

Или во временной области

$$\omega = 2 \cdot \frac{U_{ym} \cdot \Omega \cdot \omega_0}{U_{am}} \cdot t - 4 \cdot \frac{U_{ym} \cdot \Omega \cdot \omega_0^3}{U_{am}^3 \cdot K} + 4 \cdot \frac{U_{ym} \cdot \Omega \cdot \omega_0^3}{U_{am}^3 \cdot K} \cdot e^{-\frac{U_{am}^2 \cdot K \cdot t}{2 \cdot \omega_0^2}}$$

Литература. 1. Власов Н.П. Теория линейных следящих систем, работающих на переменном токе.- М., Энергия, 1964, с.103-128. 2. Луковников В.И., Козлов, А.В. Типовые многомерные динамические звенья // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого.-2000.-№2.-с.47-54.

АНАЛИЗ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕМЕНТАХ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ СКРЕПЕРА

Подымако М.Э., Белорусско-Российский университет, г.Могилев

Рассматривается математическая модель системы энергосбережения скрепера, анализируются переходные процессы в элементах системы.

Принцип действия системы энергосбережения заключается в аккумуляровании энергии колебаний подрессоренных и непрессоренных частей скрепера. Для этого в подвеску скрепера устанавливаются гидроцилиндры, выполняющие роль качающих узлов, дроссели, обеспечивающие демпфирование колебаний, гидропневмоаккумулятор (ГПА), накапливающий энергию жидкости, а также направляющие и регулирующие элементы (клапаны, распределитель). Накопленная в ГПА жидкость направляется на вход насосов гидросистемы скрепера, создавая тем самым крутящий момент на валу двигателя внутреннего сгорания.

Для анализа работы системы при движении скрепера по неровностям микропрофиля в транспортном режиме составлена динамическая модель(рис.1) учитывающая инерционные, упругие и диссипативные свойства элементов системы. В модели приняты следующие обозначения: Q_i - расход на i -том участке; c_{i1} - коэффициент гидравлической жесткости i -го упругого элемента; μ_{i1} - коэффициент гидравлического сопротивления i -го участка; H_i - дискретные переменные управления клапанами и распределителем:

При составлении математической модели системы энергосбережения скрепера были приняты следующие допущения: 1) модуль упругости гидравлической жидкости является величиной постоянной; 2) инерционные свойства запорно-регулирующих элементов клапанов и распределителя не учитываются; 3) утечки в системе отсутствуют.

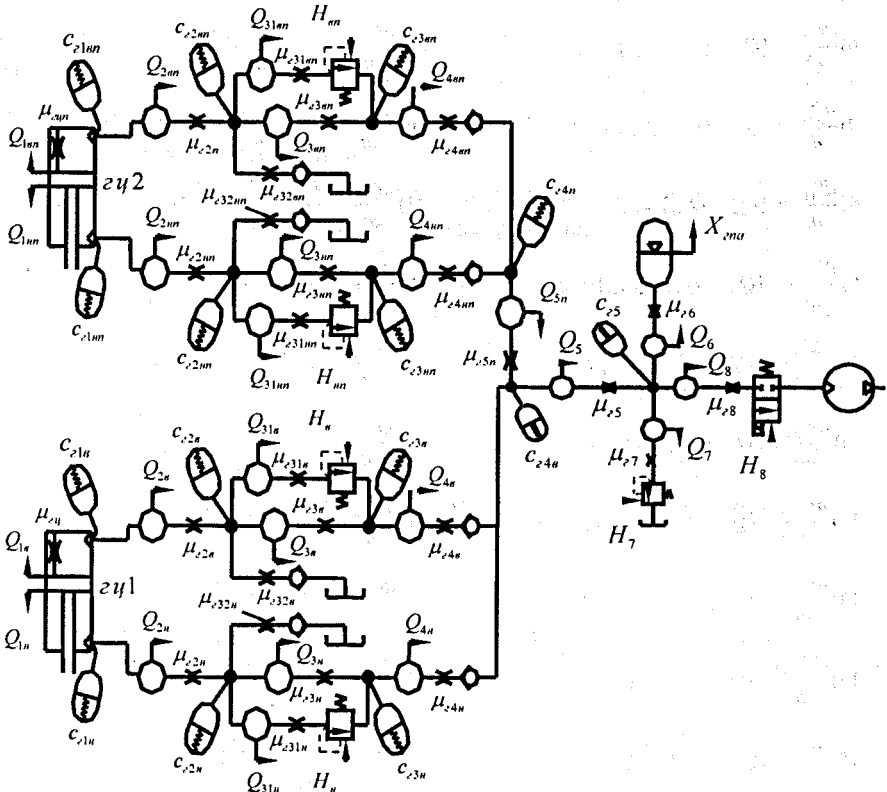


Рис. 1. Динамическая модель системы энергосбережения скрепера

Система уравнений в нормальной форме Коши имеет вид:

