

начнет опустошаться трубопровод. Если объем пустоты не превышает V_H или V_M , расчет ведется по формулам (4), а учет и определение величины пустоты осуществляется с помощью соответствующих граничных условий.

Для рассматриваемой ГОМП в объеме мотора были получены время первого разрыва сплошности $t_p = 0,00389$ с, время восстановления сплошности жидкости $t_{pv} = 0,00858$ с, интервал существования разрыва $\Delta t_p = 0,00469$ с. Максимальное значение объема пустоты $V_{max} = 1,79 \text{ см}^3$ достигается при $t_{max} = 0,00555$ с.

Таким образом, движение жидкости может носить разрывной характер. В этом случае насос подпитки не успевает заполнять разрывы сплошности вследствие большого расстояния между ним, насосом и мотором, а также конечного времени срабатывания. Цилиндр насоса, входящий в полость нагнетания, может также оказаться не полностью заполненным жидкостью вследствие образующихся пустот. Перечисленные факторы сказываются на качестве работы гидромашины и исполнительного механизма.

1.Срібнюк С.М. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Основи теорії і застосування. – К.: Центр навч. літ-ри, 2004. – 328 с.

2.Константинов Ю.М., Гіжа О.О. Технічна механіка рідини і газу. – К.: Вища шк., 2002. – 277 с.

3.Науменко І.І. Гідравліка. – Рівне: РДТУ, 2001. – 361 с.

4.Грабовский А.М., Цабиев О.Н. Гидравлика и нагнетатели. – К.: УМК ВО, 1992. – 288 с.

5.Бабаев О.М., Игнатов Л.Н., Кисточкин Е.С. и др. Объемные гидромеханические передачи. – М., Машиностроение, 1987. – 236 с.

6.Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 1978. – 463 с.

Получено 19.03.2007

УДК 007 : 681.518

И.Э.ЛИННИК, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОЖНАЯ СРЕДА» В РАЗОМКНУТОМ СОСТОЯНИИ

Рассматривается модель эволюции системы «человек – автомобиль – дорожная среда» в разомкнутом состоянии. Определены продолжительности интервалов выделения и удаления из структуры системы различных компонентов и время детерминированного состояния.

Под «эволюцией» понимается историческое развитие окружающего нас мира: живой и неживой природы, общества, систем любой

природы. Значительный вклад в создание общей теории эволюции внесли И.И.Шмальгаузен [1, 2] и др.

В соответствии с закономерностями формирования отношений между частями системы «человек – автомобиль – дорожная среда» (ЧАДС) квантование времени ее существования может быть представлено в виде (рис.1) [3, 4]:

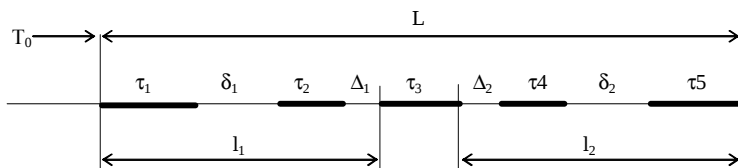


Рис.1 – Квантование времени существования системы:

T_0 – интервал предыстории; L – интервал эволюции; l_1, l_2 – время формирования и разрушения детерминизма в системе соответственно; τ_3 – время детерминированного состояния; τ_1 – интервал выделения из среды потребления орудия труда первого рода (автомобиля); τ_2 – интервал выделения из дорожной среды орудия труда второго рода (дороги); τ_4, τ_5 – интервал удаления из структуры системы дороги и автомобиля соответственно; δ_1, δ_2 – интервал ассимиляции и диссимиляции автомобиля соответственно; Δ_1, Δ_2 – интервал ассимиляции и диссимиляции дороги соответственно.

Разомкнутое состояние системы ЧАДС соответствует интервалам τ_i на схеме квантования времени существования системы (рис.1). В этих интервалах идет удовлетворение потребности Π_2 и человек описывается совокупностью потребностей $\Pi_1(\Pi_2)$. Скорость удовлетворения потребности Π_2 постоянна и равна скорости изменения состояния человека.

