

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОПРИВОДА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Семенченко А.К. докт. тех. наук., проф., Макаренко Д.Е.
магистрант.

Донецкий национальный технический университет

Разработана математическая модель гидропривода насосной станции.

В настоящее время для Украины актуальной является проблема создания эффективных средств комплексной механизации для рентабельной отработки тонких и средней мощности пластов на основе современных очистных комплексов [1-7].

Одним из базовых элементов современных очистных комплексов является насосная станция, конструкция и параметры которой должны обеспечивать надёжную высокопроизводительную работу механизированной крепи. В этой связи создание теоретической базы для обоснования параметров гидропривода насосной станции и развития методов расчета для проектирования механизированных крепей с характеристиками, обеспечивающими их эффективную эксплуатацию в условиях повышения нагрузок на очистной забой, является актуальной научной задачей, имеющей практическое значение.

Цель данной работы – разработка математической модели гидропривода насосной станции, оснащенной автоматом разгрузки и гидроаккумулятором.

Для составления этой модели была принята расчётная схема, приведенная на рис. 1.

На рисунке показано:

- Н – насос переменной производительности;
- ЭД – электродвигатель;
- АР – автомат разгрузки;
- ГА – гидроаккумулятор;
- ТР – трубопроводы;
- Д – дроссели.

