



## ANALYSIS OF HIGH HARMONICS AND METHODS FOR REDUCING THEIR INFLUENCE WHEN CONTROL OF ELECTRIC DRIVES THROUGH FREQUENCY CONVERTERS

Norboev A.E.

*Karshi engineering-economics institute, Karshi, Uzbekistan*

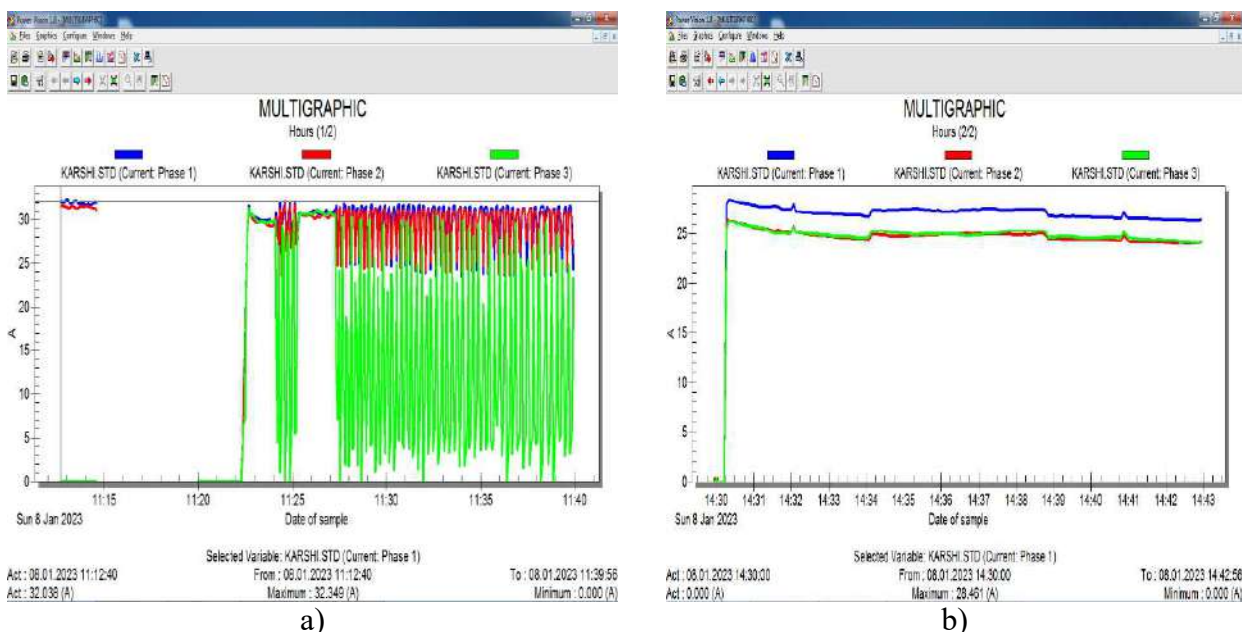
**Abstrac:** *Currently, to improve energy efficiency in most power supply systems implemented in all industries, a frequency converter-based control system is used. The control of electric drives through a frequency converter is important for increasing the energy efficiency of production, expanding the possibilities of mechanization of asynchronous electric motors and their automatic control processes, and increasing its energy efficiency. However, the use of frequency-controlled electrical circuits creates high harmonics of the supply voltage, current and magnetic currents, which leads to additional power losses in its circuit and magnetic circuit. This article presents analytical materials on the importance of driving electric vehicles with frequency converters, the results of experimental tests, the negative consequences of higher harmonics and methods to reduce their impact.*

**Keywords.** *Electric drive, frequency converter, current, voltage, harmonics, active and passive filters, energy efficiency, power supply system, switching, heating of electrical appliances, power dissipation, operating costs, phase current, direct start current.*

**Kirish.** 2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida "Iqtisodiyotni elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlash hamda "Yashil iqtisodiyot" texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish, iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish" maqsadida sanoat tarmoqlarida yo'qotishlarni kamaytirish va resurslarni ishlatish samaradorligini oshirish hamda "Suv resurslarini boshqarish tizimini tubdan isloh qilish va suvni iqtisod qilish bo'yicha alohida davlat dasturini amalga oshirish" maqsadida suv resurslaridan samarali foydalanish hisobiga kamida 7 milliard metr kub suvni iqtisod qilish, suv xo'jaligi obektlarida elektr energiyasi iste'molini kamaytirish kabi bir qator vazifalar belgilab berilgan [1].