Рассогласование между скоростями удовлетворения потребностей Π_1 и Π_2 является источником активности человека. Поскольку скорости удовлетворения потребностей Π_1 и Π_2 равны скоростям изменения состояния системы ЧАДС и человека, то адекватность между ними устанавливается при

$$V_s = V_{\text{ч}}. \quad (1)$$

Так как

$$V_s = V_a + V_{\text{ч}} - V_{\text{дс}} \quad \text{и} \quad V_{\text{ч}} = V_a,$$

где $V_{дс}, V_a, V_q, V_S$ – скорости изменения координат состояния соответственно дорожной среды, автомобиля, человека-потребителя, системы «человек – автомобиль» и системы ЧАДС, то условие адекватности можно представить в виде

$$V_q = V_{дс} . \quad (2)$$

Из (2) следует, что адекватность между человеком-потребителем и системой ЧАДС устанавливается, когда установлено равенство скоростей изменения состояния человека и среды движения.

Размыкание системы ЧАДС расширяет ее элементный состав за счет подключения к ней новой части природной среды, предназначенной для ассимиляции. Поэтому условие (1) эквивалентно условию

$$V_q + V_{дс} + V_S = V_{пс} - V_{дс} , \quad (3)$$

где $V_{пс}$ – скорость изменения координат состояния природной среды.

Следовательно, разомкнутое состояние системы ЧАДС эквивалентно замкнутому состоянию системы «ЧАДС – человек – природная среда». Поскольку система ЧАДС отождествляется с водителем, то в качестве эквивалентной можно рассматривать систему «водитель – человек – природная среда» (рис.2). Здесь и далее под человеком понимается человек-потребитель, а под водителем – человеко-машинный субъект деятельности.

Линеаризация абсолютной организации позволяет представить условие адекватности между водителем и человеком-потребителем в виде

$$\frac{dH_{тпс}}{dt} - \frac{dH_{тдс}}{dt} = \frac{dH_{тс}}{dt} + \frac{dH_{тч}}{dt} + \frac{dH_{тдс}}{dt} , \quad (4)$$

где $H_{тч}, H_{тпс}, H_{тдс}, H_{тс}$ – текущие значения энтропии человека, природной среды, среды движения и системы ЧАДС соответственно.

В соответствии со схемой (рис.2) с природной средой взаимодействует не сам человек, а подсистема «водитель – человек». Учитывая условие (4), можно классифицировать данное взаимодействие как слабое вероятностное взаимодействие [5]. В результате такого взаимодействия между подсистемой «водитель – человек» и природной средой устанавливается адекватность по уровню относительной организации

$$R_q \approx R_{пс} , \quad (5)$$

где q – индекс подсистемы «водитель – человек»; R – относительная организация.

Под относительной организацией понимают введенное К.Шенноном понятие избыточности, которое Г.Ферстер [6] предложил оценивать следующей мерой:

$$R = 1 - H_t / H_m, \quad (6)$$

где H_t, H_m – текущая и максимальная энтропии системы соответственно.

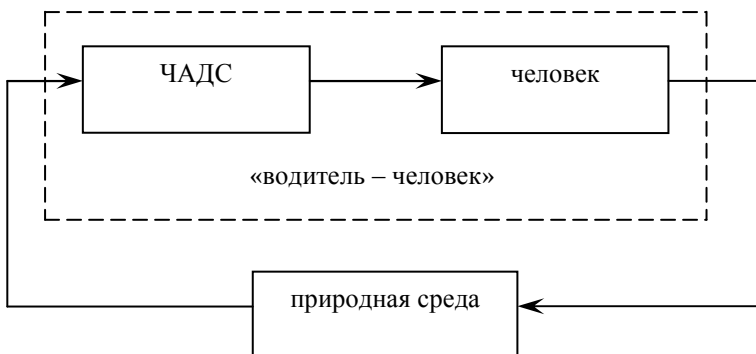


Рис.2 – Схема взаимодействия водителя, человека и природной среды

При слабом вероятностном взаимодействии адекватными становятся только обобщенные показатели законов распределения вероятностей принятия подсистемой и природной средой своих заданных состояний.

Стимулом для поиска подсистемой «водитель – человек» некоторого множества законов распределения, которые характеризуются значением уровня организации, адекватного природной среде, является рассогласование по относительной организации

$$m_R = R_{nc} - k_R R_q = (1 - k_R) - \left(\frac{H_{тnc}}{H_{мnc}} - k_R \frac{H_{тq}}{H_{mq}} \right), \quad (7)$$

где k_R – коэффициент пропорциональности; m_R – рассогласование по относительной организации.

Из (7) следует, что адекватность по относительной организации между подсистемой «водитель – человек» и природной средой для слабого вероятностного взаимодействия устанавливается только тогда, когда

$$\begin{aligned} H_{\text{тпс}} &= H_{\text{мпс}}, \\ H_{\text{тq}} &= H_{\text{mq}}, \end{aligned} \quad (8)$$

т.е. в случае полностью дезорганизованной среды и системы.

