

## VENTILLI ELEKTR MOTOR MOMENTINI TO‘G‘RIDAN TO‘G‘RI BOSHQARISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH

*Achilov Xusen Djabarovich* “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” milliy tadqiqot universiteti Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti “Elektr energetikasi va elektrotexnika” kafedrasida assistenti.

*Mamadiyev Xumoyun Norqul o‘gli* “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti “Elektr ta‘minoti va qayta tiklanuvchan energiya manbalari” kafedrasida stajyor o‘qituvchi

**Annotatsiya:** Keyingi o‘n yillikda elektr yuritma ixtirochilar diqqatini asinxron va sinxron motorlar bilan bir qatorda ventil-induktorli dvigatellar (VID) ham tortib kelmoqdaki, ular chet el adabiyotlarida Switched reluctance machine (SRM) deb nom olgan. Bunday dvigatellarga bag‘ishlangan birinchi ishlar XX asrning 80-yillariga ta‘luqlidir. SHu yillar ichida ventil-induktorli dvigatellarning nazariyasi takomillashib borib, ularni ishlab chiqarish va elektr yuritmalarda amaliy qo‘llanilish tajribalari oshib bordi.

**Kalit so‘zlar:** asinxron dvigatel, mikroprotsessor, sinxron dvigatet, faza, rotor.

**Аннотация:** В последующее десятилетие, наряду с асинхронными и синхронными двигателями, а также вентиляльно-индукторными двигателями (ВИД), которые в зарубежной литературе называются вентиляльно-индукторными двигателями (ВРИ), внимание изобретателей электропривода привлекает внимание. Первые работы по таким двигателям относятся к 80-м годам 20 века. За эти годы совершенствовалась теория клапанно-индукторных двигателей, увеличивался опыт их производства и практического применения в электроприводах.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, микропроцессор, синхронный двигатель, фаза, ротор.

**Abstract:** In the next decade, along with asynchronous and synchronous motors, as well as valve-inductor motors (VID), which are called Switched reluctance machine (SRM) in foreign literature, the attention of electrical drive inventors has been attracting attention. The first works on such engines date back to the 80s of the 20th century. During these years, the theory of valve-inductor engines has been improved, and the experience of their production and practical use in electric drives has increased.

**Key words:** asynchronous motor, microprocessor, synchronous motor, phase, rotor.

VID larning qo‘llanilishiga asosiy mezonlar quyidagilardan iborat [1]:  
yuqori tezlikli va kichik isrofli kuch elektron kalitlarning yaratilishi;

qadamli dvigatellar yaratilishidagi tajribalar;  
asinxron dvigatellarni boshqarishda keng-impulslı modulyasiya prinsiplarını qo‘llashdagi tajribalar;

mikroprotsektor texnikasining rivojlanishi, qaysikim bu boshqaruvning murakkab alqoritmlarını qo‘llanilishidagi cheklovlarni olib tashladi;

VID ning asosiy afzalliklari:

konstruksiyasining soddaligi va u bilan bog‘liq bo‘lgan materialning tejalishi, bu esa motorning tan narxini hattoki qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron dvigatelga nisbatan ham pastligiga sabab bo‘ladi;

dvigatel ta‘minot olayotgan bir tomonlama o‘tkazuvchanlik tokiga ega bo‘lgan kuch ventelli kommutatorni o‘zida aks etiruvchi o‘zgartirgichning soddaligi;

Dvigatelning kamchiliklariga quyidagilarni misol qilish mumkin:

rotor holatining datchigi yoki uni o‘rnini bosuvchi elektron sxemadan foydalanishning zaruriyati;

stator qutblari cho‘lg‘amlaridagi toklarning murakkab shakllarını shakllantirish orqali erishiladigan silliq harakatni hosil qilishdagi va shovqin darajasini pasaytirishdagi qiyinchiliklar.

Asinxron va sinxron dvigatellardan farqli ravishda VID larda elektromagnit moment, statorning aylanuvchan magnit maydoni va rotor toklari orasidagi o‘zaro ta‘sir natijasida emas, balki magnit tizimning nosimmetrikligi hisobida hosil bo‘ladi. Ventil-induktorli dvigatelning ishlash prinsipi to‘rt fazali motor misolida 1-rasm orqali tushuntiriladi. Ayonqutbli statorning bir-biriga qarama-qarshi turgan har qaysi ikki qutbga ketma-ket ravishda ulangan o‘ram joylashtirilgan. Ikkita o‘ram stator faza cho‘lg‘alarini  $A_1 - A_2, B_1 - B_2, C_1 - C_2$  va  $D_1 - D_2$  hosil qiladi. Ular ta‘minotni ventelli kuch kommutatori orqali  $U_d$  kuchlanishli o‘zgarımas tok manбайдan oladi. Ventelli kuch kommutatorining har bir fazasi yuklamadan manbaning plyusidan munusi tomon tokni oqishini ta‘minlaydi. Rotor arrasimon bo‘lib, unda cho‘lg‘am bo‘lmaydi. VIDlarning o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki, uning rotoridagi tishlar soni stator qutblar soniga teng bo‘lmaydi. Stator qutblar soni quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