Ushbu vazifalardan kelib chiqib, hozirgi kunda xalq xo'jaligining ko'plab sohalorida chastotaviy roslanuvchi elektr yuritmalari keng qo'llaniladi. ChO' lar an'anaviy elektr yuritmalarni boshqarish usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega, jumladan energiya samaradorligi yaxshilaydi va ularning xizmat muddatini uzaytiradi. Biroq, chastotaviy roslanuvchi elektr yuritmalarning joriy qilinishi yuqori garmonikalarni ham hosil qilib, natijada elektr ta'minoti tizimi va unga ulangan uskunalar uchun muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Ushbu maqolada biz yuqori garmonikalarning texnik sabablarini, ular olib kelishi mumkin bo'lgan muammolarni va elektr yuritmalarda kuchlanish va tokning yuqori garmonikalari ta'sirini kamaytirish uchun mavjud echimlarni o'rganamiz. Garmonikalar nochiqli yuklamalardan kelib chiqadi, ular tokni nosinusoidal shakli bilan xarakterlanadi. ChO' lar sanoatda nochiqli yuklarning keng tarqalgan manbai hisoblanadi. ChO' ning kommutatsiya harakati impuls kengligi modulyatsiyalangan (PWM) to'lqin shaklini yaratadi, bu yuqori chastotali garmoniklarni o'z ichiga oladi. ChO' ning kommutatsiya chastotasi qanchalik baland bo'lsa, hosil bo'lgan garmoniklarning tartibi shunchalik yuqori bo'ladi. Garmonikadan kelib chiqadigan muammolar quvvat tizimi va unga ulangan uskunalar uchun bir qancha muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Shuningdek haddan tashqari qizib ketish: tok transformatorlari, motorlar va boshqa jihozlarning haddan tashqari qizib ketishiga olib kelishi mumkin, bu esa xizmat muddatini qisqarishiga va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlarini oshishiga olib keladi. Natijda, kuchlanish buzilishi hisobiga yuqori garmonik signallar tok va kuchlanish to'lqin shaklini buzishi mumkin, bu esa elektr yuritmalarining boshqaruv tizimi kabi uskunalarda nosozliklarga olib keladi. Elektr yuritmalarda yuqori garmonikalarning hosil bo'lishi tizimning quvvat isrofini oshishiga olib keladi [3,4].

**Uslub va materiallar.** Sug'orish tizimida qo'llanilayotgan chastotali rostanuvchi elektr yuritma bilan olib borilgan tadqiqotlar natijalarini tahlil etamiz. Bunda 22 kVt quvvatga ega elektr yuritma ustida tajriba olib borilgan (1-rasm). Barcha tajriba natijalari AR 5L elektroanalizatori yordamida olingan.



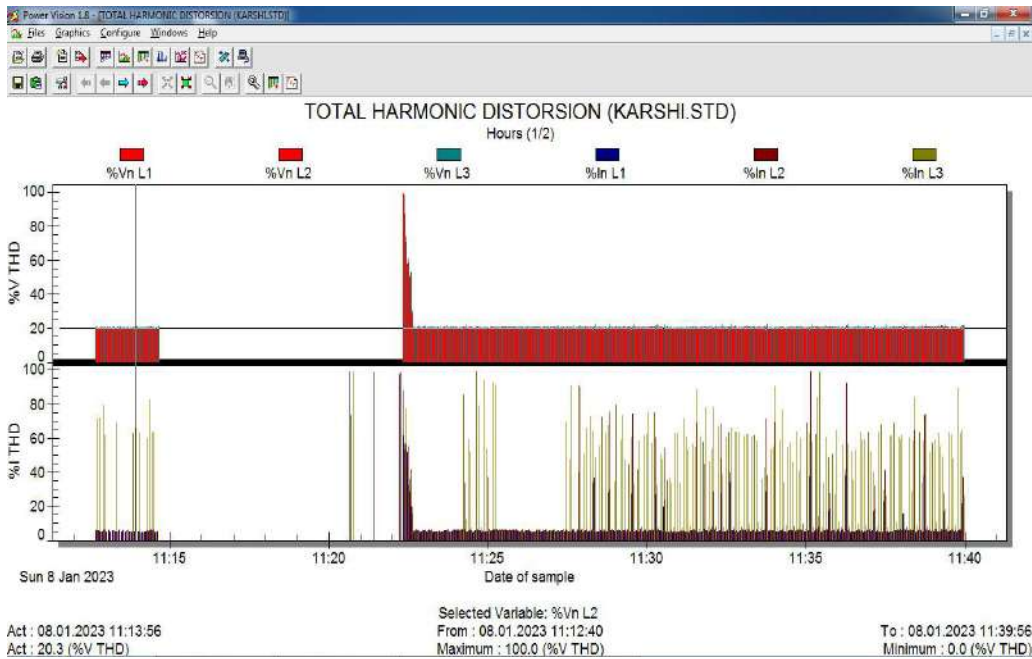
**1-rasm. Elektr yuritmaga chastota o'zgartirgich o'rnatilishidan oldingi va keyin holatlar uchun har bir faza toklarining o'zgarishi xarakteristikasi.**

