

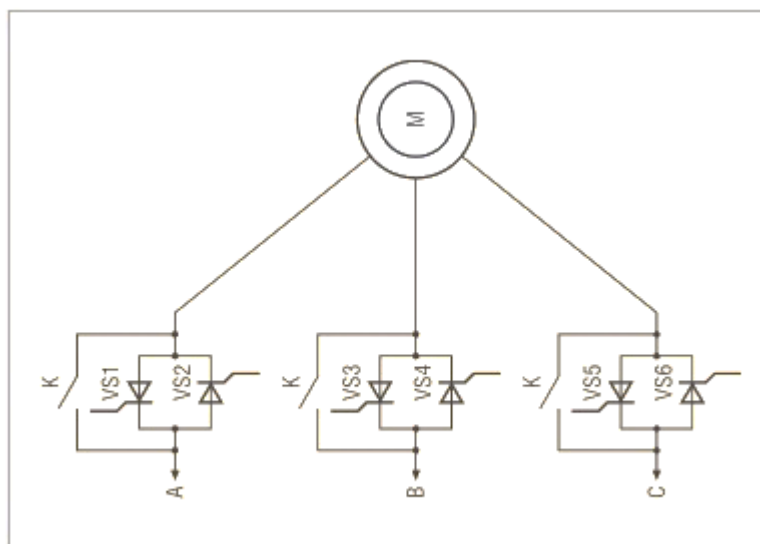
FORPRESS QURILMASI UCHUN YUMSHOQ ISHGA TUSHIRISH QURILMASINI LOYIHALASH ASOSIDA VA ELEKTR YURITMALARDA RASIONAL ENERGIYA TEJASH CHORA TADBIRLARI

BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI
MIRZOYEV NARZULLO NURIDDINOVICH,
LATIPOV SAIDMUROD TUYG'UNOVICH,
RASHIDOV SHERZOD KAXRAMONOVICH

Annotatsiya

Ushbu maqolada energiya manbalari iste'moli bo'yicha moy pressi uchun yumshoq ishga tushirish tizimining modeli, algoritmi, hamda energiya tejashning texnik va iqtisodiy jihatlarining tahlililoy natijalari keltirilgan.

Yumshoq ishga tushirish turli elektr yuritmalarda keng qo'llaniladi. Ishlab chiqilgan yumshoq ishga tushirishning strukturaviy sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan va yumshoq ishga tushirishning ishlash sxemmasi 2-rasmda ko'rsatilgan. Yumshoq ishga tushirishning asosi fazalarning har birining bo'shlig'iga kiritilgan uch juft teskari-parallel tiristorlar VS1 - VS6 hisoblanadi. Yumshoq ishga tushirishga bosqichma-bosqich erishiladi [1-3]

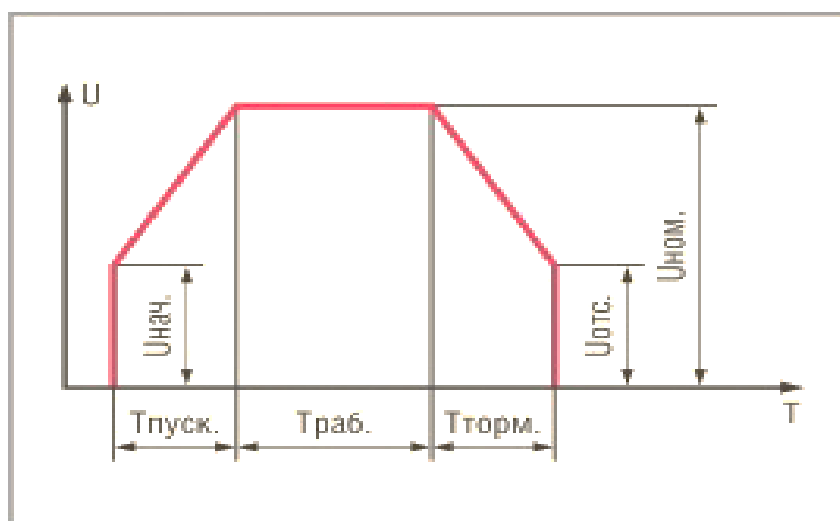


1-rasm. Yumshoq ishga tushirishning strukturaviy sxemasi

Elektr motorining chulg'amlariga qo'llaniladigan chiziqli kuchlanishni U_{init} ning ba'zi boshlang'ich qiymatidan U_{nom} nominal qiymatiga oshirish. Bunga VS1 - VS6 tiristorlarining o'tkazuvchanlik burchagini boshlang'ich vaqti deb ataladigan T_{start} vaqtida minimal qiymatdan maksimalgacha bosqichma-bosqich oshirish orqali erishiladi.