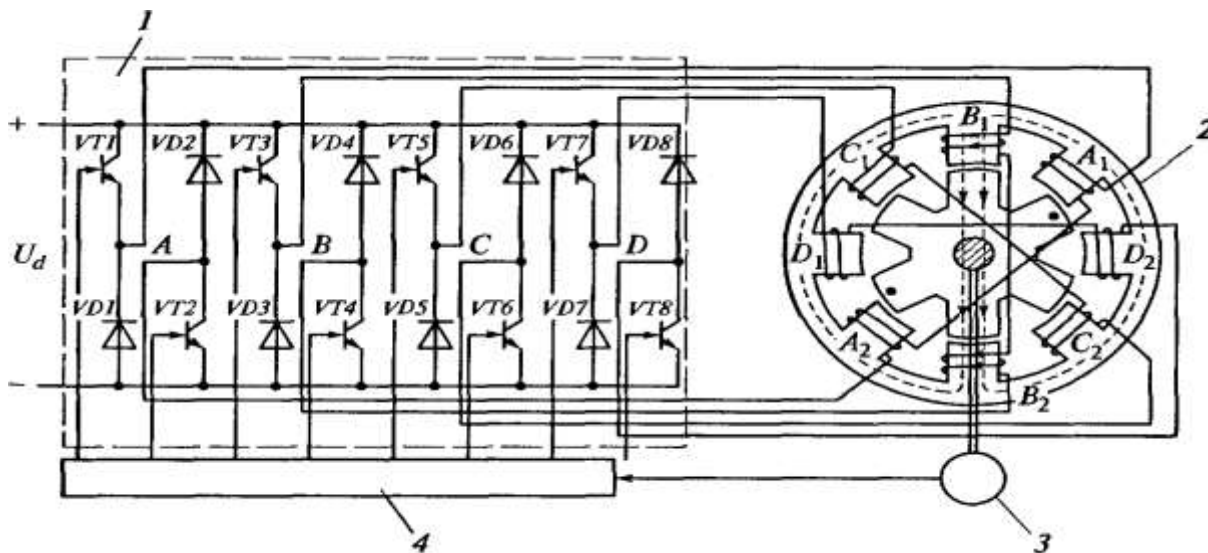
$$z_c = 2k_1m,$$

bu erda  $k_1$  – butun son;  $m$  – fazalar soni.

Rotorning qutblar (tishlar) soni  $z_p$  ixtiyariy tanlanmaydi, balki quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi

$$z_p = 2(k_2m \pm 1),$$

bu erda  $k_2$  – butun son.



1-расм. Ventelli-индукторли двигателning tuzulmasi:

1- kuch kommutatori; 2- dvigatel; 3- rotor holatining datchigi (RHD); 4- boshqaruv tizimi (BT)

1-rasmda tasvirlangan dvigatelda fazalar soni 4 ga,  $k_1$  va  $k_2$  koeffitsientlar esa 1 ga teng deb qabul qilingan, natijada stator qutblar soni 8 ga teng bo'ladi. Rotorning tishlar soni  $z_p$  uchun yozilgan formuladagi tanlangan ishoraga bog'liq holda 6 (1-rasmga q.) yoki 10 bo'lishi mumkin.

