

## UZTE16M ТЕПЛОВОЗИНИНГ ДИЗЕЛИНИ ИШГА ТУШИШ ЖАРАЁНИДА ТОРТУВ ГЕНЕРАТОРИ ЧЎЛҒАМИДА ХОСИЛ БЎЛАДИГАН ЭЮК

**Ахат Турдибекович Джаникулов**

Тошкент давлат транспорт университети

[Djanikulov7575@mail.ru](mailto:Djanikulov7575@mail.ru)

**Ўткир Истамович Сафаров**

Тошкент давлат транспорт университети

[utkirsafarov1981@mail.ru](mailto:utkirsafarov1981@mail.ru)

**Даврон Шамуратович Реймов**

Тошкент давлат транспорт университети

[davronshamuratovich@mail.ru](mailto:davronshamuratovich@mail.ru)

### АННОТАЦИЯ

Ўзбекистон темир йулларининг асосий локомотив паркани дизел-генератор қурилмаси билан жихозланган локомотивларташқил қилади. Шунинг учун бу локомотивларда дизел-генератор қурилмаси ишга тушириш ва бир мейъёрда ишлашини ташқиллаштириш билан боғлиқ бир нечта илмий тадқиқотлар олиб бориш олимлар учун асосий режа булиб қолмоқда. Дизел-генератор қурилмаси ни ишга тушириш аккумулятор батареялари ёрдамида бажарилади. Бундан кўриниб турибдики, илмий тадқиқот ишларини ва тажрибаларни шу икки объект орасида олиб бориш керак. Бунда 2ТЭ116 ва 2ТЭ10М русумли тепловозлардаги дизел-генератор қурилмасини ишга тушуриш жараёнини илмий асосларга таянган ҳолда қуриб чиқамиз.

**Калит сузлар:** локомотив, Дизел - генератор, коммутация, ЭЮК , аккумулятор батарея, индуктивлик, , қаршилик

### ABSTRACT

The main locomotive fleet of Uzbekistan Railways consists of locomotives equipped with diesel generators. Therefore, it remains a basic plan for scientists to conduct several scientific studies related to the launch of a diesel-generator unit on these locomotives and the organization of their operation in a standard manner. Start-

up of the diesel-generator unit is carried out by means of accumulator batteries. It is clear that scientific research and experiments need to be conducted between these two objects. In this case, we will consider the process of starting the diesel generator on locomotives 2TE116 and 2TE10M on a scientific basis.

**Keywords:** locomotive, Diesel - generator, commutation, EYuK, rechargeable battery, inductance, resistance.

## КИРИШ

Бухоро локомотив депоси Ўзбекистонда биринчилардан бўлиб ташкил қилинган асосий деполарлар бири ҳисобланади. Бундай локомотив деполардан “Ўзбекистон темир йуллари” акциядорлик жамияти таасаруфида 8 тани ташкил қилади. Бухоро локомотив депоси руйхатида бор йуғи 3 та ВЛ80 русумидаги электровозлар бириктирилган, бу паркнинг 13 фоизини ташкил қилади. Ўзбекистон локомотив депосидан ташқари 7 локомотив деполарининг барчасида асосий қисми дизел-генератор тортувли тепловозлар ташкил қилади. Демак дизел-генератор қурилмасини ўрганиш ва унинг такомиллаштириш ҳамда эксплуатация вақтида содир бўлаётган камчиликларни бартараф қилиш буйича олимларнинг асосий илмий –тадқиқотларни олиб бориш мақсадлардан бири ҳисобланади.

## АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Дизел - генераторни ишга туширишда ишга тушириш чулғами ва тортув генератори якорининг аккумулятор батареяси кучланишига зарбли ёқиши юз беради[1-3].  $t=0^+$  моментда тортув генераторининг қарши ЭЮК и йўқлиги сабабли, якор токи кичикроқ бўлади. Коммутациянинг классик назариясига мувофиқ [4]якорнинг коммутацияланаётган секцияларида қуйидагилар амал қилади:

-Реактив ЭЮК

$$E_r = E_{L\dot{y}p} + E_{m\dot{y}p}; E_{m\dot{y}p} = \frac{2i_a}{T_k} \sum M_n E_{L\dot{y}p} = \frac{2L_c i_a}{T_k} (1)$$

бу ерда:  $L_c$  - коммутацияланаётган секцияиндуктивлиги;

$M_n$  - кўриб чиқилаётган секция ва у билан бир вақтда коммутацияланаётган, тартиб рақами  $n$  бўлган секция ўртасидаги ўзаро индуктивлик;

$T_k$  - коммутация даври;

$i_a$  - коммутацияланаётган секция токи.

- Якор кўндаланг реакцияси майдонидан ЭЮК:

$$E_{aq} = 2B_{aq} W_c l_{\delta} V_a a \quad (2)$$

бу ерда:  $V_a$  – айлана тезлик;

$B_{aq}$  - якор кўндаланг реакциясидан индукция;

$W_c$  - секциядаги чулғамлар сони;

$l_{\delta}$  - якорнинг ҳисобий узунлиги.

-Якор кўндаланг реакцияси майдонининг натижавий таъсирдан ва кўшимча кутблардан юзага келадиган коммутация майдон ЭЮКи:

$$e_k = 2B_k \cdot W_c \cdot l_{\delta} \cdot V_a \quad (3)$$

бу ерда:  $B_k$  - коммутацияловчи майдон индукцияси.

-ЭЮКпульсацияси.

$$e_{mp} = -W_c \frac{d\phi_{\delta}}{dt} \quad (4)$$

бу ерда:  $\Phi_{\delta}$  – асосий кутблардаги магнит оқими.

Ана шу ЭЮКлар амал қилишини кўриб чиқамиз.

$E_r$  Реактив ЭЮК вакоммутацияловчи майдон  $E_k$ нинг ЭЮКикоммутация ваулар орасидаги коммутация жараёнига таъсир қилиб, кўшимча кутбнинг аста-секин тўйиниши ҳисобига, қуйидаги нисбатлар юзага келиши мумкин:

- $E_k > E_r$  бўлганида коммутация тезлашган бўлиб, бу эса якорнинг магнитсизловчи (коммутация) реакцияси пайдо бўлишига олиб келади;

- $E_k = E_r$  бўлганида коммутация тўғри чизикли бўлади;

- $E_k < E_r$  бўлганидаякор кўшимча магнитловчи реакцияси пайдо бўлиши оқибатида коммутация секинлашади.

Шундайқилиб, қаршилик моменти қанча катта бўлса, ишга тушириш токининг каттарок қиймати туфайли якоркоммутацион реакциясининг магнитсизловчи таъсири ишга туширишнинг энг масъулиятли вақтида, яъни якорнинг бурила бошлаш вақтида мос равишда катта бўлади. Дастлабки вақт моментида  $t=0^+$  бўлганида ва кейинчалик ҳам ишга туширишда ушбу ишга тушириш токи 2000 А гача ва ундан кам бўлганида улар тўйинмаган бўлади. Шу сабабли ЭЮКнинг якор кўндаланг реакцияси таъсири  $E_{aq}$  кўшимча кутблар билан биргаликдаги умумий

таъсири деярли кам даражада бузилган магнит майдонини келтириб чиқаради. У якорнинг айлантурувчи моментига таъсир қилмайди.

Пульсация ЭЮКи асосий кутблар магнит оқимини камайтиради

$$e_{mp} = -W_c \frac{d\phi_{\delta}}{dt}. \quad (5)$$

бундан келиб чиқиб, мос равишда у айлантурувчи моментни камайтиради.