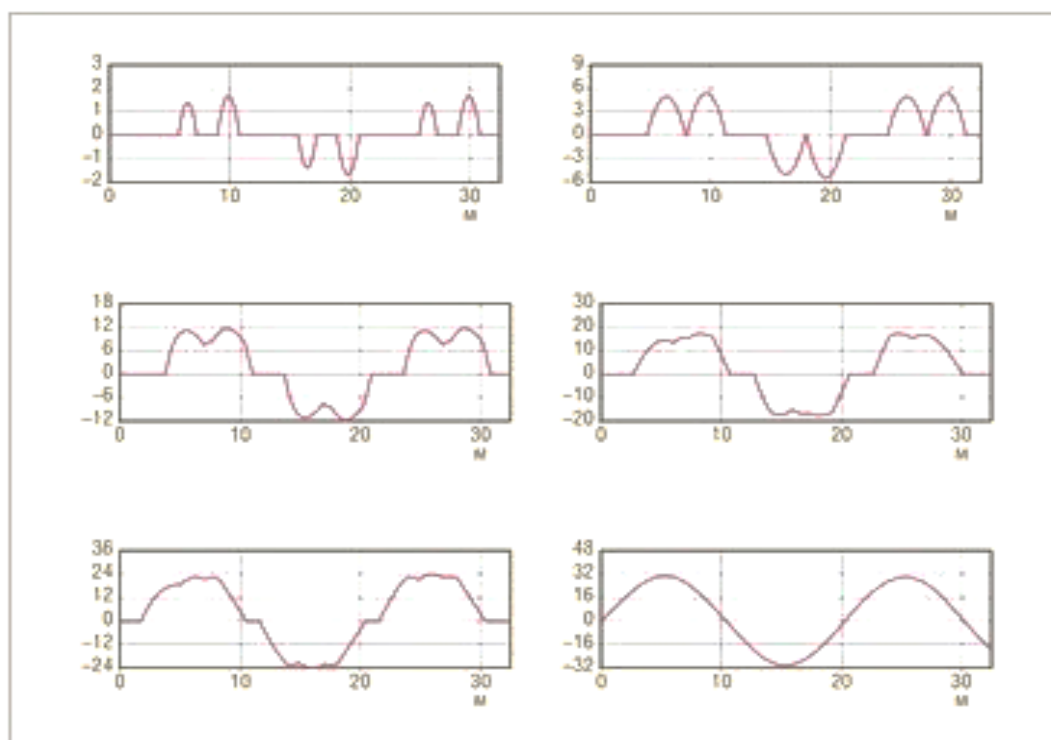
Odatda, U_{nach} ning qiymati U_{nom} ning 30...60% ni tashkil qiladi, shuning uchun elektr motorining ishga tushirish momenti elektr motorini tarmoqning to'liq kuchlanishiga ulash holatiga qaraganda sezilarli darajada kamroq bo'ladi. Buning natijasida qo'zg'alish kamarlarining bosqichma-bosqich kuchlanishi va reduktor qutisining tishli g'ildiraklarining silliq ulanishi sodir bo'ladi. Bu elektr yuritmaning dinamik yuklarini kamaytirishga foydali ta'sir ko'rsatadi va buning natijasida mexanizmlarning ishlash muddatini uzaytirishga va ta'mirlash oralig'ini oshirishga yordam beradi [4-5].

YuITQ dan foydalanish, shuningdek, elektr tarmog'idagi yuklamasini kamaytirishga imkon beradi, chunki bu holda elektr motorining ishga tushirish toki to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirishda bo'lgani kabi 5 - 7 nominal tok emas, balki 2 - 4 nominal tokka tushadi. Bu dizel generatorlari, uzluksiz quvvat manbalari va kam quvvatli transformator podstansiyalari kabi cheklangan quvvatli energiya manbalaridan elektr inshootlarini quvvatlantirishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa qishloq joylarda. Ishga tushirish tugallangandan so'ng, tiristorlar baypass kontaktori K tomonidan o'rnatiladi, buning natijasida T_{rab} vaqt davomida tiristorlarda hech qanday quvvat sarflanmaydi, bu elektr energiyasini tejashni anglatadi [6].



