AVM AVTOMATIK MODULLI SAQLAGICHLAR: ULARNING KONSTRUKTSIYASI, TURLARI, QO‘LLANISH SOHASI, KAMCHILIKLARI VA ISHLAB CHIQARUVCHILAR

Ametova Elnara Kuandikovna
Toshkent davlat transport universiteti PhD, dotsent
Qudratov Javohir Bahodir o‘g‘li
Toshkent davlat transport universiteti doktorant

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy elektr tarmoqlarida keng qo‘llanilayotgan **AVM tipidagi modul avtomatik viklyuchatellar (AVM-1, AVM-2)** ning fizik ishlash prinsiplari, himoya funksiyalari, ichki mexanik-elektrik qurilishi va ularga xos kamchiliklar tahlil qilindi. Shuningdek, dunyo bo‘yicha ushbu turdagi qurilmalarni ishlab chiqaruvchi yetakchi kompaniyalar, milliy standartlar va real ekspluatatsiya tajribasi asosida baholashlar keltirilgan. Maqola texnik xavfsizlikni ta’minlashda AVM larining roli va modernizatsiya yo‘nalishlarini ochib beradi.

Kalit so‘zlar: AVM modulli avtomatlar, himoya xarakteristikasi, bimetall va elektromagnit himoya, arka o‘chirish tizimi, uzish qobiliyati, ekspluatatsiya kamchiliklari

Аннотация. В данной статье проведён подробный анализ физических принципов работы модульных автоматических выключателей типа AVM (AVM-1, AVM-2), их защитных функций, внутренней электромеханической конструкции, а также присущих им конструктивных недостатков. Представлены данные о ведущих мировых производителях AVM-устройств, требованиях стандартов и результатах оценки на основе реального эксплуатационного опыта. Статья раскрывает роль AVM-выключателей в обеспечении электробезопасности и надёжности, а также направления их модернизации.

Ключевое слово: модульные автоматы AVM, защитная характеристика, тепловая и электромагнитная защита, дугогасительная система, отключающая способность, эксплуатационные недостатки

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the physical operating principles of AVM-type modular automatic circuit breakers (AVM-1, AVM-2), including their protection functions, internal electromechanical structure, and typical design limitations. Additionally, evaluations based on international manufacturers, current standards, and real-world operational experience are presented. The study highlights the role of AVM breakers in ensuring electrical safety and system reliability, along with potential directions for modernization.

Key words: AVM modular breakers, protection characteristics, thermal and magnetic trip, arc-quenching system, breaking capacity, operational limitations

ISSN 3030-3907

Kirish

Elektr energiyasini iste'molchilarga uzluksiz va xavfsiz yetkazib berish avtomatika tizimlarining eng muhim talablaridan biridir. Past kuchlanishli taqsimlash tarmoqlarida ko'pincha ortiqcha yuklama, izolyatsiya buzilishi, qisqa tutashuv yoki iste'molchi tomonidan yuzaga keladigan elektr xatoliklari tufayli avtomatika qurilmalarida avariya holatlari paydo bo'lishi mumkin. Zanjirdagi ortiqcha yuklama va qisqa tutashuvdan himoya qilish zamonaviy energiya ta'minoti tizimining asosiy talabi hisoblanadi. Ushbu xavflarni avtomatik rejimda bartaraf etish uchun avtomatik himoya modullari — AVM (Avtomatik Viklyuchatel Modull) seriyasi ishlab chiqilgan. AVM avtomatik modulli saqlagichlar iste'molchilarni tarmoqdagi ortiqcha tok oqimi va qisqa tutashuvdan himoya qiladi, tarmoqning uzluksiz ishini ta'minlaydi hamda energiya ta'minotining ishonchlilik darajasini oshiradi. Ular 0,4 kV gacha bo'lgan past kuchlanish tarmoqlarida keng qo'llaniladi. AVM-2 modeli O'zbekistonda ham eng ko'p qo'llaniladigan variant bo'lib, ichki uy-joy tarmoqlaridan tortib sanoat elektr taqsimlash qurilmalarigacha bo'lgan keng diapazonda ishlatiladi.

