



UZLUKSIZ TEXNOLOGIK XARAKTERIDAGI KORXONALARDA YUQORI GARMONIKA TASHKIL ETUVCHILARINI FILTRLASH

Tovboyev Akram ^[0000-0003-2677-6977]

Navoiy davlat konchilik va texnologilar universiteti "Energetika" kafedrası professorı v.b., texnika fanları doktori (DSc.)

Annotatsiya. Ushbu maqolada uzluksiz texnologik jarayonga ega konchilik korxonalarida yuklamalar dinamikasi elektr tarmoqlarida mavjud kuchlanishlarning sifat ko'rsatkichlari o'rganildi. Asosan konchilik korxonasining uzluksiz texnologik jarayonlarda ishlashi inobatga olinib, energiya samaradorligining oshirish uslublarini o'rganish lozimligi aniqlangan. Korxonada induksion pechlar yuqori garmonikalarda ishlaganligi sababli ulardagi tokning garmonika darajasi ventilli o'zgartirgichlar ishlash vaqtida paydo bo'lgan garmonikalar darajasidan ancha katta bo'ladi. Shu bois uzluksiz texnologik xarakteridagi korxonalarda yuqori garmonika tashkil etuvchilarini filtrlash masalalari ko'rilgan.

Kalit so'zlar: uzluksiz texnologik jarayonlar, ventilli o'zgartirgichlar, yuqori garmonikalar, filtrlash masalalari, yuklamalar dinamikasi.

Аннотация. В данной статье в динамике нагрузки на горнодобывающих предприятиях с непрерывным технологическим процессом были изучены качественные показатели существующих напряжений в электрических сетях. В основном с учетом работы горнодобывающего предприятия в непрерывных технологических процессах, определено, что необходимо изучить методы повышения энергоэффективности. Поскольку индукционные печи на предприятии работают в высокой гармонике, уровень гармоник тока в них будет значительно превышать уровень гармоник, появившийся в момент срабатывания клапанных переключателей. Поэтому на предприятиях непрерывного технологического характера наблюдались проблемы с фильтрацией организаторов высоких гармоник.

Ключевые слова: непрерывные технологические процессы, вентиляльные преобразователи, высокие гармоники, вопросы фильтрации, динамика нагрузок.

Annotation. In this article, the dynamics of loading in mining enterprises with a continuous technological process were studied the qualitative indicators of the existing voltages in electrical networks. Mainly taking into account the work of the mining enterprise in continuous technological processes, it is determined that it is necessary to study the methods of increasing energy efficiency. Since induction furnaces work at the enterprise in high harmonica, the harmonic level of the current in them will be much greater than the level of harmonica that appeared at the time of operation of Valve changers. Therefore, in enterprises of a continuous technological nature, issues of filtering the organizers of high harmonica have been seen.

Keywords: continuous technological processes, valve converters, high harmonics, filtration issues, load dynamics.

Kirish

Korxonada mavjud induksion pechlarning ishlash jarayonida ham kuchlanish o'zgarishiga sezilarli darajada ta'sir qilib, kuchlanish tebranishlarining oshishiga, reaktiv quvvatning sarflanishiga, shuningdek, nosinusoidallik koeffitsiyentining oshishiga olib keladi. Induksion pechlar yuqori garmonikalarda ishlaganligi sababli ulardagi tokning garmonika darajasi ventilli o'zgartirgichlar ishlash vaqtida paydo bo'lgan garmonikalar darajasidan ancha katta bo'ladi. Umuman olganda, induksion pechlar uchun yuqori garmonika tokini baholash I_v/I_l nisbat asosida amalga oshirilishi mumkin. Bunda statistik ma'lumotlar asosida I_v va I_l toklarining qiymatlari aniqlanadi [1,2].

Yuqori garmonika tashkil etuvchilari ya'ni, tizimdagi induksion pechlar, payvandlash apparatlari, o'zgartirgichlarning mavjudligiga bog'liq bo'lib, elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarining yomonlashishi, kuchlanish sinusoidallik koeffitsiyenti oshishiga, chastota



va kuchlanishning og'ishiga olib keladi. Bundan tashqari elektr mashinalarida, transformatorlarida, tarqatish tapmorlarida qo'shimcha ispolarning qiymati kattalashib, tizimda reaktiv quvvatni qayta taqsimlash yuzaga keladi, bu esa statik kompensatorlar, ya'ni kondensator batareyalar yopdamida qoplashni talab etadi. Natijada izolyatsiya muddati qisqarib elektr jihozlarning ishonchligi pasayib bopadi, rele himoyasi va avtomatikasi tizimlari, aloqa va telemexanika tizimini ishlashi yomonlashadi hamda ishlab chiqarilayotgan mahsulotlar miqdori kamayadi va uning sifati buziladi. Buning uchun passiv filtr jarayonlaridan foydalaniladi [3]. Passiv filtr– bu aktiv, induktiv va sig'im qarshilikdan tashkil topgan bo'lib, ma'lum bir tarzda bir-biriga o'zaro bog'langan zanjirdan iborat. Bunday holda, bu zanjir so'ndirish gapmonika tashkil etuvchilarining chastotasi ferrozonansga sozlangan. Shuningdek, filtrlarni tasniflash elektr ta'minoti tizimiga ulanish sxemasiga qarab ketma-ket, parallel yoki kombinatsiyalangan ulanishlar orqali amalga oshirish mymkin [4].

