

3. Лейон, Д. Зарядка электромобилей сегодня и в будущем / Д. Лейон // World Electric Vehicle Journal. – 2022.

УДК 629.33

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАКЛОНА РЕГУЛЯТОРНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ДВС И КОЭФФИЦИЕНТОВ,  
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЗАКОНЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ  
ПЕРЕДАЧ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСМИССИЯХ**

DETERMINATION OF THE SLOPE OF THE REGULATORY  
CHARACTERISTICS OF THE ICE AND COEFFICIENTS  
CHARACTERIZING THE LAWS OF GEAR SHIFTING  
IN AUTOMATED TRANSMISSIONS

**Пань Чэньсун**, маг., **Руктешель О. С.**, д-р техн. наук, проф,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
Pan Chensong, Master Student,  
O. Rukteshel, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

*Для создания электронной модели и последующей ее оптимизации необходимо определение наклона регуляторных характеристик ДВС и коэффициентов, характеризующих законы переключения передач*

*Than to create an electronic model and subsequent optimization necessary the definition of the slope of the regulatory characteristics of the internal combustion engine and the coefficients characterizing the laws of gear shifting*

**Ключевые слова:** регуляторные характеристики ДВС, закон переключения передач.

**Keywords:** regulatory characteristics of the internal combustion engine, the law of gear shifting.

## ВВЕДЕНИЕ

Задачи автоматизации управления силовыми агрегатами АТС состоят в том, чтобы, во-первых, уменьшить утомляемость водителя и, как следствие, увеличить безопасность движения и повысить производительность автомобиля; во-вторых, обеспечить низкую себестоимость перевозок за счет увеличения средней скорости движения и (или) снижения расхода топлива; в-третьих, снизить нагрузку агрегатов трансмиссии автомобиля.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ:

I. При подготовке к решению задачи имитационного моделирования системы «ВААД» особое внимание должно быть уделено точности задания частичных регуляторных характеристик двигателя. Это вызвано тем, что характер их протекания оказывает значительное влияние на скоростные и топливно-экономические качества АТС, а также на идентичность воспроизведения закона переключения передач на модели и в оригинале. Углы наклона регуляторных ветвей к оси абсцисс при положениях педали управления ДВС  $\alpha_d = 0\%$  и  $\alpha_d = 100\%$  различны, что определяется степенью неравномерности регулятора угловой скорости, которая характеризует относительный диапазон изменения угловой скорости коленчатого вала дизельного ДВС при его работе на регуляторных ветвях скоростной характеристики.

1. Рассчитываем степень неравномерности всережимного регулятора угловой скорости коленчатого вала дизельного двигателя.

Степень неравномерности регулятора угловой скорости коленчатого вала дизельного двигателя определяется из выражения:

$$\delta_p = \frac{\omega_2 - \omega_1}{0,5 \cdot (\omega_2 + \omega_1)}, \%$$

где  $\omega_1$  и  $\omega_2$  – угловые скорости КВД соответственно при полной нагрузке и на холостом ходу работы дизельного двигателя при принятом положении рычага управления регулятором угловых скоростей КВД  $\alpha_d$ .

2. Определяем степень неравномерности регулятора  $\delta_p$  при полном нажатии на педаль управления двигателем  $\alpha_d = 100\%$ :

$$\delta_p^{100} = \frac{200 \cdot (\omega_2^{100} - \omega_1^{100})}{\omega_2^{100} + \omega_1^{100}}, \%$$

3. Принимаем, что степень неравномерности работы регулятора угловой скорости КВД при  $\alpha_d = 0\%$  составляет  $\delta_{p0} = 30\%$ .

4. Определяем степень неравномерности регуляторных ветвей двигателя

5. Определяем значение угловой скорости КВД при его работе на холостом ходу при нулевом положении педали управления двигателем:

- делим диапазон  $\omega_2^{100} - \omega_2^0$  на 11 равных частей;
- определяем  $\omega_2^{90}, \omega_2^{80}, \omega_2^{70}, \omega_2^{60}, \omega_2^{50}, \omega_2^{40}$  и т. д.;
- рассчитываем значения угловых скоростей КВД  $\omega_1^{90}, \omega_1^{80}, \omega_1^{70}, \omega_1^{60}, \omega_1^{50}, \omega_1^{40}$  и т. д. с шагом  $10\%$  по формуле:

$$\omega_1 = \omega_2 (200 - \delta_p) / (200 + \delta_p).$$

6. Через точки  $\omega_1^{\alpha_d}$  и  $\omega_2^{\alpha_d}$ , где  $\alpha_d = \overline{0,100}$  с шагом  $10\%$ , проводим регуляторные характеристики двигателя (рис. 1).