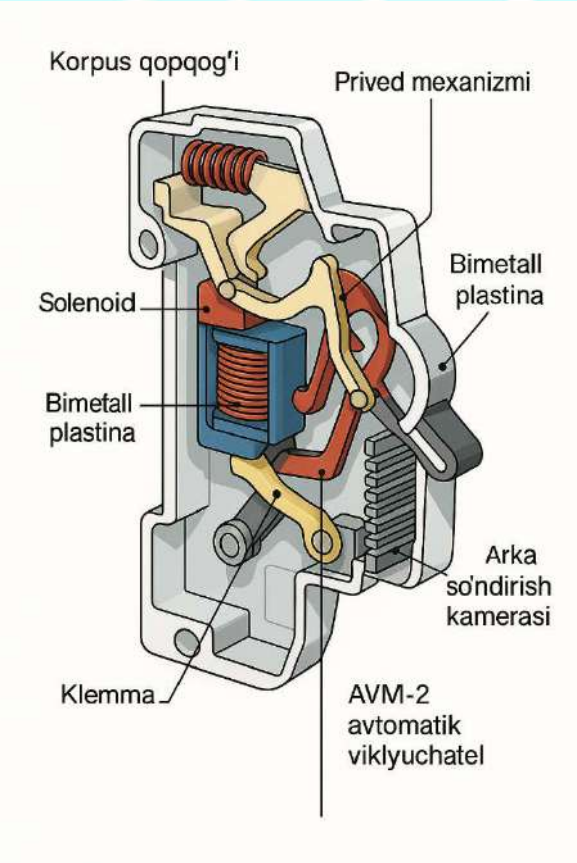
1.AVM va uning ichki tuzilishi

AVM tushunchasi va texnik ta'rifi. AVM — bu modulli avtomatik saqlagich (viklyuchatel) bo'lib, u elektr zanjirini yuklama ortib ketganda yoki qisqa tutashuv yuzaga kelganda avtomatik ravishda uzib qo'yuvchi himoya apparati hisoblanadi. "Modulli" atamasi uning korpusining standart o'lchamlarda bo'lishi (odatda DIN-reykaga o'rnatiladigan) va bir nechta modul yonma-yon joylashtirilishi mumkinligini bildiradi. AVMlarning ichki konstruksiyasi: bimetall plastina (issiqlik himoyasi), solenoid (elektromagnit tezkor himoya), quvvat kontaktlari, arka so'ndirish kamerasi,prujinali mexanizm kabi elementlardan tashkil topgan bo'lib, ularning o'zaro ishlashi elektr zanjirining ishonchli himoyasini ta'minlaydi.

AVMlarning yaratilish tarixi. Elektr tarmoqlarida ortiqcha tokdan himoya qilish g'oyasi ilk bor XIX asr oxirida paydo bo'lgan. 1920–1930-yillarda bimetall asosidagi issiqlik relelari joriy etildi. XX asrning 50–70-yillarida modul tipidagi avtomatik himoya qurilmalari ishlab chiqila boshlandi.Zamonaviy AVM seriyalari esa 1980–1990-yillar oralig'ida MDH (sobiq SSSR) hududida kichik modulli avtomatlar sifatida ishlab chiqarilgan. AVM-1, AVM-2, AVM-3 modellari aynan shu davrda yaratilgan bo'lib, keyinchalik ko'plab modernizatsiya qilingan variantlari paydo bo'ldi.

Quyida AVM-2 avtomatik saqlagichining real konstruktsiyasi asosida ichki tuzilishii keltiriladi:

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ichki mexanik-elektrik qurilish elementlari

- **Bimetall plastina** – issiqlik yuklamasidan himoya (uzoq muddatli ortiqcha tok)
- **Elektromagnit solenoid** – “momental” himoya (qisqa tutashuv)
- **Arka o‘chirish kamerasi** – yoyni bo‘laklarga bo‘lib tez so‘ndiradi
- **Kontakt juftlari (harakatlanuvchi va harakatsiz)**
- **Prived mexanizmi** (tutqich + prujina mexanizmi)
- **Qopqoq korpusi** (polikarbonat yoki ABS-plastik)
- **Terminal klemmalari**

2. Turlari va qo‘llanish sohasi

AVM avtomatik saqlagichlari bir nechta asosiy turlarga bo‘linadi:

