ч}; \quad (15)$$

в остальных случаях:

$$T_H = \frac{70 Q m \mu}{l_{\phi} k_x (P_H - P_r)} \left(0,13 Q + 1 \right) \left(\frac{6,6}{m^2} + 1 \right) \left(\frac{4,5 \cdot 10^{-3}}{n_{\text{э}}} + 1 \right) \left(1,7 \sqrt{A + 1} \right) \text{ ч}. \quad (16)$$

Среднее значение темпа подачи жидкости в нагнетательные скважины:

$$q = 16,7 \frac{Q}{T_H} \text{ л/мин.} \quad (17)$$

При обработке массива через короткие скважины определяется темп нагнетания и время

$$q = 0,16 \cdot 10^{-2} l_{\phi} \frac{k}{\mu} (P_H - P_r) \text{ л/мин}; \quad (18)$$

$$T_H = 16,7 \frac{Q}{q} \text{ ч}. \quad (19)$$

Если длина фильтрующей части скважины намного больше эффективного радиуса, темп и время нагнетания определяются по формулам регионального способа.

Предлагается следующий подход к построению структуры системы автоматизированного управления процессом гидравлического воздействия.

Введем обозначения структурных элементов системы (рис. 1):

ОС – одиночная скважина, расчет параметров производится по методике, основанной на зависимостях (1) – (5);

ЛС – локальный способ, расчет параметров (6) – (8);

РС – региональный способ, расчет параметров производится согласно зависимостям (8) – (11);

ВПК – вскрытие пластов квершлагами, расчет параметров производится согласно (12) – (14);

КГО – каскадная гидрообработка, расчет параметров производится согласно (15) – (19).

Реализацию алгоритма управления осуществляет центральный модуль (ЦМ).

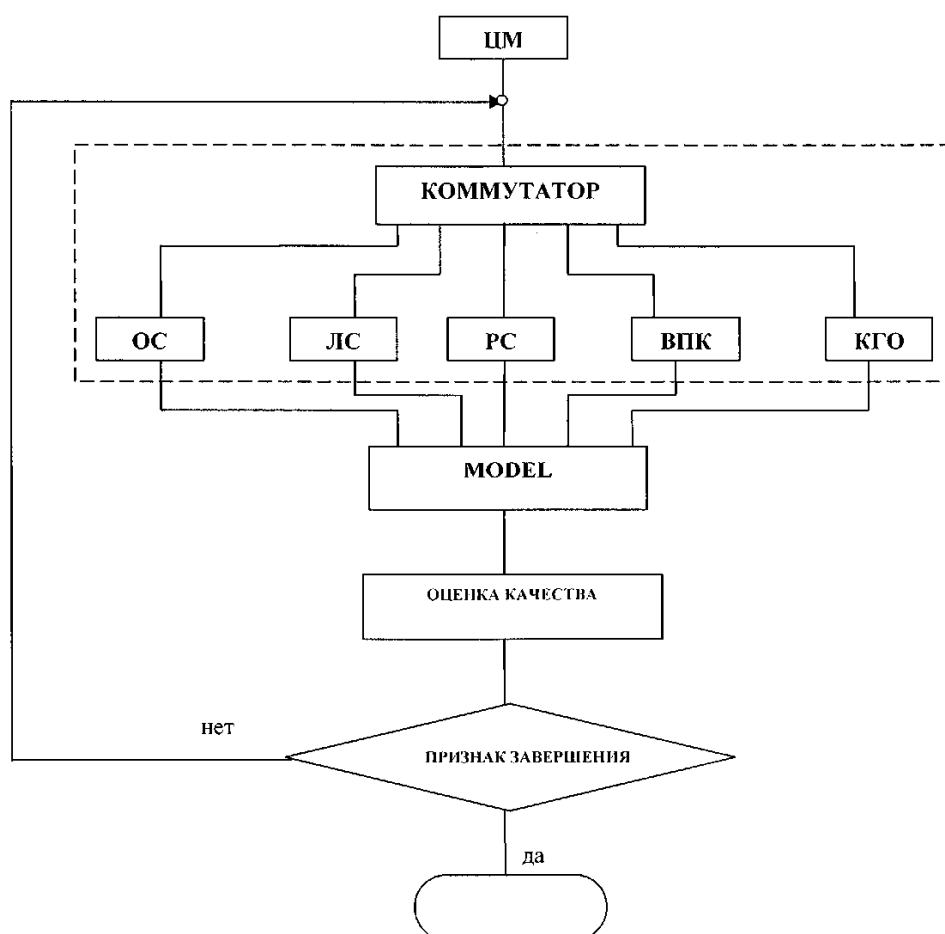


Рис. 1. Структурно-функциональная схема системы

При построении системы управления процессом важной составляющей является блок математического обеспечения, предназначенный для имитации состояния и оперативного определения текущих результатов обработки.

Моделирование гидравлического воздействия выполняется с использованием численных методов (блок MODEL).

Алгоритмы и программы, осуществляющие реализацию представленной модели, являются открытыми, т.е. могут быть дополнены практически любыми условиями и исходными данными.

Выводы. Разработаны структура и состав математического обеспечения системы, включающие математические модели процесса и алгоритмы их реализации.

Общий алгоритм решения является универсальным, он обеспечивает возможность моделировать все включенные в систему схемы.

Список литературы: 1. Гидродинамическое воздействие на газонасыщенные угольные пласты / А.Ф. Булат, К.К. Софийский, Д.П. Силин и др. – Днепропетровск, 2003. – 220 с. 2. Павлыш В.Н., Гребенкин С.С. Физико-технические основы процессов гидравлического воздействия на угольные пласты / Монография. – Донецк: «ВИК», 2006. – 269 с. 3. Павлыш В.Н., Штерн Ю.М. Основы теории и параметры технологии процессов гидропневматического воздействия на угольные пласты / Монография. – Донецк: «ВИК», 2007. – 400 с.