Рассмотрим далее динамику подсистемы «водитель – автомобиль» во взаимодействии с природной средой.

Пренебрегая производством энтропии внутри системы и учитывая, что полное изменение энтропии системы или ее части равно сумме приобретаемой и удаляемой энтропии [7, 8] можно для подсистемы «водитель – человек» записать

$$\begin{aligned} \frac{dH_{\text{qp}}}{dt} &= 2V_{\text{ч}}, \\ \frac{dH_{\text{qy}}}{dt} &= V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}}, \\ \frac{dH_{\text{тq}}}{dt} &= 3V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}}. \end{aligned} \quad (9)$$

В свою очередь для природной среды

$$\begin{aligned} \frac{dH_{\text{псп}}}{dt} &= V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}}, \\ \frac{dH_{\text{псу}}}{dt} &= 2V_{\text{ч}}, \\ \frac{dH_{\text{тпс}}}{dt} &= 3V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Введя начальные условия: при $(t - \xi) = 0$, получим частные решения систем уравнений (9) и (10) в виде

$$\begin{aligned} H_{\text{qp}} &= H_{\text{qp}}^0 + 2V_{\text{ч}}(t - \xi), \\ H_{\text{qy}} &= H_{\text{qy}}^0 + (V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}})(t - \xi), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} H_{\text{тq}} &= H_{\text{тq}}^0 + (3V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}})(t - \xi), \\ H_{\text{псп}} &= H_{\text{псп}}^0 + (V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}})(t - \xi), \\ H_{\text{псу}} &= H_{\text{псу}}^0 + 2V_{\text{ч}}(t - \xi), \\ H_{\text{тпс}} &= H_{\text{тпс}}^0 + (3V_{\text{ч}} + V_{\text{дс}})(t - \xi). \end{aligned} \quad (12)$$

Изменения абсолютной организации подсистемы «водитель – человек»

$$\Delta Q_q = H_{qp} - H_{qu} = (V_q - V_{dc})(t - \xi), \quad (13)$$

а природной среды

$$\Delta Q_{nc} = H_{ncp} - H_{ncu} = (V_{dc} - V_q)(t - \xi). \quad (14)$$

Динамика абсолютной организации подсистемы «водитель – человек»

$$Q_q = Q_q^0 - \Delta Q_q = Q_q^0 - (V_q - V_{dc})(t - \xi), \quad (15)$$

а природной среды

$$Q_{nc} = Q_{nc}^0 + \Delta Q_{nc} = Q_{nc}^0 + (V_{dc} - V_q)(t - \xi). \quad (16)$$

Динамика максимальной энтропии подсистемы «водитель – человек»

$$H_{mq} = H_{tq} + Q_q = H_{mq}^0 + 2(V_q + V_{dc})(t - \xi), \quad (17)$$

а природной среды

$$H_{mpc} = H_{tpc} + Q_{nc} = H_{mpc}^0 + 2(V_q - V_{dc})(t - \xi). \quad (18)$$

Текущее значение относительной организации подсистемы «водитель – человек»

$$R_q = 1 - \frac{H_{tq}^0 + (3V_q + V_{dc})(t - \xi)}{H_{mq}^0 + 2(V_q + V_{dc})(t - \xi)}, \quad (19)$$

природной среды

$$R_{nc} = 1 - \frac{H_{tpc}^0 + (3V_q + V_{dc})(t - \xi)}{H_{mpc}^0 + 2(V_q - V_{dc})(t - \xi)}. \quad (20)$$

В соответствии с (11)-(18) динамика характеристик состояния подсистемы «водитель – человек» представлена на рис.3.

Согласно (8), в момент установления адекватности между подсистемой «водитель – человек» и природной средой $Q_q = 0$, $Q_{nc} = 0$, $R_q = 0$, $R_{nc} = 0$. Поэтому интервалы времени установления адекватности для подсистемы «водитель – человек» и природной среды определяются уравнениями:

$$\begin{aligned} t_q - \xi &= \frac{Q_q^0}{V_q - V_{dc}}, \\ t_{nc} - \xi &= \frac{Q_{nc}^0}{V_q - V_{dc}}, \end{aligned} \quad (21)$$

где t_q – время установления адекватности для подсистемы «водитель – человек»; t_{nc} – время установления адекватности для природной среды.