Olingan eksperiment natijalariga ko'ra (1, a-rasm) kunning 11:20 dan 11:40 bo'lgan davrida elektr yuritmani to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirilganda C fazadagi tokning simmetriyasi sezilarli darajada og'ishini ko'rishimiz mumkin [2]. Bu esa o'z navbatida ortiqcha quvvat isrofiga olib keladi. Soat 11:22 dan 11:24 va 11:26 dan 11:28 gacha elektr yuritmaning har fazasidagi tok barqaror o'zgarganini boshqa holatlarda esa C fazadagi tokning nisbatan keskin o'zgargani aniqlandi. Natijada fazalar orasidagi simmetriyaning buzilishi uning oqibatida esa C fazada nosozliklar kelib chiqishi mumkin. Ayniqsa yer osti suv zahiralari asosida joriy qilingan sug'orish tizimidagi elektr yuritmalarni ta'mirlar va ularga texnik xizmat ko'rsatish bir qator iqtisodiy harajatlar bilan bog'liq muammolarni keltirib chiqaradi.

Keyingi (1, b-rasm) da elektr yuritma chastota o'zgartirgich asosida ishga tushirilgan. Bunda biz kunning 14:30 dan 14:43 gacha bo'lgan vaqtidagi elektr yuritmaning har bir fazasidagi tokning eksperiment natijalariga ko'ra qanday o'zgarishini ko'rishimiz mumkin. Elektr yuritma ishga tushirilgan 14:30 dan 14:31 gacha bo'lgan vaqt oralig'ida tokning 0 dan 27 A gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qilganligi, qolgan holatlarda esa tekis o'zgarishiga govoh bo'ldik. Bu esa o'z navbatida quvvat isrofining kamayishiga hamda elektr yuritmaga texnik xizmat ko'rsatish oraliqlarining o'sishiga sabab bo'ladi.

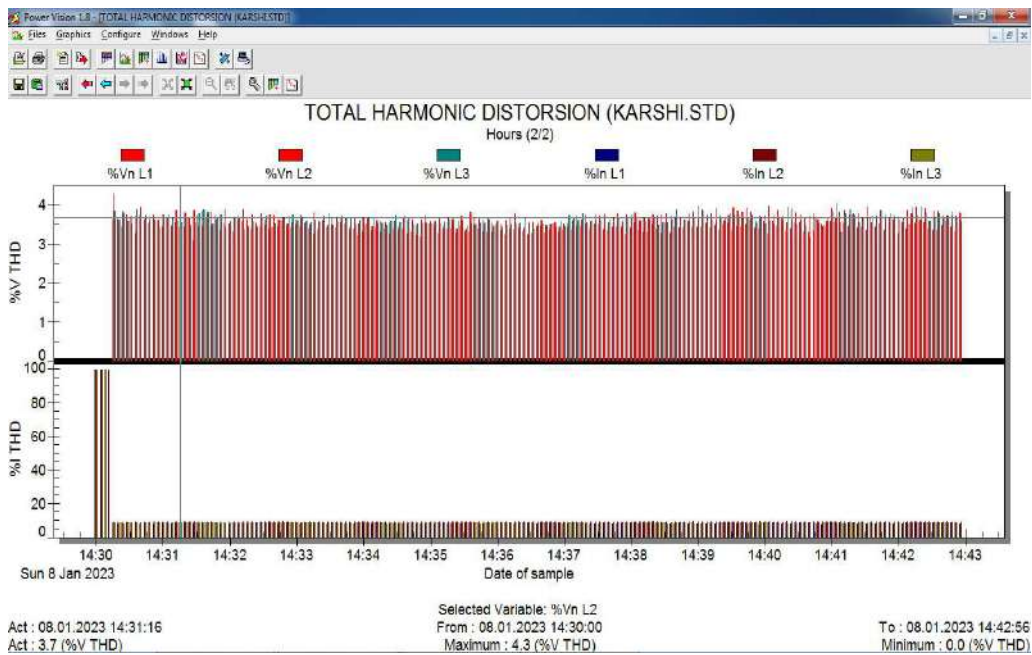
Shunga qaramasdan elektr yuritmani chastotali boshqarish natijasida yuqori garmonikalarining hosil bo'lishi muammosi dolzarligicha qolmoqda. 2-rasmda ushbu elektr yuritmani chastotali boshqarishda yuzaga kelgan yuqori garmonikalar eksperiment natijalari asosida keltirilgan.

