

АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛЕННЯ ПРОЦЕСОМ НАГНЕТАННЯ ЖИДКОСТІ В УГОЛЬНИЙ МАССИВ

Павлыш В.Н., Лазебная Л.А.

Донецкий национальный технический университет

Нагнетание жидкости в угольный пласт производится для уменьшения пылевыведения при выемке угля. Параметры нагнетания предусмотрены паспортом технологической схемы. Однако в процессе нагнетания параметры не остаются постоянными. Это обусловлено тем, что расчет параметров нагнетания (давление, расход жидкости) производится для усредненных фильтрационных характеристик пласта (проницаемость, пористость). Реально эти характеристики заметно изменяются (до 20%) даже в малых пределах увлажняемой зоны (до 1 м), что является следствием выраженной анизотропии пласта во всех направлениях его структуры.

На рис.1 и рис. 2 приведены экспериментальные данные наблюдений за изменением параметров нагнетания.

Здесь P – давление нагнетания, Q – расход рабочей жидкости.

Как следует из результатов, при расчетном давлении 130 кг/см^2 фактические значения изменяются в пределах от 90 кг/см^2 до 210 кг/см^2 , а расход изменяется от 1 л/мин до 6,5 л/мин при расчетной величине 3 л/мин, т.е. разброс доходит до 50 – 100 % от расчетных значений. Естественно, при такой нестабильности параметров не удастся добиться планируемого качества обработки и, соответственно, эффективности технологического процесса, конечной целью которого является равномерное насыщение рабочей жидкостью обрабатываемой зоны угольного пласта.

Поэтому в процессе нагнетания необходимо наблюдать за изменением значений параметров нагнетания и производить их коррекцию. До настоящего времени контроль процесса осуществляется «вручную»: рабочий следит за величиной давления и расходом жидкости и через 30 минут записывает показания в рабочую тетрадь. При таком управлении процессом обеспечить его качественное исполнение невозможно, в связи с чем ставится задача автоматизации контроля и регулирования параметров технологии увлажнения. Исследования показали, что наиболее приемлемым в

данном случае является применение специализированных устройств на базе микроконтроллера.

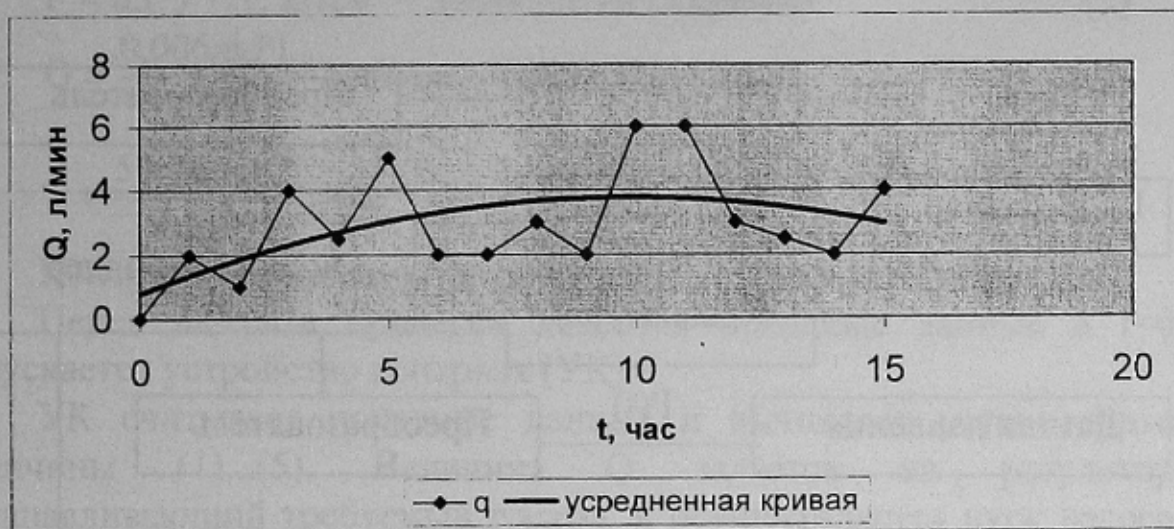


Рисунок 1 - Графическая запись экспериментальных данных расхода жидкости (ш. им. Калинина, пласт m_3).



Рисунок 2 - Графическая запись экспериментальных данных давления жидкости (ш. им. Калинина, пласт m_3).

Автоматическое устройство предназначено для контроля основных технологических параметров - давления нагнетания $P(t)$ и скорости нагнетания, пропорциональной расходу $Q(t)$, - их коррекции в зависимости от конкретных условий. Аппаратура контроля

включает в себя датчики давления и темпа нагнетания, преобразователи напряжения, микроконтроллер, регулятор расхода. Структура системы приведена на рис.3.