Tadqiqot qismi

Filtrli kompensatsiya qurilmalari ferrozonans hodisalari asosida ishlaydi. Ferrorozonansning ikki xil ketma-ket va parallel sxemasi mavjud. R, L, C – ketma-ket ulanganda (1-rasm) kuchlanish ferrozonansi paydo bo'ladi. Bu holda toklar quydagi formula yordamida hisoblab chiqiladi [5-9]:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} \quad (1)$$

Kuchlanish ferrozonansi uchun maksimal tok amplitudasi minimal qarshilik qiymati bilan erishiladi:

$$\omega L = \frac{1}{\omega C} \quad (2)$$

Bunda C va L parallel ulanganda parallel ferrozonans yoki toklar ferrozonansi paydo bo'ladi. Bunday ferrozonansda umumiy o'tkazuvchanlik minimal bo'ladi va shuning uchun qarshilik maksimal bo'ladi. Bunday hollarda, umumiy tok minimal bo'lib, kuchlanish vektorlari tok vektorlariga to'g'ri keladi. Filtrlar uchun reaktiv quvvati Q_{PF} sozlash chastotasi f_s sifatlilik qiymati Q hisoblangan parametrlar hisoblanadi [8-10]. Filtrli kompensatsiya qurilmasining eng oddiy turi bu kompensatsiyalovchi kondensatorlar hisoblanadi. Bu filtrli kompensatsiya qurilmasida C- (sig'im) L_s (induktivlik) bilan tebranish konturini hosil qiladi.

Bunda tok uzatish koeffitsiyenti quyidagicha hisoblanadi:

$$F_{12}(j\omega) = \frac{1}{-\omega^2 L_c C + j\omega RC + 1} \quad (3)$$

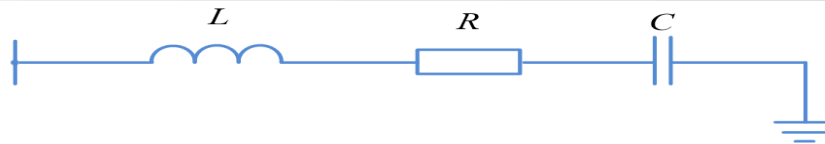
Modul $F_{12}(j\omega)$ ferrozonans chastotasi maksimali bilan aniqlanadi $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_c C}}$.

Bunday holda, uzatish koeffitsiyentining maksimal qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$F_{12}(j\omega_0) = \frac{1}{j\omega_0 RC} = \frac{\sqrt{L_c C}}{R} = Q, \quad (4)$$

bu yerda Q- yaxshilanishning sifatlilikligi.

Samarali yechimlardan biri bitta gapmonik tashkil etuvchisini so'ndirish uchun tuzilgan ketma-ket konturni kiritishdir (1-rasm).



1-rasm. Top polosali filtr.

Tor polosali filtrlarning bir turi ikkinchi tartibli filtrlar bo'lib, uning uzatish koeffitsiyenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$F_{12}(j\omega) = \frac{\omega^2 + j\omega rc + 1}{-\omega^2(L + L_c)C + j\omega(R + R_c)C + 1} \quad (5)$$

Uzatish koeffitsiyentining moduli ferrezonans chastotasida minimal qiymatni olib, $\omega_{0H} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, by holda elektr energiyaning sifat ko'rsatkichi tor polosali tarmoq hisoblanadi. $F_{12}(j\omega)\omega_{0T} = \frac{1}{\sqrt{L+L_c/C}}$ – qiymatda ferrezonans chastotasi $\omega_{0T} = \frac{1}{\sqrt{L+L_c/C}}$ – minimal darajaga yetadi.

Shuningdek, elektr energiyaning sifat ko'rsatkichi (1-rasm) ko'rinishdagi formula bo'yicha hisoblangan reaktiv quvvat uchun kompensatsiyani ta'minlaydi:

$$Q_C = \frac{U^2}{X_C} \quad (6)$$

Birinchi garmonika uchun:

$$Q_{LC} = \frac{n^2}{n^2 - 1} \cdot Q_C, \quad (7)$$

by yerda $n = \frac{\omega_{0H}}{\omega_c}$ – ferrezonans chastotasining asosiy gapmonika chastotasiga nisbati.