Grafikda elektr yuritmani ishga tushirilishi vaqtida (soat 11:20 da) tok va kuchlanishning yuqori qiymatga erishganligini ko'rishimiz mumkin. Tajribaning qolgan vaqtdagi qismida kuchlanish o'zining turg'un holatini saqlaganligini, elektr yuritmaning B va C fazasidagi toklar esa sezilarli darajada og'ganligi aniqlandi.



**2-rasm. Elektr yuritmani to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishga tushirish eksperiment natijalari .**

Elektr yuritmalarning chastota o‘zgartirgich bilan ishga tushirilganda uning ishga tushirish tokining tekis o‘zgarish natijasida ishga tushirishdagi quvvat isrofining hamda har bir faza chulg‘amlarining qizishi kamayishiga buning natijasida izolyatsiyaning ishlash muddati ortishishiga erishish mumkin. Quyidagi 3-rasmda ushbu elektr yuritmani chastota o‘zgartirgich orqali ishga tushirish eksperiment natijalari keltirilgan.



**3-rasm. Elektr yuritmani chastota o‘zgartirgich orqali ishga tushirishda olingan eksperiment natijalari.**

Ushbu grafikda chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmada kunning soat 14:30 dan 14:43 gacha bo‘lgan vaqt davomida eksperiment tadqiqoti amalga oshirilgan. Agar oldingi holat bilan solishtiradigan bo‘lsak kuchlanish og‘ishi 4 % gacha o‘zgarganini shuningdek tokning og‘ishi elektr yuritma ishga tushirishda (soat 14:30 da) biroz oshganligini, qolgan vaqt oralig‘ida turg‘un holatini saqlaganligi ko‘rishimiz mumkin.

**Natija.** Chastota o'zgartirgich orqali elektr yuritmalar ishga tushirishlganda hosil bo'luvchi yuqori garmonikalarning salbiy ta'sirlarini kamaytirishning bir nechta echimlar mavjud:

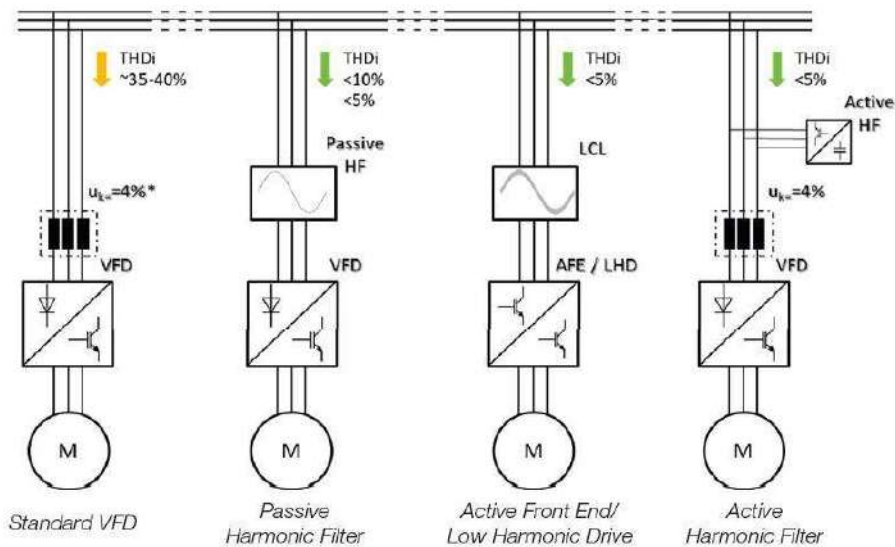
**Chiziqli reaktorlar:** Yuqori garmonikalarni filtrlash uchun chiziqli reaktorlar o'rnatilishi mumkin. Chiziqli reaktorlar joriy to'lqin shaklini tekislash uchun foydalaniladigan passiv qurilmadir.