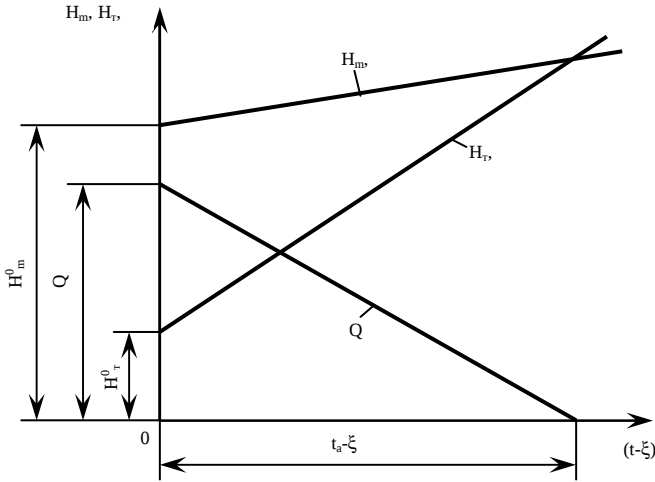


Рис.3 – Динамика энтропии и абсолютной организации подсистемы «водитель – человек»

Подстановка (21) в (17) дает

$$H_{mq}^* = H_{mq}^0 + 2Q_q^0 \frac{V_q + V_{dc}}{V_q - V_{dc}}. \quad (22)$$

Разделив (22) на H_{mq}^0 , получим коэффициент прироста максимальной энтропии подсистемы «водитель – человек»:

$$K_1 = 1 + 2 \frac{Q_q^0}{H_{mq}^0} \cdot \frac{V_q + V_{dc}}{V_q - V_{dc}}. \quad (23)$$

Аналогичные преобразования позволяют получить коэффициент прироста текущей энтропии:

$$K_2 = 1 + \frac{Q_q^0}{H_{mq}^0} \cdot \frac{3V_q + V_{dc}}{V_q - V_{dc}}. \quad (24)$$

Выполняя аналогичные преобразования, получим динамику энтропии системы ЧАДС, включенной в систему «водитель – человек – природная среда»:

$$H_{mS} = H_{tS}^0 + Q_S^0 = H_{mS}^0. \quad (25)$$

Следовательно, максимальная энтропия системы ЧАДС не изменяется, а изменение максимальной энтропии подсистемы «водитель – человек» полностью определяется изменением максимальной энтропии человека. Максимальная энтропия человека:

$$H_{mq} = H_{tq} + Q_q = H_{tq}^0 + 2(V_q + V_{dc})(t - \xi). \quad (26)$$

Чтобы пользоваться линеаризованными уравнениями, необходимо наложить ограничения на скорости изменения состояния частей системы «водитель – человек – природная среда». В качестве таких ограничений могут быть использованы условия динамического равновесия в форме (1), (2).

При установлении динамического равновесия, также как и в случае замкнутого состояния системы, устанавливается оптимальное соотношение между текущей энтропией и абсолютной организацией системы:

$$G = G_{opt}. \quad (27)$$

Поскольку в разомкнутом состоянии текущая энтропия системы «водитель – человек» увеличивается за счет разрушения детерминированных связей, а абсолютная организация уменьшается, то коэффициент стохастичности изменяется от 0 до G_{opt} . Рост случайных связей при $G < G_{opt}$ свидетельствует о прогрессивности процесса. Как только коэффициент стохастичности системы становится больше G_{opt} , прогрессивным становится процесс увеличения детерминированных связей, т.е. процесс накопления информации. Это приводит к замыканию системы, что свидетельствует о переходе ее на более высокий структурный уровень.

Момент замыкания системы может быть определен из соотношения

$$G_{opt} = \frac{H_{tq}}{Q_{tq}} = \frac{H_{tq}^0 + (3V_q + V_{dc})(t_k - \xi)}{Q_{tq}^0 - (V_q - V_{dc})(t_k - \xi)}. \quad (28)$$

Подстановка в (26) $V_{dc} = V_q$ дает

$$t_k - \xi = \frac{G_{\text{opt}} Q_{\text{тq}}^0 - H_{\text{тq}}^0}{4V_{\text{ч}}}. \quad (29)$$

Интервал $(t_k - \xi)$ определяет интервалы τ_1 и τ_2 на схеме квантования времени.