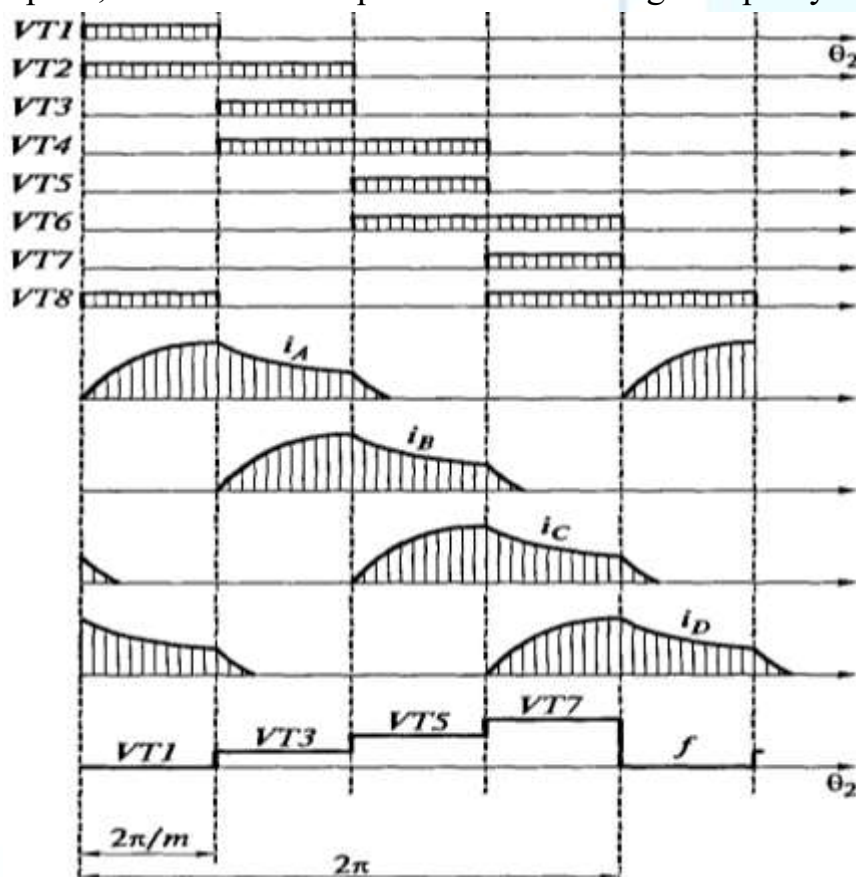
1-rasmda rotor holati shunday tasvirlanganki, unda tok manbadan tranzistorlar kaliti orqali kommutatorning  $B$  fazasidan va stator qutblarining  $B_1$  va  $B_2$  cho'lg'amlari orqali o'tadi, rotor o'qi esa ushbu cho'lg'amlar o'qi bilan mos tushadi. Statorning boshqa fazalari esa tok bo'lmaydi. Magnit kuch chiziqlari statorning cho'lg'amlarida tok bo'lgan ikkita qutbi va rotorning ikki tishi hamda rotor jismi orqali va undan keyin stator magnit tizimi yarmosi orqali tutashadi. Agar kommutatorning  $B$  fazasidagi tranzistorlar yopilib  $A$  fazadagi tranzistorlar ochilsa, unda tok  $A_1$  va  $A_2$  cho'lg'amlari orqali o'tadi va bu stator oqimining vektorini soat millari bo'ylab  $45^\circ$  ga burilishiga sabab bo'ladi. Stator maydoni ta'sirida  $A_1 - A_2$  cho'lg'am o'qi yaqinidagi rotor juft tishlarining o'qi  $A_1 - A_2$  cho'lg'am o'qi bilan mos tushguniga qadar buriladi. Rasmda rotorning bu juft tishlar nuqta bilan belgilangan. Rotor stator magnit oqimining vektorining burilish yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda  $15^\circ$  ga buriladi. Agar kommutatorning  $B$  fazasidan keyin  $S$  fazadagi tranzistorlar ochilsa, unda magnit oqimi vektori soat millariga qarama-qarshi yo'nalishda  $45^\circ$  ga, rotor esa soat millari bo'yicha  $15^\circ$  ga buriladi. SHunday qilib, VID elektromagnit reduksiya xususiyatiga ega, ya'ni dvigatel statori maydonining tezligi va rotorning tezligi bir-biriga teng bo'lmaydi. Qaralayotgan hol uchun reduksiya koeffitsienti  $k_p = 3$  teng. Rotorning aylanish yo'nalishi stator maydonining aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lishi –bu dvigatelning o'ziga xos xususiyatidir bo'lib, dvigatel rotoridagi tishlar soni statoridagi qutblar sonidan kam bo'ladi. Agar  $z_p > z_c$  bo'lsa, rotor stator maydoni yo'nalishi



bo'yicha aylanadi. Agar rotor tishlar soni uchun yozilgan formulada plus ishora olinsa, unda rotor tishlar sonini  $z_p = 10$  ga teng qilib yasash kerak bo'ladi, ya'ni stator qutblar sonidan ko'p. Unda rotor stator maydoni yo'nalishi bo'yicha aylanar edi, magnet reduksiya koeffitsienti esa  $k_p = 5$  gacha oshar edi.