**Passiv filtrlar:** Passiv filtrlar chastota o'zgartirgichlar bilan ishlatiladigan filtrlarning eng keng tarqalgan turidir. Ular garmonikalarni filtrlash uchun o'rnatiladi. Passiv garmonik filtrlar joriy to'lqin shaklini tekislash uchun induktivlik va sig'imdan foydalanadigan passiv qurilmalardir. Ular past tartibli garmoniklarni kamaytirishda samarali, lekin yuqori chastotalarda kamroq samarali berishi mumkin.

**Aktiv garmonik filtrlar:** Aktiv garmonik filtrlar garmoniklarni filtrlash uchun aktiv quvvat elektronidan foydalanadigan elektron qurilmalardir. Ular passiv filtrlarga qaraganda qimmatroq, lekin yuqori chastotalarda yaxshi samara beradi. Aktiv garmonik filtrlar maxsus garmonikalarni filtrlash va yuklanish va chiqish chastotasi o'zgarishiga moslashish uchun dasturlashtirilishi mumkin.

**Ko'p impulsli chastota o'zgartirgichlar:** Ko'p impulsli chastota o'zgartirgichlar hosil bo'lgan garmonikalar tartibini kamaytirish uchun bir nechta quvvatli yarim o'tkazgichlardan foydalanadi. Misol uchun, 12 impulsli ChO' olti impulsli rektifikatorlarning ikkita to'plamidan foydalanadi, ular 5 va 7-tartibdagi garmonikalarni bekor qiladi.

4-rasmda ChO' orqali boshqariluvchi elektr yuritmaga yuqori garmonikalarning ta'sirini kamaytirishda qo'llaniladigan qurilmalarning ulanish sxemalari mos ravishda ko'rsatilgan. Bu sxemada chastotaviy rostlanuvchi elektr yuritmalarda yuqori garmonikalarning ta'sirini kamaytirishda qo'llaniladigan chiziqli reaktorlar, passiv filtrlar, aktiv filtrlar hamda ko'p impulsli chastota o'zgartirgichlarning ulanishi keltirilgan.



**4-rasm. Yuqori garmonikalarning elektr qurilmalariga ta'sirini kamaytirish uchun qo'llanilgan qiltrlarning ulanish sxemalari [4]**

**Munozara.** Elektr yuritmalarni ChO' orqali boshqarish joriy qilinganda hosil bo'luvchi yuqori garmonikalar ta'sirini kamaytirish uchun eng yaxshi yechim dasturning o'ziga xos talablariga bog'liq. Passiv garmonik filtrlar odatda past tartibli garmonikalar uchun eng tejamkor yechim hisoblanadi, aktiv garmonik filtrlar esa yuqori tartibli garmonikalar va turli yuklamalarga ega yuritmalar uchun ko'proq mos keladi. Chiziqli reaktorlar va ko'p pulsi ChO' lar ham muayyan holatlarda samarali bo'lishi mumkin.

**Xulosa.** Elektr yuritmalarni ChO' orqali boshqarish joriy qilinganda hosil bo'luvchi yuqori garmonikalar quvvat tizimi va unga ulangan uskunalar uchun qator muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. Yuqori garmonikalarni yumshatish uchun bir nechta echimlar mavjud, jumladan passiv va



aktiv garmonik filtrlar, chiziqli reaktorlar va ko'p pulсли ChO' lar. To'g'ri echimni tanlash joriy etishning o'ziga xos ehtiyojlariga bog'liq.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. “2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida” gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni.
2. U.Berdiev, Norboev A. Investigation of asymmetry in asynchronous motor used in a borehole pump. E3S Web of Conferences 383, 04057 (2023).
3. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338304057>.
4. А.Т. Хабибуллин, Д.О. Хасанов, Р.М. Мухутдинов. Проявление высших гармоник при работе преобразователей частоты. Вестник магистратуры. 2016. № 1(52). Т.1. С. 65-66.
5. Бабакин В.И., Ивашкин О.Н. Анализ гармонического состава напряжения питающей сети с помощью виртуальной модели высоковольтного частотно -регулируемого асинхронного двигателя // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», 2012, №3. С. 32-41.