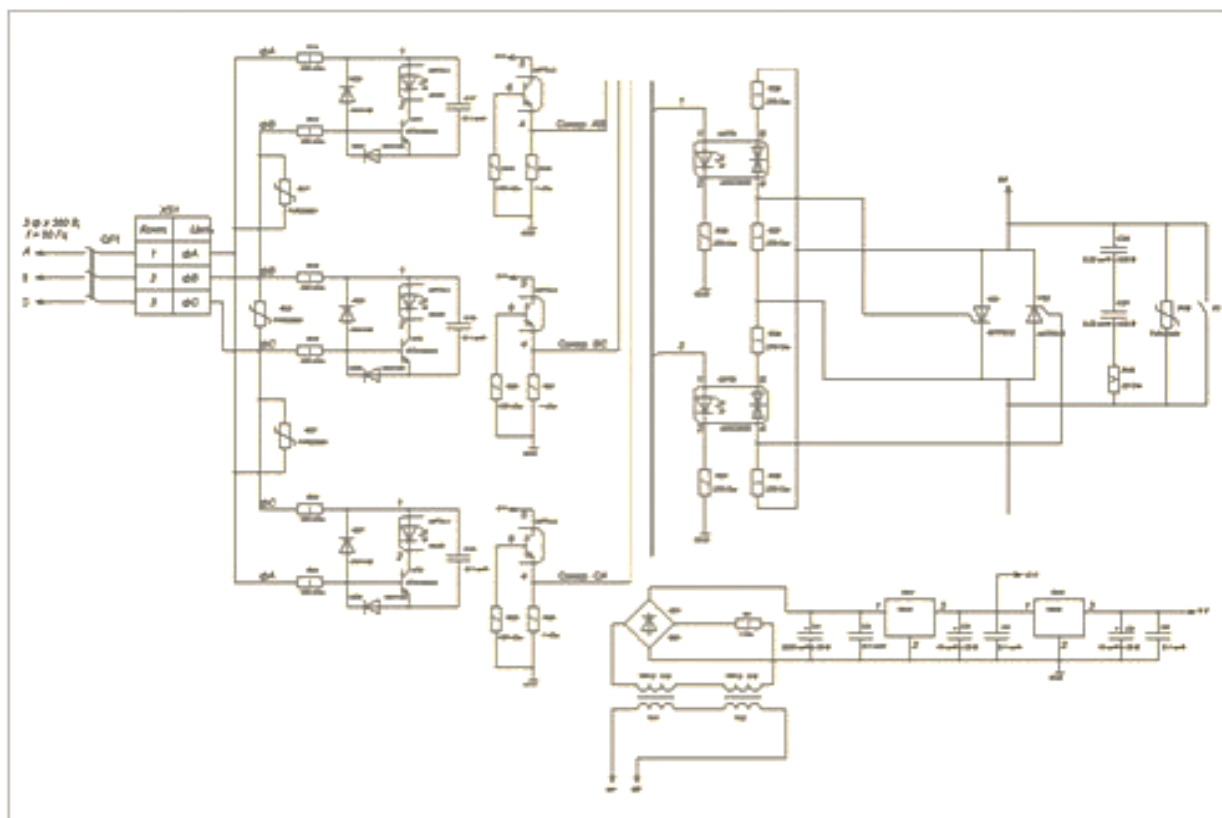
2-rasm. Yumshoq ishga tushirishda tok va kuchlanish diagrammasi

Dvigatelni tormozlashda jarayonlar teskari tartibda sodir bo'ladi: kontaktor K o'chirilgandan so'ng, tiristorlarning o'tkazuvchanlik burchagi maksimal bo'ladi, elektr motorining chulg'amlaridagi kuchlanish tarmoq kuchlanishiga teng, tiristorlardagi kuchlanish pasayishi. Keyin T_{torm} vaqtida tiristorlarning o'tkazuvchanlik burchagi minimal qiymatga tushadi, bu U_{ots} kesish kuchlanishiga to'g'ri keladi, shundan so'ng tiristorlarning o'tkazuvchanlik burchagi nolga teng bo'ladi va chulg'amlarga kuchlanish berilmaydi. 3-rasmda tiristorlarning o'tkazuvchanlik burchagi asta-sekin ochib borishi bilan dvigatel fazalaridan birining tok diagrammalari ko'rsatilgan.



3-rasm. Bir fazali ishga tushirish uchun tok diagrammasi

4-rasmda yumshoq ishga tushirishning asosiy elektr sxemasining qismlari ko'rsatilgan. Uning ishlashi uchun 50 Gts chastotali standart 380 V kuchlanish tarmoqning A, B, C uch fazali kuchlanishi talab qilinadi. Elektr dvigatelining chulg'amlari yulduz yoki uchburchakda ulanishi mumkin.



4-rasm. Yumshoq ishga tushirishning elektr sxemasi

VS1 - VS6 kuch tiristorlari sifatida $I_{pr} = 35$ A to'g'ridan-to'g'ri tokga ega TO-247 korpusidagi 40TPS12 tipidagi qurilmalar ishlatiladi. Faza bo'ylab ruxsat etilgan tok $I_{dop} = 2I_{pr} = 70$ A. Keling, maksimal ishga tushirish toki $4I_{nom}$ deb faraz qilaylik, shundan kelib chiqadiki, $I_{nom} < I_{dop}/4 = 17,5$ A. Elektr dvigatel quvvatlarining standart diapazonini ko'rib chiqsak, biz 7,5 kVt quvvatga ega dvigatelni ishga tushirishga ruxsat etilganligini aniqlaymiz. Agar ishga tushirish toki I_{dop} dan oshib ketgan bo'lsa kattaroq dvigatelni ulash yoki ishga tushirish vaqti juda qisqa bo'lganligi sababli, ishga tushirish jarayoni to'xtatiladi, chunki maxsus tanlangan xarakteristikaga ega QF1 avtomatik kaliti ishlaydi.