Dvigatel rotori uzluksiz aylanishni davom ettirishi uchun stator qutblari cho'lg'amlarini ketma-ket ta'minot manbasiga ulash kerak bo'ladi. Cho'lg'amlarni bunday ulab-uzishlar rotor holatiga bog'liq ravishda amalga oshiriladi.

2-rasmda kuch kommutatori kalitlarining ulab-uzish algoritmi ko'rsatilgan. Har bir asosiy (toq) tranzistorning ochilish holatining burchagi  $2\pi/m$  ni tashkil qiladi, har bir yordamchi (jutf) tranzistorning ochilish holatining burchagi esa  $-\pi$ . Har bir fazada bir qutbli tokning shakllanishi uchta etapda amalga oshiriladi. Birinchi aktiv etapda, ya'ni dvigatel fazalariga ochiq turgan jutf va toq tranzistorlar orqali o'zgarmas tok manbasidan  $U_d$  kuchlanish qo'yilganda (1-rasmga q.), faza cho'lg'amlaridagi tok oshib boradi.  $2\pi/m$  sohaning oxirgi qismida ushbu fazaning asosiy tranzistori keyingi fazaning tranzistori ochilishi uchun yopiladi. SHundan so'ng ikkinchi passiv etap boshlanadi, unda berilgan fazadagi tok, keyingi  $2\pi/m$  burchak davomiyligi mobaynida ochiq turgan yordamchi tranzistordan o'tib, kamaya boshlaydi. Qachonki bu tranzistor yopilsa, tok ikki diod orqali o'tib keskin nolgacha pasayadi.



2-rasm. Ventil-induktorli dvigatel faza cho'lg'amlardagi toklarning shakllanishi

Biroq dvigatel ishlash jarayonida uning silliq aylanishini, moment pulsatsiyasini kamaytirishni va shovqin darajasining kamaytirishni ta'minlash uchun stator toki shakllanishining algoritmini murakkablashtirishga to'g'ri keladi. Tok maxsus qonun bo'yicha shakllanishi kerakki, unda dvigatelda kechadigan elektromagnit jarayonlarni optimallashtirsin. Ushbu qonunni tadbiq etish maqsadida aktiv va passiv etaplardagi tokning shakllanishiga ta'sir ko'rsatish kerak. Buning uchun keng-impulsli modulyasiya prinsiplarini yo asosiy tranzistorlarga yoki asosiy va yordamchi tranzistorlariga ta'siri qo'llanilishi mumkin.

Ventelli kuch kommutatorining kalitlarini ulab-uzish funksiyasini bajaruvchi rotor holati rotor holatining datchigi (RHD) orqali o'lchanadi (1-rasmga q.). Boshqaruv tizimida (BT) datchikdan olingan signallar diskret kommutatsiyali funksiya  $f$  aylantiriladi va u kerakli ulab-uzish algoritmini va tranzistorlar ochiq holatining davomiyligini ta'minlaydi.

Bayon qilingan kommutatsiya usuli yakka kommutatsiya deb nomlanadi, chunki ixtiyoriy vaqt momentida ta'minot manbasiga dvigatelning bitta fazasi ulanadi. SHu bilan bir qatorda manbaga dvigatelning ikki fazasi ulanadigan juft kommutatsiya ham qo'llaniladi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Бычков М.Г. Элементы теории вентильно-индуктивного привода // Электричество.-1997.-№8.-С.35-44.
2. Глазенко Т.А. Полупроводниковые преобразователи в электроприводах постоянного тока / Т.А. Глазенко. – Л. : Энергия, 1973.-304 с.
3. Bobozhanov, M. K., Tuychiev, F. N., Achilov, H. J., Mamadiyev, K. N., & Rajabov, J. B. (2022). MODELLING OF INDUCTION MOTOR WITH ANSYS MAXWELL RMXprt PROGRAMM. INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876, 16(01), 66-69
4. Ачиллов, Х. Д., Иноятлов, М. Б., Комилов, Д. И., & Холмурзаев, М. Ш. (2014). Прямой контроль крутящего момента двигателя. The Way of Science, 11.
5. Jovohir, X., Behzod, A., & Bekzot, K. (2022). Energy Saving with Two-Speed Motors in Pumping Stations. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 7, 37-40.
6. Jovohir, X., Behzod, A., & Bekzot, K. (2022). ELECTRIC DRIVES IN EXISTING ELECTRIC MOTORS RU SEC UML. ENERGY PARAMETERS OF THE ENGINE TO DISPLAY ENERGY SAVING MEASURES. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 10(6), 328-331.