Аккумулятор батарея – тортув генераторикуч занжиридаги дизелни стартер режимида ишга туширишдаги ўтиш жараёни дастлабки яқинлашишда куйидаги тенглама билан тасвирланади[4].

$$L_r \frac{di}{dt} + R_r i = e_{\delta}(t) - e_r(t) - e_{кяр}(t) \quad (6)$$

бу ерда:  $e_r(t)$  - тортув генераторининг стартер режимидаги қарши ЭЮКи;

$e_{кяр}(t)$  - якор коммутацион реакциясининг ЭЮКи;

$L_r$  - тортув генератори занжирининг индуктивлиги;

$R_r$  - тортув генератори занжирининг қаршилиги;

$e_{\delta}(t)$  - аккумулятор батареяси кучланиши.

Бундан

$$L_r \frac{di_r}{dt} + R_r i = e_{\delta}(t) - K_r i_r + K_{кяр} i \quad (7)$$

бу ерда:  $\Delta e_r / \Delta i_r = K_r$  - тортув генераторининг стартер режимидаги узатиш коэффициенти;

$\Delta e_{кяр} / \Delta i_{кяр} = K_{кяр}$  -якор коммутацион реакциясининг узатиш коэффициенти.

Ушбу белгиланишни киритамиз:

$$K_r - K_{кяр} + R_r = R. \quad (8)$$

ва (7) формулани ушбу кўринишда ифодалаймиз:

$$L_r \frac{di}{dt} + Ri = E_{\delta 0} (1 - e^{-\alpha_B t}). \quad (9)$$

Хосил бўлган тенгламани токга нисбатан ечим

$$i(t) = \frac{E_{\delta o}}{L_r} \left[ \frac{e^{-\alpha_B t} - e^{-\alpha t}}{(\alpha_B - \alpha)} \right], \quad (10)$$

бу ерда  $\alpha_B$  - аккумулятор батареясининг сўниш коэффициентини;

$\alpha = \frac{R}{L_r}$  - тортув генератори стартер режимидаги куч занжирининг сўниш

коэффициенти.

Олинган ифодани таҳлил қилсак. Агар сурат ва махраж мусбат бўлса, токи(t) ҳам тобора ортиб боради.

Шундайқилиб, қуйидаги шартлари дизелни ишга туширишнинг муваффақиятлиқиймати бўлиб ҳисобланади:

$$e^{-\alpha_B t} - e^{-\alpha t} > 0 \text{ ва } \alpha_B - \alpha > 0. \quad (11)$$

Бу ифодадан хулоса қилиш мумкинки:

$$\alpha_B < \alpha. \quad (12)$$

Олинганшартдан қуйидагилар келиб чиқади:

$$\alpha_B < \frac{K_r - K_{кяр} + R_я + R_{кк} + R_n}{L_я + L_{кк} + L_n}. \quad (13)$$

бу ерда:  $L_я, L_{кк}, L_n$  – якор, қўшимча қутблар ва ишга тушириш чулғами индуктивликлари;

$R_я, R_{кк}, R_n$  – якор, қўшимча қутблар ва ишга тушириш чулғамиқаршиликлари.

Тенгсизликка кирадиган катталикларнинг ишга туширишга кўрсатадиган таъсирини кўриб чиқамиз.

Константа катталиклари  $L_я, L_{кк}, L_n$  ва  $R_я, R_{кк}, R_n$  шунингдек улар параметрларини (ишга тушириш моменти) га коррекциялашни киритиш, ишга тушириш схемасини мураккаблаштириш йўли билан эришиш мумкин бўлса ҳам, лекин депо шароитларида уни амалга ошириб бўлмайди. Асосий қутблар трансформатор ЭЮК идан (ўзгариш  $K_r$ ) фойдаланиш мумкин. Бунинг учун, қўшимча коммутацион аппаратларни киритиш йўли билан СВГ резисторини қисқа туташтириш мумкин.