Damfirning RC davrlari R48, C20, C21, R50, C22, C23, R52, C24, C25 tiristorlarga parallel ravishda ulanadi, bu tiristorlarning, shuningdek, R49, R51 va R53 varistorlarining noto'g'ri faollashishiga yo'l qo'ymaydi, ortiqcha kuchlanish pulslarini K2, K2, K3 dan oshib ketadi. Nominal tok 40 A bo'lgan TR91-12VDC-SC-C turini ishga tushirish tugagandan so'ng kuch tiristorlarini ishga tushiradi [7].

Boshqarish tizimi U_{AV} fazalararo kuchlanishidan ta'minlanadigan transformator quvvat manbai blokdan quvvatlanadi. Elektr ta'minotiga pasaytiruvchi transformatorlar TV1, TV2, VD1 diodli ko'prigi, tokni cheklovchi qarshilik R1, silliqlashtiruvchi C1, C3, C5 kondensatorlari, shovqinni bostiruvchi C2, C4, C6 kondensatorlari va mos ravishda 12 va 5 V kuchlanishni ta'minlovchi chiziqli stabilizatorlar DA1 va DA2 kiradi.

Boshqaruv tizimi PIC16F873 tipidagi DD1 mikrokontrolleri yordamida qurilgan. Mikrokontroller ORT5-ORT10 (MOC3052) opto-simistorlarini "yondirish" orqali VS1 - VS6 tiristorlari uchun boshqaruv pulslarini hosil qiladi. R36 - R47 rezistorlari VS1 - VS6 tiristorlarining nazorat qilish davrlarida tokni cheklash uchun ishlatiladi. Tekshirish pulslari bir vaqtning o'zida ikkita tiristorga fazalararo kuchlanishining yarim to'lqinining boshlanishiga nisbatan kechikish bilan beriladi. Tarmoq kuchlanishiga ega sinxronizatsiya sxemalari R13, R14, R18, R19, R23, R24 zaryadlovchi rezistorlar, VD3 - VD8 diodlari, VT1 - VT3 tranzistorlari, C17 - C19 saqlash kondansatkichlari va OPT - OPT4 rezistorlaridan iborat uchta bir xil blokdan iborat. 4 ta OPT2, OPT3, OPT4 optoparalarining chiqishidan RC2, RC1, RC0 mikrokontrollerlarining kirishlariga U_{ab} , U_{bc} , U_{ca} fazali kuchlanishlarining salbiy yarim to'lqinining boshlanishiga mos keladigan davomiyligi taxminan 100 mks bo'lgan impulslar yuboriladi. Agar yuqori grafikni tarmoq kuchlanishi U_{av} sifatida olsak, u holda o'rta grafik C17 kondansatoridagi kuchlanishga, pastki qismi esa ORT2 optoparallarining fotodiodi orqali tokga to'g'ri keladi. Mikrokontroller o'z kirishlarida qabul qilingan sinxronizatsiya impulslarini qayd qiladi, fazalarning mavjudligini, almashinish tartibini, "yopishish" yo'qligini aniqlaydi, shuningdek, tiristorni boshqarish pulslarining kechikish vaqtini hisoblab chiqadi. Sinxronizatsiya

davrlarining kirishlari R17, R22 va R27 varistorlari tomonidan haddan tashqari kuchlanishdan himoyalangan. R2, R3, R4 potansiyometrlari yordamida rasmda ko'rsatilgan yumshoq ishga tushirishning ish sxemasiga mos keladigan parametrlar o'rnatiladi; mos ravishda $R2 - T_{start}$, $R3 - T_{torm}$, $R4 - U_{nachi} U_{ots}$. R2, R3, R4 dvigatellarining belgilangan kuchlanishlari DD1 mikrosxemasining RA2, RA1, RA0 kirishlariga beriladi va ADC yordamida o'zgartiriladi. Boshlash va tormozlash vaqti 3 dan 15 sekundgacha sozlanishi va dastlabki kuchlanish noldan 60 graduslik tiristor o'tkazuvchanlik burchagiga mos keladigan kuchlanishgacha sozlanishi. C8 - C10 kondensatorlari shovqinni bostiradi [8].

START buyrug'i XS2 ulagichining 1 va 2 kontaktlarini yopish orqali beriladi va OPT1 optoparallarining 4 chiqishida paydo bo'ladi. C14 va C15 kondensatorlari kontaktning sakrashi natijasida paydo bo'ladigan tebranishlarni bostiradi. XS2 ulagichining 1 va 2 kontaktlarining ochiq holati "STOP" buyrug'iga mos keladi. Ishga tushirishni boshqarish sxemasini almashtirish bloklash tugmasi, almashtirish tugmasi yoki kontaktlar o'rni bilan amalga oshirilishi mumkin.

