

## DIZELNI ISHGA TUSHIRISHDA KUCH ZANJIRIDAGI KO'RSATKICHLARNING O'ZARO NISBATI TAXLILI

**Djanikulov Axat Turdibekovich**

Toshkent davlat transport universiteti

[axat.djanikulov.7554@mail.ru](mailto:axat.djanikulov.7554@mail.ru)

**Rahimjonov Hasanboy Davron o'g'li,**

Toshkent davlat transport universiteti

[hasanboyrahimjonov22@gmail.com](mailto:hasanboyrahimjonov22@gmail.com)

***Annotatsiya:** Dizelni ishga tushirish jarayonlarida kuch zanjiridagi magnit oqimi, induktivlik, elektramagnit moment, inersiya moment, tok kuchi va kuchlanish kabi ko'rsatkichlarni nisbati xisob-kitob formulalari, natijalari va taxlili keltirilgan.*

***Kalit so'zlar:** Teplovoz, dizel, generator, akkumulyator batareya, kondensator, qarshilik, magnit oqimi, induktivlik, elektramagnit moment, inersiya moment, tok kuchi, kuchlanish, kuch zanjiri.*

***Аннотация:** Приведены расчетные формулы, результаты и анализ соотношения таких параметров, как магнитный поток, индуктивность, электромагнитный момент, момент инерции, ток и напряжение в процессе пуска дизеля.*

***Ключевые слова:** Тепловоз, дизель, генератор, батарея, конденсатор, сопротивление, магнитный поток, индуктивность, электромагнитный момент, момент инерции, ток, напряжение, силовая цепь.*

***Annotation:** Calculation formulas, results and analysis of the ratio of parameters such as magnetic flux, inductance, electromagnetic moment, moment of inertia, current and voltage in the process of diesel start-up are presented.*

***Keywords:** Locomotive, diesel, generator, battery, condenser, resistance, magnetic flux, inductance, electromagnetic moment, moment of inertia, current, voltage, power chain.*

O'zgaras tok uzatmali teplovlarning dizelini ishga tushirish jarayonini takomillashtirish bo'yicha ko'plab izlanishlar olib borilgan [1-10]. Bu izlanishlarning asosida minimal o'zgarishlar kiritish, qo'shimcha energiya manbaidan foydalanmagan xolda o'z xaxiralaridan nazarda tutilgan.

Vaqtinchalik jarayonni tavsiflashda quyidagi taxminlar qabul qilingan:

- Dizel dvigatelni bitta akkumulyatordan ishga tushirish ko‘rib chiqiladi.

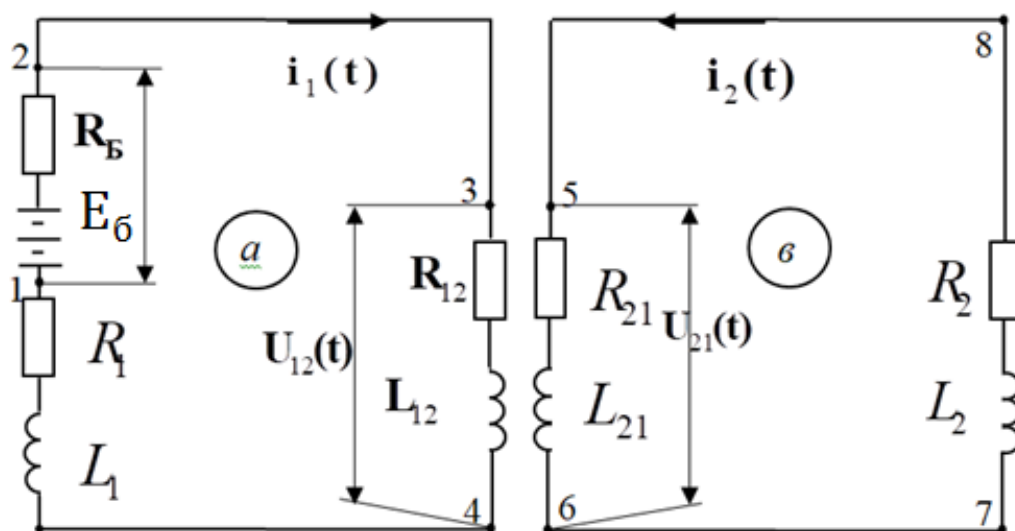
Bu og‘ir ish rejimlarida lokomotivning ikkinchi seksiyasi akkumulyatorining ta‘sirini aks ettiradi;

- ishga tushirish kontaktorlari butun o‘tish jarayon davomida yoqilgan.