У ҳолда (6) тенглама қуйидагича ёзиб олинади:

$$L_r \frac{di}{dt} + R_r i + e_r(t) - e_{кяр}(t) + e_{ТР}(t) = e_{\delta}(t) \quad (14)$$

Ҳамда шарт (13) куйдаги кўринишда ёзилади:

$$\alpha_B < \frac{K_r - K_{кяр} + K_{тр} + R_{я} + R_{кк} + R_n}{L_{я} + L_{кк} + L_n}. \quad (15)$$

бу ерда:  $K_{тр} = \frac{\Delta E}{\Delta i}$  - тортув генераторининг стартер режимида

мустақил чулғамда трансформатор ЭЮКининг узатиш коэффиценти, яъни (13) шартнинг бажарилиши осонлашади.

(13) шартни осонлаштиришнинг яна бир йўли – якор коммутацион реакциясининг  $K_{кря}$  коэффиценти кичрайтириш. Умумий айлантнувчи электромагнит момент куйидагига тенг бўлгани учун:

$$M_{айл} = M_{ак} - M_{кяр}. \quad (16)$$

бу ерда:  $M_{ак}$  - асосий кутблардаги ишга тушириш чулғамининг оқимидан айлантнувчи момент;

$M_{кяр}$  - якорнинг коммутацион реакциясидан айлантнувчи момент.

$\alpha_B$  коэффицент нафақат трансформатор ЭЮКидан (14) фойдаланиш ҳисобига, балки якор коммутацион реакциясининг айлантнувчи моментини  $M_{кря}$  кичрайтирилишидан фойдаланиш ҳисобига ҳам катталаштирилиши мумкин ва у, ўз навбатида, ЭЮК якор коммутацион реакциясининг  $e_{кря}(t)$  қийматига боғлиқ бўлади:

$$\Delta e_{кяр}(t) = K_{кяр} \cdot \Delta i \quad (17)$$

яъни, ишга тушириш токи  $i(t)$  қанча кичик бўлса, якор коммутацион реакциясининг (7) формуладаги коэффиценти  $K_{кяр}$  шунча кичик бўлади. Ишга тушириш токи қиймати  $i_1(t)$ , ўз навбатида, ишга туширишни осонлаштирадиган барча омилларга боғлиқ:

- ишга тушириш олдидан ҳайдаб киритилган мой миқдоридан;

-вертикал узатмадаги тирқишлар катталигидан ва б., яъни дизель бўйича ишга тушириш шароитларидан.

(13) формуладаги батарея кучланишининг сўниши коэффициенти  $\alpha_6$  каби ДГ ишлатиб юборилишини осонлаштирадиган яна бир катталик мавжуд. Унинг аккумуляторлар ҳолатига боғлиқ равишда ўзгаришини кўриб чиқамиз.

Дизелни ишга туширишда буровчи моментида аккумулятор батареяси нафақат электр, балки электролитик сиғим каби ишлайди. Дизелни «Квант» ИТБ (Россия) [5,6] да ишлаб чиқилган конденсатор ёрдамида ишга тушириш ҳам бу фикрни тасдиқлайди. Бу ҳолда дизелни ишга тушириш пайтидаги аккумулятор батареясининг сўниш коэффициенти:

$$\alpha_6 = \frac{1}{R_6(t) \cdot c} \quad (18)$$

бу ерда:  $R_6(t) = r_0(t) \cdot r_n(t)$  - аккумулятор батареясининг тўлиқ ички қаршилиги;

$r_n(t)$  – кутбланиш қаршилиги;

$r_0(t)$  - электродлар ва электролитнинг тўлиқ қаршилиги;

$c$  – дизелни ишга туширишда тирсақли валнинг айлана бошлашидаги батарея сиғими.

Ишга туширишдаги разрядланиш жараёнида АБ нинг тўлиқ ички қаршилиги доимий бўлиб қолмай, балки катталашиб боради [7-9]. Тўғри ишга туширишда унинг таркибий қисмларининг экспоненциал қонунга кўратурлича ўсиш суръати билан катталашиб бориши табиий ҳисобланади:

$$r_0(t) = r_0(t)(1 - e^{-\alpha_0 t}) \quad (19)$$

$$r_n(t) = r_n(t)(1 - e^{-\alpha_n t}) \quad (20)$$

бу ерда:  $\alpha_0$  - электродлар ва электролит қаршилигининг сўниш коэффициенти;

$\alpha_n$  - кутбланиш қаршилигининг сўниш коэффициенти.