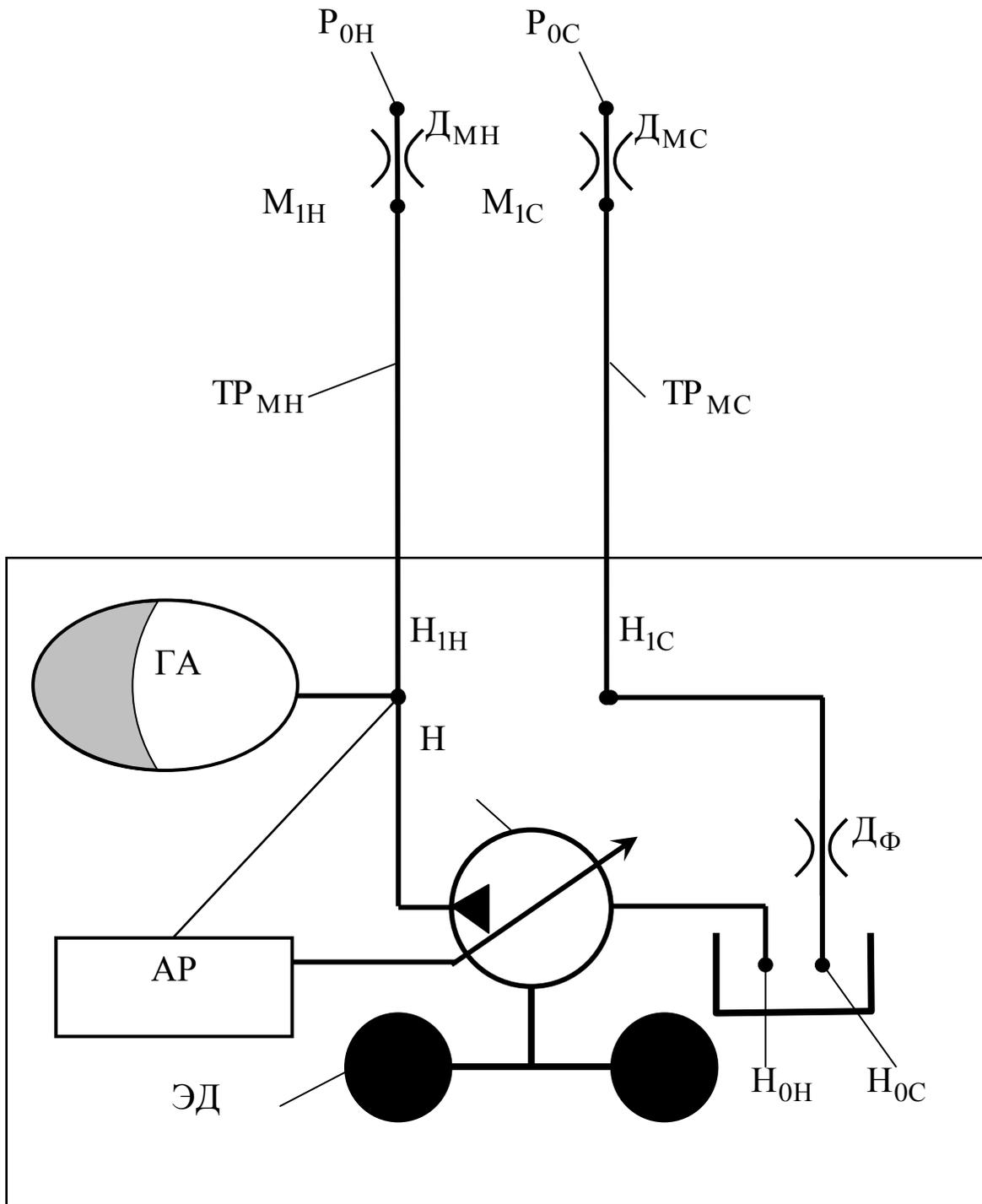


Рисунок 1 – Расчётная схема насосной станции.

В соответствии с приведенной расчётной схемой (см. рис.1) математическая модель гидропривода насосной станции, оснащенной автоматом разгрузки и гидроаккумулятором, может быть представлена системой дифференциальных и алгебраических уравнений и записана в виде (1):

$$\left\{ \begin{array}{l}
(\mathbf{J}_P + \mathbf{J}_H) \cdot \dot{\omega}_D = M_D - M_H; \\
M_H = q_H f(q)(p_{H0H} - p_{H1H}) + a_\omega \omega_D + a_p |p_{H0H} - p_{H1H}| + a; \\
M_D = f_D(\omega_D, \bar{P}_D); \\
Q_{H0H} = + \frac{q_H f(q) f_{AP}(p_{H1H}) \omega}{2\pi} + k_{yT} p_{H0H}; \\
Q_{H1H} = - \frac{q_H f(q) f_{AP}(p_{H1H}) \omega}{2\pi} + k_{yT} p_{H1H}; \\
\dot{p}_{H1H} = - \frac{Q_{H1H} + Q_{M1H}}{k_{под}(p_{ГА})}; \\
p_{M1H} = p_{H1H} - \lambda \frac{8\rho L_{тр}}{\pi^2 d_{тр}^5} \left| \frac{Q_{H1H} - Q_{M1H}}{2} \right| \left| \frac{Q_{M1H} - Q_{H1H}}{2} \right|; \\
\dot{Q}_{M1H} = B \left[\mu f_{DM} \text{sign}(p_{M1H} - p_{P0H}) \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_{M1H} - p_{P0H}|} - Q_{M1H} \right]; \\
Q_{P0H} = -Q_{M1H}; \\
\dot{Q}_{H0C} = B \left[\mu f_\Phi \text{sign}(p_{H0C} - p_{H1C}) \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_{H0C} - p_{H1C}|} - Q_{H0C} \right]; \\
Q_{H1C} = -Q_{H0C}; \\
\dot{p}_{H1C} = - \frac{Q_{H1C} + Q_{M1C}}{k_{под}}; \\
p_{M1C} = p_{H1C} - \lambda \frac{8\rho L_{тр}}{\pi^2 d_{тр}^5} \left| \frac{Q_{H1C} - Q_{M1C}}{2} \right| \left| \frac{Q_{M1C} - Q_{H1C}}{2} \right|; \\
\dot{Q}_{M1C} = B \left[\mu f_{DM} \text{sign}(p_{M1C} - p_{P0C}) \sqrt{\frac{2}{\rho} |p_{M1C} - p_{P0C}|} - Q_{M1C} \right]; \\
Q_{P0C} = -Q_{M1C};
\end{array} \right. \quad (1)$$

где $\mathbf{J}_P, \mathbf{J}_H$ – моменты инерции ротора электродвигателя и насоса соответственно;

M_D – крутящий момент на валу электродвигателя. ММ электродвигателя представляет собой статическую механическую характеристику, аппроксимированную прямыми.