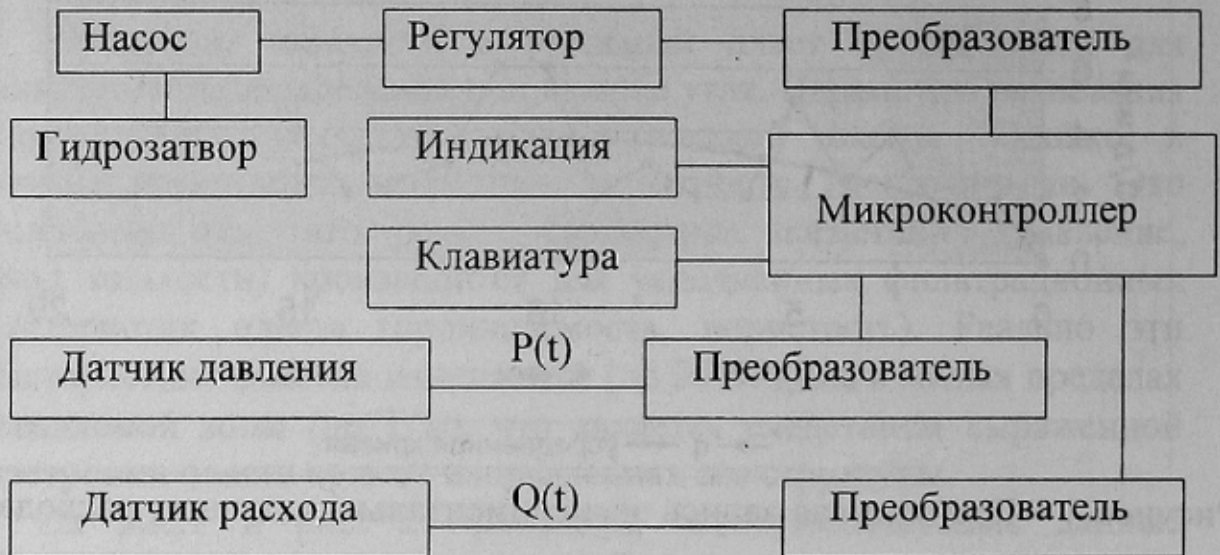


Рисунок 3 - Структура системы автоматизированного контроля и управления процессом нагнетания жидкости

Сигналы с датчиков в виде синусоидального напряжения поступают на вход преобразователей с целью согласования выходного напряжения датчика с уровнем входного напряжения микроконтроллера. В микроконтроллере реализуется прием, хранение и обработка данных, расчет фактических параметров и их сравнение с паспортными, а также выработка и выдача на регулятор управляющих сигналов, если необходимо корректировать расход.

Алгоритм управления строится следующим образом.

Исходные данные:

$L_{л}$, м - длина лавы;

k , мд - проницаемость;

h , м - мощность пласта;

H , м - глубина залегания;

$n_{э}$, % - эффективная пористость;

μ , спз - вязкость жидкости;

γ , т/м³ - объемный вес пород ($\gamma \sim 2,5$ т/м³).

Расчетные величины:

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

$$L_c = L_d - 2L_r, \text{ м} - \text{длина скважины}; \quad (2)$$

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

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

$$T = \frac{59,7\mu m_3 h^2}{kP}, \text{ час} - \text{время нагнетания}. \quad (5)$$

Контролируемые параметры: P, Q, T, t - текущее время.

Перед началом процесса задаются исходные данные и $t=0$, запускается устройство контроля (УК).

УК считывает исходные данные и вычисляет установочные величины (1)...(5). Величина Q задается на регулятор, устанавливающий требуемый расход, и осуществляется пуск насоса, после чего задается период опроса датчиков Δt . При достижении таймером значения времени, кратного Δt , выполняется очередной сеанс контроля - с датчиков считываются текущие значения $P(t)$ и $Q(t)$. Если

$|P(t) - P| < 0,1P$, то работа продолжается, в противном случае вычисляется новое значение k , а по нему - Q , и на регулятор выдается новое значение расхода. Критерий окончания процесса - достижение заданного времени обработки. Блок-схема алгоритма приведена на рис.4.

В основу функционирования системы положен программный принцип реализации алгоритма управления процессом нагнетания, реализуемый микроконтроллером. Аппарат может быть выполнен либо на базе общепромышленных (универсальных) контроллеров, работающих на поверхности, либо во взрывобезопасном исполнении для использования в подземных условиях.

В настоящее время свободно-программируемые контроллеры (ПК) приобрели законченную форму программно-технических устройств - это компьютер на микропроцессорной основе, отличающийся простотой программирования и технического обслуживания и приспособленный к эксплуатации в различных (в

том числе и неблагоприятных) промышленных условиях (вибрация, нагрев, запыленность и т.д.).