- tortish generatorining magnitlanish egri chizig‘i bitta to‘g‘ri chiziq segmenti bilan yaqinlashadi [11];

- magnit oqimning tarqalish koeffitsienti doimiy bo‘lib qoladi.

Ishga tushiruvchi va mustaqil cho‘lg‘amlar qarama-qarshi yo‘nalishda o‘ralganligi sababli, o‘tish jarayonda toklar va magnit oqimlarning yo‘nalishlari mos keladi. 1-rasmda o‘zgaras tok elektr uzatmali teplovozlarning kuch va mustaqil cho‘lg‘am zanjirlarining elektr ekvivalent sxemasi ko‘rsatilgan,



Rasm -1. O‘zgaras tok elektr uzatmali teplovozlarning kuch va mustaqil cho‘lg‘am zanjirlarining elektr ekvivalent sxemasi

bu yerda:  $E_b$  – manba kuchlanishi (batareya);

$R_b$  – batareyaning ichki qarshiligi;

$R_1$  – Kuch zanjiri simlarining qarshiligi;

$E_g$  – Ishga tushirish rejimida tortish generatorining qarshi EYuK;

$R_1 = R_{yag} + R_{dpg}$  – tortish generatorining yakor cho‘lg‘amlarining va qo‘shimcha qutblari qarshiligi;

$L_1 = L_{ya} + L_{dp}$  – tortish generatorining yakor cho‘lg‘amlarining va qo‘shimcha qutblari cho‘lg‘amlarining induktivligi;

$R_{21}$  – tortish generatori mustaqil cho‘lg‘am qarshiligi;

$R_{12}$  – tortish generatori ishga tushiruvchi cho‘lg‘am qarshiligi;

$R_2 = R_{ctr} + R_{cvg} + R_{yag} + R_{ctc}$  – qo‘zg‘atuvchining yakor cho‘lg‘aming qarshiligi, tortish generatorining mustaqil cho‘lg‘ami, transformatorning barqarorlashtiruvchi cho‘lg‘ami, tortish generatori maydonining barqarorlashtiruvchi qarshiligi;

$L_2 = L_{yav} + L_{ctp}$  – qo‘zg‘atuvchi yakor cho‘lg‘amlarining induktivligiva stabilizator transformatori.

1-rasmdagi ekvivalent sxema uchun tenglamalarni quyidagicha yozamiz.

Kuch zanjiri

$$(R_{p1} + r_b + R_{ya} + R_{dp} + R_{rp})i_1 + L_{yag} \frac{di_1}{dt} + L_{dp} \frac{di_1}{dt} + L_p \frac{di_1}{dt} = 0; \quad (1)$$

Mustaqil cho‘lg‘am zanjiri

$$(R_{p2} + R_{4g} + R_{cvg})i_2 + L_{4g} \frac{di_2}{dt} + (R_{ctg} + R_{ctr})i_3 + L_{ctr} \frac{di_3}{dt} = 0; \quad (2)$$

$$(R_{ctg} + R_{ctr})i_3 + L_{cbr} \frac{di_3}{dt} - (R_{yav} + R_{dpv})i_4 + L_{ctr} \frac{di_3}{dt} = 0; \quad (3)$$

$$i_2 - i_3 - i_4 = 0 \quad (4)$$

Yakorni aylantirish momenti

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_t$$

bu yerda:  $J$  - yakor va barcha aylanishlarning kamaytirilgan inersiya momenti massa, kg m;

$M$  – tortish generatorining elektromagnit momenti, N m

$M_t$  – barcha aylanishlarning qarshilik momenti (tormozlash momenti).

$\omega$  – turbina generatorining yakor aylanish chastotasi, I/s.

Tortish generatorining elektr agnit momenti:

$$M = C_M \cdot \Phi \cdot i \quad (5)$$

bu yerda:  $C_M = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{P}{a} \cdot N$

$P$  - tortish generatorining qutblari soni;

$a$  - tortish generatori yakorining parallel cho‘lg‘am juftlari soni;

$N$  - yakor cho‘lg‘aming o‘tkazgichlari soni;

$\Phi$  - magnit oqimi, Vt.