$$1) \frac{dP_{v1n}}{dt} = (Q_{1n} - Q_{2n}) \cdot c_{v1n};$$

$$20) \frac{dQ_{2n}}{dt} = \frac{P_{v1n} - P_{v2n} - P_{o1n} - P_{o2n} - P_{o2n} - P_{o32n}}{m_{n1} + m_{np2n}};$$

$$2) \frac{dP_{v2n}}{dt} = (Q_{2n} - Q_{3n} - Q_{31n}) \cdot c_{v2n};$$

$$21) \frac{dQ_{3n}}{dt} = \frac{P_{v2n} - P_{v3n} - P_{o3n}}{m_{np3n}};$$

$$3) \frac{dP_{v3n}}{dt} = (Q_{3n} - Q_{4n} + Q_{31n}) \cdot c_{v3n};$$

$$4) \frac{dP_{v4n}}{dt} = (Q_{4n} + Q_{4n} + Q_{5n} - Q_5) \cdot c_{v4n};$$

$$5) \frac{dP_{v1n}}{dt} = (Q_{1n} - Q_{2n}) \cdot c_{v1n};$$

$$6) \frac{dP_{v2n}}{dt} = (Q_{2n} - Q_{3n} - Q_{31n}) \cdot c_{v2n};$$

$$7) \frac{dP_{v3n}}{dt} = (Q_{3n} - Q_{4n} + Q_{31n}) \cdot c_{v3n};$$

$$8) \frac{dP_{v1nn}}{dt} = (Q_{1nn} - Q_{2nn}) \cdot c_{v1nn};$$

$$9) \frac{dP_{v2nn}}{dt} = (Q_{2nn} - Q_{3nn} - Q_{31nn}) \cdot c_{v2nn};$$

$$10) \frac{dP_{v3nn}}{dt} = (Q_{3nn} - Q_{4nn} + Q_{31nn}) \cdot c_{v3nn};$$

$$11) \frac{dP_{v4nn}}{dt} = (Q_{4nn} + Q_{4nn} - Q_{5n}) \cdot c_{v4nn};$$

$$12) \frac{dP_{v1nn}}{dt} = (Q_{1nn} - Q_{2nn}) \cdot c_{v1nn};$$

$$13) \frac{dP_{v2nn}}{dt} = (Q_{2nn} - Q_{3nn} - Q_{31nn}) \cdot c_{v2nn};$$

$$14) \frac{dP_{v3nn}}{dt} = (Q_{3nn} - Q_{4nn} + Q_{31nn}) \cdot c_{v3nn};$$

$$15) \frac{dP_{v5}}{dt} = (Q_5 - Q_6 - Q_7 - Q_8) \cdot c_{v5};$$

$$16) \frac{dQ_{2n}}{dt} = \frac{P_{v1n} - P_{v2n} - P_{v1n} - P_{v2n} - P_{v2n} - P_{v32n}}{m_{np} + m_{mp2n}};$$

$$17) \frac{dQ_{3n}}{dt} = \frac{P_{v2n} - P_{v3n} - P_{v3n}}{m_{mp3n}};$$

$$22) \frac{dQ_{31n}}{dt} = \frac{P_{v2n} - P_{v3n} - P_{v31n}}{m_{mp31n}} \cdot H_n;$$

$$23) \frac{dQ_{4n}}{dt} = \frac{P_{v3n} - P_{v4n} - P_{v4n}}{m_{mp4n}};$$

$$24) \frac{dQ_{2nn}}{dt} = \frac{P_{v1nn} - P_{v2nn} - P_{v1nn} - P_{v2nn} - P_{v2nn} - P_{v32nn}}{m_{np} + m_{mp2nn}};$$

$$25) \frac{dQ_{3nn}}{dt} = \frac{P_{v2nn} - P_{v3nn} - P_{v3nn}}{m_{mp3nn}};$$

$$26) \frac{dQ_{31nn}}{dt} = \frac{P_{v2nn} - P_{v3nn} - P_{v31nn}}{m_{mp31nn}} \cdot H_{nn};$$