Reaktiv quvvat kompensatsiyasining oshishi kondensatordagi kuchlanishning oshishiga olib keladi:

$$U_C = U_0 + U_L = \frac{n^2}{n^2 - 1}, \quad (8)$$

bu yerda U_0 – tarmoqdagi kuchlanish.

Elektr ta'minoti tizimida asinxron dvigatellar bo'lishi sinxron dvigateldan tubdan farq qiladi, va ma'lum bir salbiy oqibatlarga olib keladi. Bunday hollarda dvigatellari mavjud bo'lgan tarmoqlarni o'chirib qo'yish talab etiladi, aks holda, qo'shimcha vaqt ichida dvigatellarning individual himoyasi ishga tushadi, bu esa uskunaning yanada katta zararlanishiga olib kelib, tizimni tiklash jarayonini kechiktiradi. Ishga tushirish uchun zarur bo'lgan vaqt davomida va elektr uzilishining davomiyligi nisbatan uzoq vaqt davomida ishlab chiqarish uchrn belgilangan me'yorlardan oshib ketishi mumkin, bu nuqsonli mahsulotlar chiqarishiga, xom-ashyo materiallarning shikastlanishiga olib keladi va ba'zi hollarda inson hayoti uchyn xavf tug'dirishi mumkin.

Xulosa

Konchilik korxonalarining o'ziga xos xususiyati tizimda ishlaydigan elektr mashinalari yuklamalarining nomuvofiqligi, texnologik jarayonning sikllilik xususiyati bo'lib, bu elektr jihozlarining resurslarini kamaytiradi. Elektr ta'minoti tizimida yuqori garmonika tashkil etuvchilarining mavjudligi sababli o'zgartirgich qurilmalarning keng qo'llanilishi elektr jihozlarining ishonchliligini yanada pasaytiradi. Garmonik tashkil etuvchilarning elektr ta'minoti tizimidagi quvvat isrofiga ta'siri va kabel tarmoqlariga bog'liq bo'lgan ruxsat etilgan yuklamalarning tavsifi o'rganildi. O'rganish natijalari elektr ta'minoti tizimi tarmoqlari va



qurilmalarida ruxsat etilgan yuklamalarning xarakteriga bog'liq holda filtrlar va kompensatsiya qurilmalarini tanlash mumkinligi belgilandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

[1]. Халимов Ф. Х., Евдокунин Г. А., Таджибаев А. Н. Защита сетей 6 — 10 кВ от перенапряжения. — Санкт-Петербург, 2001

[2]. Tovboyev A.N., Mardonov D.Sh., Mamatazimov A.X., Samatova S.S. Analysis of subharmonic oscillations in multi-phase ferroresonance circuits using a mathematical model//Scopus: Apitech III 2021. Journal of Physics: Conference Series 2094 (2021) 052048 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/2094/5/052048. pp. 260-216.

[3]. Хафизов Р.Р., Гусаков Д.В., Зарипов Р.Ф. Феррорезонансные явления в сетях различного класса напряжения и методы борьбы с ними// Вторая российская молодежная научная школа-конференция «Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи» Стратегия энергосбережения в энергетике. г. Уфа 2014 с. 249-250.

[4]. Товбоев А.Н., Ибадуллаев М.И., Муродов Ҳ.Ш., Нарзуллаев Б.Ш. Юқори кучланишли электр тармоқ ва тизимларида субгармоник феррорезонанс// Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». - Навои, 2020. -№4 (83)-С. 110-113.

[5]. Товбоев А.Н. Уч фазали электроферромагнит ток занжирларида субгармоник тебранишларнинг таҳлили // Научно-технический и производственный журнал «Горные вестник Узбекистана». -Ташкент, 2006. -№3 -с.87-88.

[6]. Tovbaev, A., Boynazarov, G., Togaev, I. Improving the quality of electricity using the application of reactive power sources // E3S Web of Conferences-2023, Volume 390, (2023) URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339006032>.

[7]. Ibadullaev M.I., Tovbaev A.N., Esenbekov A.Zh. Self-oscillations at the frequency of subharmonics in nonlinear electric chains and systems. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20191390> E 3S 139 (2019).

[8]. Товбоев А.Н., Ибадуллаев М., Есенбеков А.Ж., Назаров А.И. Частотно – энергетические соотношения при анализе автопараметрических колебаний. Научно – технический и производственный журнал «Горный вестник». Узбекистана. 2017. №2 с 165-167.

[9]. Ибадуллаев М., Товбоев А.Н., Есенбеков А.Ж. К общей теории анализа субгармонических колебаний в трехфазных феррорезонансных цепях и системах // Электричество. Россия, 2021. - №12. 35-45 с.