ω_D – угловая скорость ротора электродвигателя;
 \bar{P}_D , – вектор параметров электродвигателя.
 M_H – момент сопротивления от насоса;
 Q_H – максимальный рабочий объем насоса;
 $f(q)$ – параметр регулирования производительности насоса, $-1 \leq f(q) \leq 1$;
 f_{AP} – параметр регулирования производительности насоса автоматом разгрузки;
 P_{H0H} , P_{H1H} – давление на входе и выходе из насоса соответственно. $p_{H0H} = 100$ КПа;
 a_ω – коэффициент гидромеханических потерь, зависящих от угловой скорости;
 a_p – коэффициент гидромеханических потерь, зависящих от давления;
 a – постоянная гидромеханических потерь;
 Q_{H0H} , Q_{H1H} – расход рабочей жидкости на входе и выходе из насоса соответственно;
 k_{yt} – коэффициент объемных потерь насоса;
 $P_{H0H} = P_{H0C} = 100 \cdot 10^3$ Па – давление на входе в насос и сливную линию соответственно;
 P_{H1H} , P_{M1H} – давление на входе и выходе из трубопровода TP_{MH} соответственно;
 P_{P0H} , P_{P0C} – давление на выходе из дросселей D_{MH} и D_{MC} соответственно;
 Q_{M1H} , Q_{P0H} – расход рабочей жидкости на входе и выходе из дросселя D_{MH} соответственно;
 Q_{H0C} , Q_{H1C} – расход рабочей жидкости на входе и выходе из фильтра D_A соответственно;
 P_{H0C} , P_{H1C} – давление на входе и выходе из трубопровода TP_{MC} соответственно;
 Q_{M1C} , Q_{P0C} – расход рабочей жидкости на входе и выходе из дросселя D_{MC} соответственно;
 $k_{под}(p_{ГА})$ – приведенный коэффициент податливости трубопровода с жидкостью и гидроаккумулятора;

$p_{ГА}$ – начальное давление газа в гидроаккумуляторе;
 λ – коэффициент потерь по длине;
 ρ – плотность рабочей жидкости;
 $L_{тр}$ – длина трубопровода;
 $d_{тр}$ – диаметр трубопровода;
 μ – коэффициент расхода;
 ζ – коэффициент гидравлического сопротивления;
 $f_{ДМ}$ – площадь проходных сечений дросселя.

Вывод:

1. Разработанная математическая модель гидропривода насосной станции описывает динамические процессы изменения давлений и расходов в её элементах и гидромагистралях с учётом автомата разгрузки, гидроаккумулятора и механической характеристики электродвигателя привода насоса. Модель может быть использована для обоснования рациональных параметров насосной станции при проектировании высокопроизводительных механизированных комплексов.
2. Направлением дальнейших исследований является разработка математических моделей системы передвижки конвейера и крепи с учётом математической модели гидропривода насосной станции, а также системы интеллектуального управления режимами работы комплекса.

Список источников.

1. К вопросу повышения технического уровня высокопроизводительных комплексов / Семенченко А. К., Шабаетов О. Е., Семенченко Д. А., Степаненко Е. Ю., Мотин Н. Н. // Наукові праці Донецького національного технічного університету, випуск 14 (127), Серія: гірничо-електромеханічна, Донецьк, 2007.
2. Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко. Производительность очистных комплексов нового технического уровня и пути ее повышения. // Уголь Украины – 2001. - №6. – С. 2-6.
3. Сургай Н.С., Виноградов В.В., Кияшко Ю.И. О готовности шахт к применению оборудования нового технического уровня // Уголь Украины. – 2001. - №7. – С. 3-6.
4. Лаптев А.Г. Перспективы развития горной промышленности на базе технического перевооружения шахт // Уголь Украины. – 2002. - №2-3. – С. 10-14.
5. Лаптев А.Г. Техническое перевооружение угольных шахт Украины // Горные машины и автоматика. - №12. - 2002. - С.3-7.
6. Косарев В.В. Новая техника Донгипроуглемаша - основа интенсификации добычи угля // Уголь Украины. - 2003. - №9. - С.5-9.
7. Косарев В.В. Новый этап в развитии угольного машиностроения Украины // Уголь Украины. – 2004. - №12. – С. 3-10.