Kuch tiristorlari B1009N termostati tomonidan issiqlik qabul qilgichda joylashgan odatda yopiq kontaktlari bilan haddan tashqari qizib ketishdan himoyalangan. Harorat $80^{\circ}C$ ga yetganda, termostat kontaktlari ochiladi va log darajasi mikrokontrollerning RC3 kirishiga yuboriladi.

HL1, HL2, HL3 LEDlar quyidagi holatlarning ko'rsatkichlari bo'lib xizmat qiladi:

- HL1 (yashil) "Tayyorlik" - avariya vaziyatlar yo'q, ishga tushirishga tayyor;
- HL2 (yashil) "Ish" - miltillovchi LED yumshoq ishga tushirish dvigatelni ishga tushirish yoki tormozlash, doimiy yorug'lik - byapassda ishlashni bildiradi;
- HL3 (qizil) "Muvaffaqiyatsizlik" - issiqlik qabul qiluvchining haddan tashqari qizishi, fazali kuchlanishlarning yo'qligi yoki "yopishishi" ni ko'rsatadi.

K1, K2, K3 aylanma o'rni logni ta'minlovchi mikrokontroller tomonidan yoqiladi. 1 tranzistor VT4 bazasiga.

Mikrokontrollerning dasturlash sxemasi XS3 ulagichi, VD2 diodi va J1 mikroswitch yordamida amalga oshiriladi. ZQ1, C11, C12 elementlari soat generatorini ishga tushirish sxemasini tashkil qiladi, R5 va C7 quvvatni qayta o'rnatish sxemasini tashkil qiladi, C13 mikrokontroller quvvat avtobuslarida shovqinlarni filtrlaydi.

YuITQ ning ishlashi uchun soddalashtirilgan algoritm bo'yicha mikrokontroller ishga tushirilgandan so'ng, avariyaning mavjudligini aniqlaydigan Error_Test pastki dasturi chaqiriladi: issiqlik qabul qiluvchining haddan tashqari qizishi, faza yo'qolishi sababli tarmoq kuchlanishi bilan sinxronlasha olmaslik, tarmoqqa noto'g'ri ulanish yoki kuchli shovqin sodir bo'ladi. Agar avariya qayd etilmasa, xato o'zgaruvchisiga "0"

qiyamati beriladi, pastki dasturdan qaytgandan so'ng, "Tayyor" LED yonadi va kontaktlarning zanglashiga olib, "START" buyrug'ini kutish rejimiga o'tadi. "START" buyrug'ini ro'yxatdan o'tkazgandan so'ng, mikrokontroller potansiyometrlarda belgilangan kuchlanish kuchlanishlarini analogdan raqamligiga o'tkazishni amalga oshiradi va T_{start} va U_{start} parametrlarini hisoblab chiqadi, shundan so'ng u quvvat tiristorlari uchun nazorat impulslarini chiqaradi. Ishga tushirish oxirida bypass yoqiladi. Dvigatel tormozlanganda, boshqaruv jarayonlari teskari tartibda amalga oshiriladi.

Yumshoq ishga tushirish tizimining texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari

Yulduz-uchburchak zanjirlarni ishga tushirish tokni hisoblash:

$$I_{pusk\ Y} = I_{pusk\ \Delta} / 3 = I_{nom} \cdot k_{pusk} / 3$$

$I_{pusk\ Y}$ — chulg'amlari yulduzcha ulanganda ishga tushirish toki (A)

$I_{pusk\ \Delta}$ — chulg'amlari uchburchak ulanganda ishga tushirish toki (A)

I_{nom} — dvigatelning nominal toki (A)

k_{pusk} — ishga tushirish tokini karraligi (5-7 marta)

Qo'shimcha qarshilikni hisoblash:

$$R_{dob} = (U_{nom} / I_{pusk.treb}) - (U_{nom} / I_{pusk.pryam})$$

Bu yerda :

R_{dob} — qo'shimcha qarshilik (Om)

U_{nom} — nominal kuchlanish (V)

$I_{pusk.treb}$ — talab etiladigan ishga tushirish toki (A)

$I_{pusk.pryam}$ — to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish uchun ishga tushirish toki (A)

Chastotani boshqarishning asosiy qonuniyati:

$$U/f = \text{const}$$

Bu yerda:

U — dvigatelning statoriga beriladigan kuchlanish (V)

f — kuchlanish chastotasi (Gs)

Ushbu qonunga rioya qilish dvigatelning magnit oqimining butun boshqaruv oralig'ida barqarorligini ta'minlaydi.