Starter rejimida tortish generatorida magnit oqimi  $\Phi$  magnit tizimining to‘yinganligiga qarab yakor oqimining  $\Phi = K_{ya} \cdot i$  funksiyasidir.

$$\Phi = \frac{1}{a+b_i} = K_{ya} \cdot i \quad (6)$$

Qabul qilingan taxminlarga muvofiq (magnitlanish egri chizig‘ining to‘g‘ri chizikli qismida tortish generatorining starter rejimida ishlashi) " $K_{ya}$ " koeffitsienti tokdan ( $a > b_i$ ), mustaqil ravishda olinishi mumkin, shuning uchun  $a$  va  $b$  koeffitsientlari magnitlanish egri chizig‘i bo‘ylab topiladi.

$$\Phi = K_{ya} \cdot i \quad (7)$$

Qisqartirilgan inersiya momenti

$$J = J_{ct} + \frac{J_{vr}}{i_p^2} \quad (8)$$

bu yerda:  $J_{ct}$  – tortish generatori yakorsining inersiya momenti;

$J_{vr}$  – barcha aylanuvchi massalarining inersiya momenti;

$i_p$  – O‘tkazish nisbati (o‘zgaruvchan tok elektr uzatuvchi teplovozlar uchun  $i = 1$  va o‘zgaruvchan tok elektr uzatgichli teplovozlar uchun  $i > 1$ ).

Transformator zanjiri

$$\begin{cases} U_1 + e_1 = i_1 \cdot R_p \\ U_2 + e_2 = i_2 \cdot R_p \end{cases} \quad (9)$$

bu yerda:  $U_1, e_1$  – kuchlanish n tortuv generator boshlang‘ich cho‘lg‘amida o‘z-o‘zidan induksiyaning EYuK;

$U_2, e_2$  – tortish generatorining mustaqil cho‘lg‘amida kuchlanishning pasayishi va o‘z-o‘zidan induksion EYuK;

$i_1, i_2$  – tortish generatorining boshlang‘ich va mustaqil cho‘lg‘amlarining toklari. EYuK  $e_1$  va  $e_2$  toruv generatorining "ishga tushiruvchi-mustaqil cho‘lg‘am" transformatorining jami magnit oqimi  $\Phi$  orqali ifodalaymiz.

$$\begin{cases} U_1 = \omega_1 \frac{d\Phi}{dt} + i_1 \cdot R_p \\ U_2 = \omega_2 \frac{d\Phi}{dt} + i_2 \cdot R_p \end{cases} \quad (10)$$

$U_1(t)$  va  $U_2(t)$  kuchlanishlarini keyingi hisob-kitoblar uchun jami magnit oqimi  $\Phi$  ni hisoblash kerak.

$$d\Phi = \frac{d\Phi}{di_1} di + \frac{d\Phi}{di_2} di_2 \quad (11)$$

Tortuv generatorining "ishga tushiruvchi-mustaqil cho‘lg‘am" transformatorining toklariga nisbatan jami magnit oqimning qisman hosilalarini hisoblaylik.

$$\frac{d\Phi}{di_1} = \frac{d\Phi}{dB} \cdot \frac{dB}{dH} \cdot \frac{dH}{di_1} = S \cdot K_B \frac{\omega_1}{2r} = \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_1}{2} \quad (12)$$

$$\frac{d\Phi}{di_2} = \frac{d\Phi}{dB} \cdot \frac{dB}{dH} \cdot \frac{dH}{di_2} = S \cdot K_B \frac{\omega_2}{2r} = \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_2}{2} \quad (13)$$

bu yerda:  $B, H$  – tortish generatorining "ishga tushiruvchi-mustaqil cho‘lg‘am" transformatorining induksiya va magnit maydon kuclanganligi;

$S$  – tortish generatorini asosiy qutbini kesim yuzasi;

$r$  – tortish generatorini asosiy qutbini keltirilgan radiusi;

$K_B = \frac{B}{H}$  – "ishga tushiruvchi-mustaqil cho‘lg‘am" transformatorning uzatish koeffitsienti;

$\omega_1, \omega_2$  – tortish generatorining boshlang'ich va mustaqil qo'zg'alish cho'lg'amlarining o'ramlari soni.