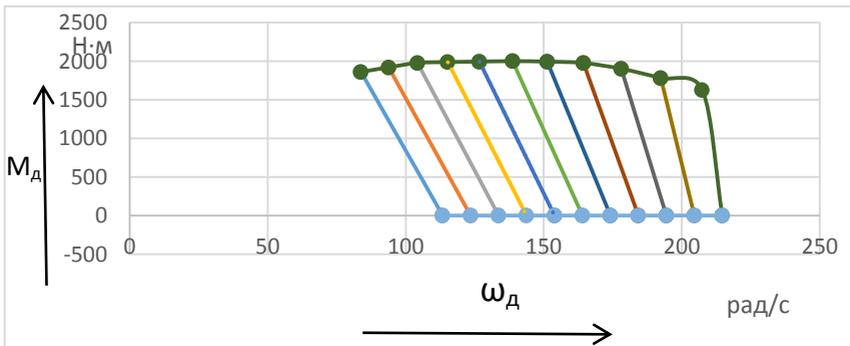


Рисунок 1 – Регуляторные характеристики ДВС

II. Для выбора начального приближения оптимизируемого ЗПП необходимо определить начальные значения коэффициентов многочлена, аппроксимирующего закон переключения передач.

Закон переключения на смежную высшую и смежную низшую передачи определяется выражениями, связывающими угловые скорости коленчатого вала двигателя при достижении которых следует производить переключение с положением педали управления двигателем  $\alpha_d$  [1]:

$$\omega_d^B = a_1^B + a_2^B \cdot \alpha_d + a_3^B \cdot \alpha_d^2, \quad \omega_d^H = a_1^H + a_2^H \cdot \alpha_d + a_3^H \cdot \alpha_d^2,$$

где  $a_1^B, a_2^B, a_3^B$  – коэффициенты, характеризующие закон переключения передач на смежную высшую передачу;

$a_1^H, a_2^H, a_3^H$  – коэффициенты, характеризующие закон переключения передач на смежную низшую передачу.

1. Определяем коэффициенты, характеризующие закон переключения передач на смежную высшую передачу:

а) из выражения следует: при  $\alpha_d = 0 \%$   $\omega_d^B = a_1^B$ ;

б) принимаем, что  $a_3^B = 0$ , так как  $a_3^B \ll a_1^B$  и  $a_3^B \ll a_2^B$ .

В этом случае закон переключения передач на смежную высшую передачу описывается выражением:  $\omega_d^B = a_1^B + a_2^B \cdot \alpha_d$ .

в) коэффициент  $a_2^B$  определяется из выражения при  $\alpha_d = 100\%$ :

$$a_2^B = (\omega_1^{100} - a_1^B - a_2^B \cdot \alpha_d^{100}) / (\alpha_d^{100})^2.$$

2. Определяем коэффициенты, характеризующие закон переключения передач на смежную низшую передачу:

а) из выражения следует, что при  $\alpha_d = 0 \%$   $\omega_d^H = a_1^H$ ;

б) Принимаем, что  $a_3^H = 0$ , так как  $a_3^H \ll a_1^H$  и  $a_3^H \ll a_2^H$ . В этом случае закон переключения передач на смежную низшую передачу описывается выражением:  $\omega_d^H = a_1^H + a_2^H \cdot \alpha_d$ ;

в) Коэффициент  $a_2^H$  определяется из выражения при  $\alpha_d = 100 \%$ :

$$a_3^H \approx (\omega_M - a_1^H - a_2^H \cdot \alpha_d^{100}) / (\alpha_d^{100})^2.$$

Накладывая полученные значения на регуляторные характеристики двигателя, получаем приближения оптимизируемого ЗПП (рис. 2).

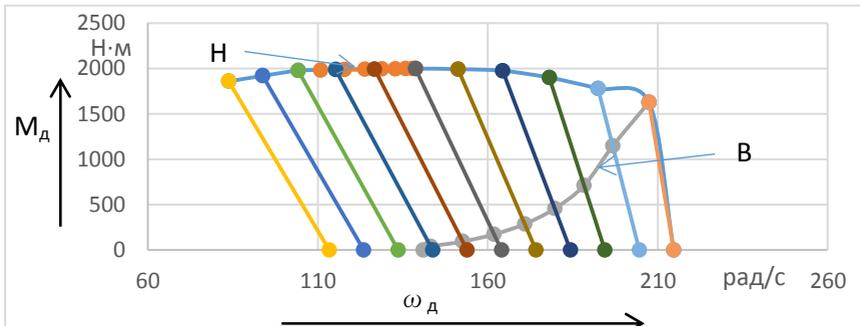


Рисунок 2 – Приближения оптимизируемого ЗПП

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Были построены внешняя скоростная характеристика двигателя и ее регуляторные ветви с учетом неравномерности их наклона и произведен расчет параметров, характеризующих начальное приближение закона переключения передач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Руктешель, О. С. Основы проектирования систем автоматического управления агрегатами транспортного средства: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 01 02 «Автомобилестроение» / О. С. Руктешель. – Минск: БНТУ, 2011. – 93 с.

Представлено 15.04.2023