Pasport ma'lumotlari bo'lmaganda dvigatelning nominal tokiini aniqlash:

Uch fazali elektr dvigatelning uchun:

$$I_{nom} = P / (\sqrt{3} \cdot U_1 \cdot \cos \varphi \cdot \eta)$$

Bu yerda:

I_{nom} — dvigatelning nominal toki (A)

P — dvigatel quvvati (Vt)

U_1 — chiziqli kuchlanish (V)

$\cos \varphi$ — quvvat koeffisienti (0.8-0.85)

η — dvigatelning FIK (0.85-0.92)

Yumshoq ishga tushirish qurilmasi bilan tezlanish vaqtini hisoblash:

$$t_{\text{razg}} = J \cdot \omega_{\text{nom}} / (M_{\text{sr}} - M_{\text{c.sr}})$$

bu yerda:

t_{razg} — tezlanish vaqti (sek)

J — tizimning inersi momenti ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)

ω_{nom} — nominal aylanish chastotasi (rad/s)

M_{sr} — YuITQ bilan ishga tushirilganda dvigatelning o'rtacha momenti ($\text{N} \cdot \text{m}$)

$M_{\text{c.sr}}$ — ishga tushirishdagi qarshilikning o'rtacha momenti ($\text{N} \cdot \text{m}$)

55 kVt li forpress qurilmasi uchun yumshoq ishga tushirish qurilmasini hisoblash

Boshlang'ich ma'lumotlar:

- Dvigatel: 55 kVt, 1480 ayl/min, 380 V
- $\cos \varphi = 0.85$, $\eta = 0.91$
- Boshlanish momentining karraligi: 2.2
- Ishga tushirish tokning karraligi: 7.0
- Tizimning inertsia momenti: 4,2 kg m^2
- Qarshilik momenti: 90%

Hisoblash:

Nominal tok: $I_{\text{nom}} = 55000 / (\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.85 \cdot 0.91) = 103.5 \text{ A}$

Nominal moment: $M_{\text{nom}} = 9550 \cdot 55 / 1480 = 354.6 \text{ N} \cdot \text{m}$

To'g'ridan -to'g'ri ishga tushirish uchun ishga tushirish momenti: $M_{\text{pusk}} = 354.6 \cdot 2.2 = 780.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

Nominalga nisbatan kuchlanish 60% bo'lganda YuITQ dan foydalanilganda moment:

$M_{\text{pusk,upp}} = 780.1 \cdot 0.6^2 = 280.8 \text{ N} \cdot \text{m}$

Qarshilik momenti: $M_{\text{c}} = 354.6 \cdot 0.9 = 319.1 \text{ N} \cdot \text{m}$

$M_{\text{pusk,upp}} < M_{\text{c}}$ bo'lganda, UPP ning dastlabki kuchlanishini 70% ga oshirilganda moment

$M_{\text{pusk,upp,korr}} = 780.1 \cdot 0.7^2 = 382.2 \text{ N} \cdot \text{m}$

Tezlashtirish paytida o'rtacha ishga tushirish momenti:

$M_{\text{sr}} = (382.2 + 354.6) / 2 = 368.4 \text{ N} \cdot \text{m}$

Nominal aylanish chastotasi: $\omega_{\text{nom}} = 1480 \cdot 2\pi / 60 = 155 \text{ rad/s}$

Tezlanish vaqti: $t_{\text{razg}} = 4.2 \cdot 155 / (368.4 - 319.1) = 13.2 \text{ sek}$

"Uchburchak" sxemadan "yulduz" sxemaga almashtirishning texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari.

Elektr motor kam yuklanganida tarmoqda ularni "yulduz" sxemaga o'tkazish tavsiya etiladi. Uchburchak sxemada ulanishga nisbatan elektr motorning

chulgʻamlarining faza kuchlanishi kamayishi hisobiga, nafaqat aktiv quvvat balki reaktiv quvvatni sarfi ham kamayadi.

Kam yuklangan elektr motorlarining elektr tarmoqqa ulanishlarini "uchburchak" sxemadan "yulduz" sxemaga almashtirishda tejaladigan elektr energiya quyidagi formula orqali aniqlanadi [9]:

$$\Delta W_g = (\Delta P + k\Delta Q) \cdot \Delta t;$$

bu yerda, ΔP , ΔQ - aktiv (kVt) va reaktiv (kVAr) quvvat isroflari.

Δt_n - Elektr motorining "yulduz" rejimi yillik ish vaqti, soat/yil.

k-1 kVAr reaktiv quvvatga toʻgʻri keladigan aktiv quvvat isrofini aniqlash koeffisienti, kVt / kVAr.