(12) va (13) ni (11) ga almashtirsak, biz quyidagilarni olamiz:

$$d\Phi = \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_1}{2} + \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_2}{2} \quad (14)$$

(14) ni (9) va (10) ga almashtiramiz, biz starter va mustaqil cho'lg'aming toklarini kompyuterda amalga oshirish uchun qulay shaklda olamiz.

$$\begin{cases} dt \cdot U_1 = \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_1}{2} \cdot di_1 + \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_1 \omega_2^2}{2} \cdot di_2 + i_1 R_p \cdot dt \\ dt \cdot U_2 = \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_1 \omega_2}{2} \cdot di_1 + \pi \cdot r \cdot K_B \frac{\omega_2^2}{2} \cdot di_2 + i_2 R_p \cdot dt \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{cases} di_p = (U_1 - i_1 R_p) \frac{2dt}{\omega_1^2 \cdot \pi \cdot r \cdot K_B} + \frac{\omega_H}{\omega_p} \cdot di_H \\ di_H = (U_2 - i_H R_H) \frac{2dt}{\omega_2^2 \cdot \pi \cdot r \cdot K_B} + \frac{\omega_p}{\omega_H} \cdot di_p \end{cases} \quad (16)$$

(15) va (16) dan biz boshlang'ich va mustaqil cho'lg'amlarda kuchlanish uchun ifodalarni olamiz

$$\begin{cases} U_2 = \frac{\pi \cdot r \cdot K_B (\omega_1 di_1 + \omega_2 di_2) \omega_2}{2dt} + i_2 r_2 \\ U_1 = \frac{\pi \cdot r \cdot K_B (\omega_1 di_1 + \omega_2 di_2) \omega_1}{2dt} + i_1 r_1 \end{cases} \quad (17)$$

## XULOSA

Ushbu keltirilgan ishga tushiruvchi kuch va boshqaruv zanjirlardagi kuchlanishni aniqlashning formulalar yordamida o'zgarimas tok elektr uzatma (O'TEU) bilan ishga tushirilgan teplovozlarning boshqa ko'rsatkichlari asosida tok va kuchlanishlarni hisoblash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Бирюков В.А., Джаникулов А.Т., Жидков В.Н., Кошевой В.А., Кулахмедов Б.Т. [Устройство для запуска дизеля тепловоза](#). Патент на изобретения. RU№ 2213250С2 от 27.09.2003г.
2. Джаникулов А.Т. Моделирование переходного процесса в электрических цепях запуска дизель генератора тепловозов. ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАР АХБОРОТИ техника – Тошкент, 2003. – №2-3. – 9-12 б.
3. Джаникулов А.Т. Моделирование динамических явлений в механизмах запуска дизелей магистральных тепловозов ОЛИЙ ЎҚУВ ЮРТЛАР АХБОРОТИ техника – Тошкент, 2003. – №2-3. – 13-17 б.

4. Джаникулов А.Т. Моделирование переходного процесса запуска дизеля с использованием трансформаторной ЭДС независимой обмотки тягового генератора тепловозов. Журнал “Естественные и технические науки” 35 -38 стр. Июнь 2003г. Россия, г.Москва.
5. Джаникулов А.Т. Моделирование переходного процесса в электрических цепях запуска дизель генератора тепловозов типа ТЭ10М. ТошТЙМИ Ахбороти. – Тошкент, 2005. – №2. – 83-88 б.
6. Джаникулов А.Т., Валиев Ш.М. Исследование крутильных колебаний в режиме запуска дизеля тепловозов типа UzTE16M. Известия Транссиба. – 2021. – № 3 (47). – С. 23 – 30.
7. Джаникулов А.Т., Методика и результаты расчетных исследований по установлению функций тока силовой цепи при запуске дизель – генератора. Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 5(98).
8. Джаникулов А.Т, Кулахмедов З.Б.; Кулахмедов Б.Т.; Жидков В.Н.; Мамаев Ш.И. Моделирование переходных процессов в силовой цепи тепло-воза типа ТЭ10 при срабатывании защит дизель – генераторной установки. Материалы научно- технической конференции по проблемам наземных транспортных систем (с участием зарубежных ученых) 29 -31 мая 2008г. 115 -119с.
9. Джаникулов А.Т, Сафаров Ё.И. Реймов Д.Ш. UZTE16M тепловозининг дизелини ишга тушиш жараёнида тортув генератори чўлгамида хосил бўладиган ЭЮК. The journal of academic research in educational sciences issn 2181-1385 volume 2, issue 11 november 2021 883-891. bet
10. Глушченко А.Д., Джаникулов А.Т, Жидков В.Н., Кулахмедов Б.Т. Результаты экспериментальных исследований и опытных схем запуска тепловозов типа ТЭ10. Исследование и разработки ресурсосберегающих технологии на ж/д транспорте. Межвуз. сб. тр. 224 -225ст. 2002г. Россия. Самара
11. Гаккел Е.Я., Пушкарев В.В., Стрекопытов В.В., Сабуров Ф.Ф. Проектирование систем автоматического управления и защиты тепловозов. Транспорт М., 1970. 230стр.