В интервалах τ_4 и τ_5 меняется соотношение между скоростями приобретения и удаления энтропии. Поэтому

$$\begin{aligned} Q_{\text{q}} &= Q_{\text{q}}^0 + (V_{\text{ч}} - V_{\text{дс}})(t - \xi), \\ Q_{\text{пс}} &= Q_{\text{пс}}^0 - (V_{\text{дс}} - V_{\text{ч}})(t - \xi), \\ H_{\text{mq}} &= H_{\text{mq}}^0 + 4V_{\text{ч}}(t - \xi), \\ H_{\text{мпс}} &= H_{\text{мпс}}^0 + 4V_{\text{ч}}(t - \xi). \end{aligned} \quad (30)$$

Продолжительность интервалов τ_4 и τ_5 равна продолжительности интервалов τ_1 и τ_2 соответственно.

Согласно принятой схеме в интервалах τ_1 и τ_2 вероятность принятия системой заданного состояния изменяется от 1,0 до 0,5 и от 0,5 до 1,0. Поэтому интервал τ_3 может быть разбит на два равных интервала $\tau_3 = \tau_3' + \tau_3''$.

В интервале τ_3' динамика энтропии и абсолютной организации системы может быть описана системой уравнений (11), (15), (17), а в интервале τ_3'' – системой уравнений (30).

Продолжительность интервала τ_3' равна интервалу τ_3'' . Поэтому

$$\tau_3 = 2\tau_3' = \frac{G_{\text{opt}} Q_{\text{тq}}^0 - H_{\text{тq}}^0}{2V_{\text{ч}}}. \quad (31)$$

Рассмотренные закономерности эволюции системы ЧАДС при- сущи всему классу систем «человек – техника – среда». Эти закономерности могут использоваться при решении задач прогнозирования свойств компонентов систем и необходимых профессиональных качеств личности человека для управления техническими системами.

1.Шмальгаузен Н.Н. Факторы эволюции. – М.: Наука, 1968. – 451 с.

2.Шмальгаузен Н.Н. Эволюция в свете кибернетики // В кн. Проблемы кибернетики. – Вып.13. – М., 1965. – С.195-199.

3.Системологія на транспорті: У 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2005. – 344 с.

4. Григоров М.А., Гаврилов Э.В., Григорова Т.М., Доля В.К. Прогнозирование расчетных характеристик для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог. – Херсон: Надднепряночка, 2006. – 192 с.

5. Антомонов Ю.Г. Принципы нейродинамики. – К.: Наук. думка, 1974. – 200 с.

6. Ферстер Г. О самоорганизующихся системах и их окружении // В кн. Самоорганизующиеся системы. – М.: Мир, 1964. – С.160-165.

7. Петров Б.Н., Уланов Г.Н. и др. Теория моделей в процессах управления. – М.: Наука, 1978. – 242 с.

8. Коган А.Б. Биологическая кибернетика. – М.: Высш. шк., 1972. – 382 с.

Получено 19.03.2007

УДК 629.421

Л.М.КРУТИЙ, канд. техн. наук

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

Н.А.ГОЛТВЯНСКИЙ, канд. техн. наук, В.В.ДИБРИВНЫЙ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ РОТОРНО-ПОРШНЕВЫХ ЭЛЕКТРОКОМПРЕССОРОВ НА ТРОЛЛЕЙБУСАХ

Анализируется применение поршневых электрокомпрессоров в пневмосистемах троллейбусов и показана целесообразность внедрения роторно-поршневых компрессоров с приводом от маховичного асинхронного электродвигателя, подключенного к контактной сети через инвертор.

Для привода возвратно-поступательных механизмов на транспортных средствах, в том числе на городском электротранспорте, в частности, на троллейбусах применяются пневматические системы. Они конструктивно достаточно просты, надежны, экологически чисты и экономичны, обладают достаточным быстродействием при приемлемых габаритах; их тяговые характеристики хорошо согласуются с характеристиками исполнительных механизмов. Рабочим телом является сжатый до 0,6 МПа (6 кгс/см^2) атмосферный воздух.

Область применения механизмов с пневматическим приводом на троллейбусах все время расширяется:

- на троллейбусах типа ЗиУ-682Б [1] в пневмосистему входят подсистемы торможения и пневмоподвески;
- на троллейбусах типа ЗиУ-682В и ЗиУ-682В1 [2] появляются еще дополнительно механизмы открытия и закрытия дверей;
- на перспективных троллейбусах типа ЮМЗ ТЗ-к [3] предусматриваются системы очистки стекол, опускания пола на остановках для увеличения коммерческой скорости троллейбуса и автоматического регулирования сил торможения;
- на румынских троллейбусах типа DAC 217E [4] сжатый воздух используется для привода силовых контакторов (пример применения энергосберегающих технологий);