Kam yuklangan elektr motorlarining elektr tarmoqqa ulanishlarini "uchburchak" sxemadan "yulduz" yulduzga almashtirish orqali aktiv quvvat isrofini kamaytirish taxlili [9]:

$$\Delta P_a = \frac{P}{\eta_\Delta} - \frac{P}{\eta_Y} = \frac{P}{\eta_\Delta} \cdot \left(\frac{\eta_Y - \eta_\Delta}{\eta_Y} \right) = \frac{300}{0.72} \left(\frac{0.78 - 0.72}{0.72} \right) = 34,7; \text{ kVt};$$

Reaktiv quvvatni isrofini kamaytirish:

$$\Delta Q = \frac{P}{\eta_\Delta} \tan \varphi_\Delta - \frac{P}{\eta_Y} \tan \varphi_Y = \frac{300}{0.72} 0.51 - \frac{300}{0.78} 0.35 = 87; \text{ kVAr}$$

Yillik tejalgan elektr energiya va aktiv quvvat:

$$\Delta P = k \cdot \Delta Q + \Delta P = 87 \cdot 0.03 + 34,7 = 37,3 \text{ kVt}$$

$$\Delta W_a = \Delta P_a \cdot T_{\max} = 37,3 \cdot 4000 = 149240 \text{ kVt} \cdot \text{ch.}$$

Iqtisod qilingan xarajatlar: $s_{sr}=1000$ sum/kVt·soat.

$$\Delta Z_a = \Delta W_a \cdot c_{cp} = 149240 \cdot 1000 = 149240 \cdot 10^3 \text{ mln sum}$$

Qoplash muddati 2 oy.

Yumshoq ishga tushirishning texnik iqtisodiy koʻrsatkichlari

Koʻrsatkichlar	To'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish	YuITQ bilan ishga tushirish	Iqtisodiy samaradorlik
Dvigatelning ishlash muddati	8 yil	12 yil	Dvigatel narxining +25%
Ta'mirlash davri	1,5 yil	2,5 yil	Ta'mirlash xarajatlarining -40%
Uskunalarini ta'mirlash xarajatlari	100%	65%	Xarajatlarning -35%
Energiya iste'moli	100%	95%	elektr energiyasi xarajatlari uchun -5%

Avariya hodisalarni bartaraf etish xarajatlari	100%	30%	Avariya xarajatlarning -70%
--	------	-----	-----------------------------

Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, yumshoq ishga tushirish tizimlarini joriy etish uskunaning ishlash intensivligi va ishlamay qolish xarajatlarini qarab o'rtacha 1,5-2,5 yil ichida o'zini qoplaydi.

Yumshoq ishga tushirish usullarini qiyosiy tahlil qilish

Yumshoq ishga tushirish usullarining qiyosiy tahlili.

Tavsiflari	Uchburchakda n yulduzga almashtirish	Avtotransformato r	YuITQ	Chastota o'zgartkich
Ishga tushirish tokini kamayishi	To'g'ridan to'g'ri ishga tushirishdan 33% gacha	To'g'ridan to'g'ri ishga tushirishdan 35-60% gacha	To'g'ridan to'g'ri ishga tushirishdan 30-80% gacha	Nominalning 100-150%
Ishga tushirish momentini kamaytirish	To'g'ridan to'g'ri ishga tushirishda 33% gacha	Kuchlanish kvadratiga proporsional	Kuchlanish kvadratiga proporsional	Nominalning 100-200%
Yumshoq ishga tushirish	Past (bosqichli ishga tushirish)	O'rtacha (2-3 bosqichli)	Yuqori	Juda yuqori
O'rnatishning qiyinligi	Past	O'rtacha	Past	O'rta / yuqori
Ta'mirlash talablari	Minimal	O'rtacha	Past	Yuqori
Ishlash rejimida FIK	99,8%	99,5%	99,5%	96-98%
Parametrlarni sozlash imkoniyati	Yo'q	Cheklangan	O'rtacha	Keng
Tormozlash imkoniyati	Yo'q	Yo'q	Ha (dinamik)	Ha (rekuperativ)
Himoya funktsiyalari	Asosiy	Asosiy	Kengaytirilgan	Kompleks
Nisbiy qiymat	0,3	0,5	1.0	2,0-3,0

Qo'llash sohalari	Oson ishga tushirish, kamdan-kam uzib yoqishlarda	O'rtacha yuklamada, qichik ishga tushirish chastotalarida	Spektrlarning keng doirasi	Og'ir sharoitlar, sozlash talab qilinadi
-------------------	---	---	----------------------------	--

Taqqoslash jadvalidan ko'rinib turibdiki, har bir usulning o'ziga xos afzalliklari va cheklovlari mavjud. Zamonaviy yumshoq ishga tushirishlar va chastota o'zgartkichlari eng keng imkoniyatlarni ta'minlaydi, ammo oddiy qo'llanishlar uchun har doim ham iqtisodiy jihatdan oqlanmaydi.