Компанией GIC разработан ПК в шахтном исполнении, который состоит из четырех основных компонентов: центральный процессор (ЦП), устройство ввода-вывода (УВВ), блок электропитания (БЭП), память программ (ПП). ЦП представляет собой основной блок ПК, координирующий обработку информации. В нем находится микропроцессорная логика, сканирующая программу и состояние блоков оборудования. УВВ состоит из модулей, применяющихся для сопряжения ПК с оперативными устройствами и механизмами. Модули УВВ действуют в качестве преобразователей сигналов так, чтобы напряжения высокого уровня были представлены на уровне, приемлемом для ПК. Источники сигналов ввода - датчики, кнопки, клавиатура и др. Адреса вывода - пускатели электродвигателей, контакторы, насосы и т.д. Дополнительно могут применяться специализированные аналоговые модули ввода-вывода.

БЭП преобразует сетевое напряжение в отфильтрованное стабилизированное электропитание ПК. ПП сохраняет программы управления. Особенностью является то, что память программируется пользователем. ПК программируют по цепной схеме, т.е. на языке, схожем с релейной логикой управления. При внесении изменений в программу к ПК подключают программирующее устройство и соответствующие изменения выполняют без перемонтажа.

Применение автоматизированного контроля и управления при увлажнении угольных пластов позволяет повысить качество насыщения обрабатываемой зоны пласта, уменьшить численность персонала, занятого на выполнении работ, и сократить время, отводимое на предварительное нагнетание. По предварительным расчетам, время окупаемости одного устройства - 10 месяцев.

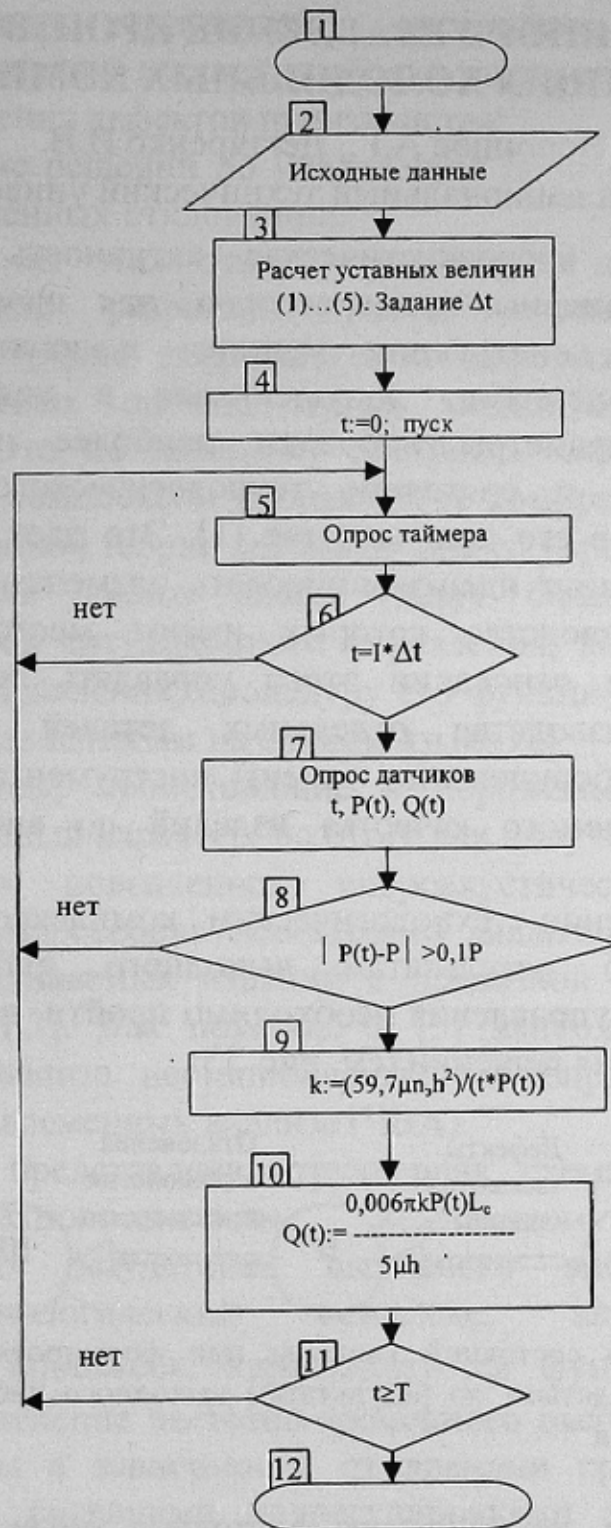


Рисунок 4 - Блок-схема алгоритма функционирования УК