$$27) \frac{dQ_{4nn}}{dt} = \frac{P_{v3nn} - P_{v4nn} - P_{v4nn}}{m_{mp4nn}};$$

$$28) \frac{dQ_{2nn}}{dt} = \frac{P_{v1nn} - P_{v2nn} - P_{v1nn} - P_{v2nn} - P_{v2nn} - P_{v32nn}}{m_{np} + m_{mp2nn}};$$

$$29) \frac{dQ_{3nn}}{dt} = \frac{P_{v2nn} - P_{v3nn} - P_{v3nn}}{m_{mp3nn}};$$

$$30) \frac{dQ_{31nn}}{dt} = \frac{P_{v2nn} - P_{v3nn} - P_{v31nn}}{m_{mp31nn}} \cdot H_{nn};$$

$$31) \frac{dQ_{4nn}}{dt} = \frac{P_{v3nn} - P_{v4nn} - P_{v4nn}}{m_{mp4nn}};$$

$$32) \frac{dQ_{5n}}{dt} = \frac{P_{v4n} - P_{v4n} - P_{v5n}}{m_{mp5n}};$$

$$33) \frac{dQ_5}{dt} = \frac{P_{v4n} - P_{v5} - P_{v5}}{m_{mp5}};$$

$$34) \frac{dQ_6}{dt} = \frac{P_{v5} - P_{v6} - P_{v6}}{m_{mp6} + m_{nu}};$$

$$35) \frac{dQ_7}{dt} = \frac{P_{v5} - P_{v7}}{m_{mp7}} \cdot H_7;$$

$$36) \frac{dQ_8}{dt} = \frac{P_{v5} - P_{v8}}{m_{mp8}} \cdot H_8;$$

$$18) \frac{dQ_{31a}}{dt} = \frac{P_{12a} - P_{y3a} - P_{d31a}}{m_{np31a}} \cdot H_a;$$

$$37) \frac{dX_{zna}}{dt} = \frac{Q_6}{A_{zna}}$$

$$19) \frac{dQ_{4a}}{dt} = \frac{P_{13a} - P_{y4a} - P_{d4a}}{m_{np4a}};$$

В математической модели введены следующие обозначения: P_{yi} - давление в i -том упругом элементе; P_{di} - потери давления на i -том участке; P_{zna} - давление в надпоршневой полости гидропневмоаккумулятора; m_{zci} - коэффициент массы поршня гидроцилиндра с присоединенными элементами; m_{mpi} - коэффициент массы i -го участка; X_{zna}, A_{zna} - соответственно перемещение и площадь поршня гидропневмоаккумулятора.

На графиках рис.2-5 показаны переходные процессы в элементах системы при движении машины по случайному микропрофилю.

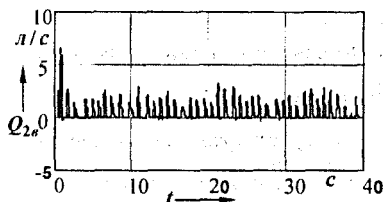


Рис.2. Зависимость расхода на участке 2в от времени

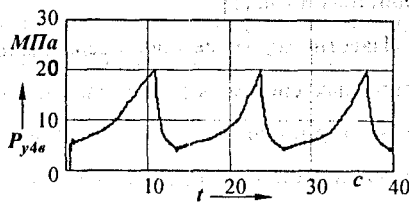


Рис.3. Зависимость давления в упругом элементе c_{24a} от времени

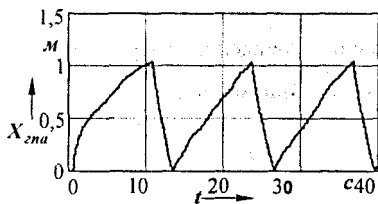


Рис.4. Зависимость перемещения поршня ГПА от времени

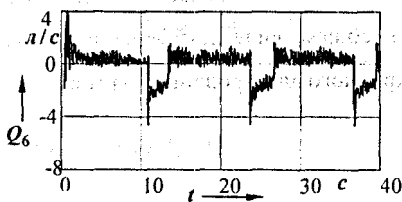


Рис.5. Зависимость расхода на участке 6 от времени

Анализ графиков рис.2-5 позволяет определить моменты зарядки/разрядки ГПА, проанализировать влияние включения распределителя на динамику системы. Реализация математической модели позволяет определить расходы и давления, а также оценить характер переходных процессов в элементах системы.