Xulosa

Elektr dvigatellari uchun yumshoq ishga tushirish tizimlari zamonaviy elektr yuritmalarning muhim elementi bo'lib, uskunalarining ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta'minlaydi. Optimal yechimni tanlash texnik talablarni, ish sharoitlarini va iqtisodiy omillarni to'liq tahlil qilishga asoslangan bo'lishi kerak.

Yumshoq ishga tushirish tizimlarini rivojlantirishning asosiy tendentsiyalari quyidagilardan iborat:

- Intellektual nazorat va diagnostika funktsiyalarining integratsiyasi
- Qurilmalarning energiya samaradorligini oshirish
- Zamonaviy avtomatlashtirilgan jarayonlarni boshqarish tizimlarida ishlash uchun aloqa imkoniyatlarini kengaytirish
- O'lchamlarni kamaytirish va o'ziga xos quvvatni oshirish
- Dizaynni optimallashtirish va ommaviy ishlab chiqarish orqali xarajatlarni kamaytirish

Yumshoq ishga tushirish tizimini tanlash va amalga oshirishda quyidagilar tavsiya etiladi:

1. Elektr dvigatelining va boshqariladigan mexanizmning xususiyatlarini diqqat bilan tahlil qiling
2. Kerakli boshlash va to'xtatish parametrlarini hisoblang
3. Turli texnik echimlardan foydalanishning maqsadga muvofiqligini baholash
4. Iqtisodiy tahlilni nafaqat dastlabki investitsiyalarni, balki operatsion xarajatlarni ham hisobga olgan holda o'tkazing
5. Agar kerak bo'lsa, eng yaxshi echimni tanlash uchun professional maslahatchilar bilan bog'laning

To'g'ri tanlangan va sozlangan yumshoq ishga tushirish tizimi elektr yuritmalarining ishonchli ishlashini ta'minlaydi, uskunaning ishlash muddatini oshiradi va operatsion xarajatlarni kamaytiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. **Mirzaev N. N.** Intellectual measurement of electrical energy consumption - monitoring device and software. Scopus conference: Rudenko International Conference “Methodological Problems in Reliability Study of Large Energy Systems“ (RSES 2023) E3S Web of Conferences. Volume 461, 2023, 01083. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346101083>
2. **Mirzaev N. N.** Study on computerized measurement-control system for determining the condition of electrical network insulation and permitted connections for electrical energy consumption. Scopus conference: 4th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2023) E3S Web of Conferences. Volume 434, 2023, 01021. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343401021>
3. Mirzoyev N.N. Information software and devices for energy efficiency management and control, *Chemical Technology, Control and Management*, 68-75 (2021)
4. Mirzoyev N.N. Analogical Model Development Methodology For Mathematical Modeling Of Energy Efficiency Control System, *The American Journal of Engineering and Technology* , 55-61 (2020)
6. Mirzoyev N.N. Intelligence devices for monitoring and control of energy efficiency of enterprises, *Chemical Technology. Control and Management*, 172-181 (2020)
7. Mirzoyev N.N., Sayfiyev O.H., Temirov T.O. Investigation of unauthorized connection to electrical networks, failure to detect their phase interruptions and short circuits to ground, *ResearchJet Journal of Analysis and Inventions* 3 (10), 130-143 (2022)
8. Mirzoyev N.N., Sobirov S. Study of violations of quality indicators of electricity supply network, *Central Asian Journal of Education and Innovation*, 83-86 (2023)
9. Mirzoyev N.N., Sobirov O. Sh. Computerized measurement control system of unauthorized connection to electrical networks and isolation control detection, *Science and Education*, 488-502 (2023)
10. I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev. Elektr energiyasini tejash va samaradorligini oshirish uchun gibrid quyosh elektr stansiyasini loyihalash uslubiyoti. “Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-2023” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to‘plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 175-181bet
11. M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev. Shamol elektr stansiyasi va quyosh elektr stansiyasi asosida gibrid elektr ta’minoti tizimini loyihalash. *Pedagogs jurnali* 10 (1), 2022/6/11, 100-108 bet

- 12.I.X. Siddiqov M.Q. Xoliqberdiyev, N.N. Mirzoyev. WE3000 markali shamol elektr stansiyasining elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarining tahlili. PEDAGOGS jurnali 10 (1), 2022/6/11, 93-99 bet
- 13.I.X. Siddikov, N.N. Mirzoyev, M.A. Anarboev, S.I. Davrboeva. Izolyatsiya holatini monitoring qilish va elektr tarmoqlariga ruxsatsiz ulanishlarni aniqlash uchun kompyuterlashgan axborot o'lchov tizimining istiqbollari, "Raqamli energetika tizimini yaratishning istiqbollari, muqobil energiya olishning muammolari va yechimlari-2023" xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasining ilmiy maqola va tezislari to'plami. Jizzax, 2023 yil 19-20 may, 252-257bet.