Шундайқилиб:

$$\alpha_6 = \frac{1}{[r_0(t)(1 - e^{-\alpha_0 t}) + r_n(t)(1 - e^{-\alpha_n t})] \cdot c} \quad (21)$$

дизелни аккумулятор батарея ҳолатига кўра муваффақиятли ишга тушириш шarti:

$$\alpha_0 \rightarrow 0; \quad \alpha_n \rightarrow 0. \quad (22)$$

бу электродлар ва электролит ҳолатини акс эттиради.

## ХУЛОСА

Шундай қилиб ДГни ишга туширишни осонлаштириш, бундан келиб чиқиб, батарея ишлаш шароитларини яхшилашни қуйидагилар ҳисобига амалга ошириш мумкин:

- тортув генераторининг стартер режимидаги қўзғатиш чулғами мустақиллиги трансформатор ЭЮК дан фойдаланиш;
- электролит ва электродлар электр қаршилигини камайтириш;
- дизель бўйича қаршилиқнинг механик моменти камайтириш.

Бирламчи чулғам қаршилигини ишга тушириш вақтида камайтириш конструкция нуқтаи назаридан мураккаб ва мақсадга мувофиқ эмас. Аммо юкланиш қаршилигини камайтиришнинг турли вариантлари ҳисобига  $R_d$  нинг камайиш самараси ҳисобига эришиш мумкин. Бу умуман электродлар электр қаршилиги камайишига ва дизел бўйича механик қаршилиқ моменти камайишига эквивалент бўлади.

## REFERENCES

1. Джаникулов А.Т. Моделирование динамических явлений в механизмах запуска дизелей магистральных тепловозов: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: специальность 05.22.07 / Джаникулов Ахат Турдибекович; Гос. акционер. ж.-д. компания "Узбекистонтемир йуллари", Ташкент. ин-т инженеров ж.-д. транспорта. - Ташкент: 2006. - 19 с.: ил.; 21.
2. Djanikulov A.T., Safarov O'I., Elmuratova Sh.I.: ED-118 rusumidagi tortuv elektrdvigatellarini ekspluatatsiya jarayonida holatini tahlil qilish (350-354 бет). Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences VOLUME 1 | ISSUE 6 ISSN 2181-1784 Scientific Journal Impact Factor
3. AxadTurdibekovichDjanikulov, O'tkirIstamovichSafarov: O'zgaruvchan o'zgarmastokuzatmaliteplovzlarida TED magnitmaydoninisayatirishjarayoniningtahlili (pp. 990-994) <http://scientificprogress.uz/storage/app/media/2-3.%20157.%20990-994.pdf>
4. Электрические машины. М. М.Кацман. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 2002. - 469 с. : ил.
5. Аникиев И.П., Корнев А.Н. «Усовершенствованные схемы конденсаторной системы пуска дизелей». «Локомотив» №4. 2000.



6. Система пуска дизеля тепловоза с использованием импульсных конденсаторов сверхвысокой электроемкости. техническое описание и инструкция ПКБ ЦТ МПС РФ. М. 1995.
7. Лисовая Е. В. Процессы переноса заряда и строение анодной окисной пленки на поверхности пассивного железа.: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: специальность 02.00.05 / Лисовая Екатерина Владимировна; Ленинградский политехнический институт. –Ленинград: 1984. - 17 с.: ил.; 18.
8. Каусс Я.Я. Выбор режимов заряда щелочных никель-железных тепловозных батарей: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н.: специальность 05.05.01/ Каусс, Янис Янович; Москва МИИТ. 1984. - 19 с.
9. Техническое обслуживание аккумуляторных батарей типа DLM170 (2В/170АН/10НР).Локомотивы. Электрический транспорт-XXI век. 2020 г., ноябрь, , 212-216 стр.