1. Qutblari soniga ko‘ra:

1 qutbli (1P) — maishiy rozetkalar va yoritish liniyalari

2 qutbli (2P) — bir fazali yuklamalarni uzib qo‘yishda

3 qutbli (3P) — uch fazali dvigatellar uchun

4 qutbli (4P) — neytral simni uzish talab qilinganda

2. Himoya xarakteristikasi bo‘yicha (A, B, C, D klass)

A klass — nozik elektronika uchun

B klass — elektron yuklamalar

C klass — umumiy maishiy va ofis tarmoqlari

D klass — sanoat yuklamalari, dvigatellar, transformatorlar

MDH hududida chiqarilgan AVM seriyalari ko‘pincha C va D klasslarda bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

3. Nominal tok qiymatiga ko‘ra: 3A, 5A, 7.5 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 32 A, 40 A, 50 A. Bu diapazon gaz qozonlari, rozetka guruhlari, maishiy texnika, sanoat dvigatellari, nasoslar va boshqa yuklamalar himoyasida qo‘llaniladi.

4. O‘chirish qobiliyatiga qarab (kA):3 kA — maishiy tarmoqlar uchun, 4.5–6 kA — ofis va savdo ob’ektlari, 10 kA — sanoat uchun.

5. Maxsus AVM turlari:

AVM-N — nol o‘chirishli variant

AVM-KE — stansiya va sanoat avtomatikasiga mo‘ljallangan

AVM-UKM — kontakt resursi oshirilgan model

AVM-D — dvigatel yuklamalari uchun

O‘zbekistonda AVM-2 modeli uy-joy elektr tarmoqlari, maishiy iste’molchilar, bino ichki taqsimlash qutilari, kichik sanoat ob’ektlari va yordamchi texnologik liniyalarda eng keng ishlatiladigan avtomatik saqlagich hisoblanadi. Uning oddiy tuzilishi, arzonligi va o‘rnatish qulayligi uni amaliyotda ommabop qilgan.

Maishiy sektorda, kvartira va xonadon elektr taqsimlash qutilarida, ro‘zg‘or elektr jihozlarini haddan tashqari yuklanishdan himoya qilish, Maishiy yoritish va rozetka guruhlarida; **Sanoat ob’ektlarida,** 0,4 kV past voltli taqsimlash panellari, Nasos, ventilyator, kompressor kabi o‘rta quvvatli elektr dvigatellarini himoya qilish;

AVM-2 va AVM-3 larni avtomatika bloklarida yordamchi himoya sifatida qo‘llash, **temir yo‘l, konchilik va kimyo korxonalarida,** SHU, ShCh va boshqa boshqaruv shkaflarida yordamchi zanjirlarni himoya qilish, telefon, aloqa, signalizatsiya va telemexanika liniyalarini ortiqcha yuklama va qisqa tutashuvdan himoya qilish,

3.AVM turlarining kamchiliklari

Bugungi kunda ekspluatatsiya tajribasida AVM-2 ning quyidagi kamchiliklari qayd etiladi:

- Kontaktlarning tez kuyishi, ya’ni ko‘p marotaba ishga tushirishlarda kontaktlar tez isiydi va kuyadi. Arka kamerasi 5–7 yildan keyin samaradorligi pasayadi;
- Nominal tokning aniq saqlanmasligi, issiqlik sezgir bimetall plastina haroratga bog‘liq bo‘lganligi sababli yozda “erta”, qishda “kech” ishlashi kuzatiladi;
- Chidamlilik pastligi, sanoat sinfidagi avtomatlarga nisbatan ishlash resursi 6–10 ming siklni tashkil qiladi (ABB, Schneider kabi modellar 20–25 ming sikl);
- Mexanik o‘tkazgichning lat-lut bo‘lishi (o‘ynab qolishi), prujina mexanizmi vaqt o‘tishi bilan bo‘shab qolishi, tutqich qaytish mexanizmining sinishi;
- Himoya egri chizig‘ining torligi, AVM lar odatda **C** va **D** klassga mos keladi. Nozik elektron qurilmalar uchun **B** klass yetishmaydi. Aynan AVM-1, AVM-2,

ISSN 3030-3907

AVM-3 kabi eski modelli avtomatlar: C klass (universal) va D klass (sanoat yuklama) bo‘yicha ishlab chiqarilgan. Ammo B klass deyarli mavjud emas.
Bu esa quyidagi muammoga sabab bo‘ladi: Nozik elektron qurilmalar (server, PLC, sensorlar, telemexanika bloklari) uchun B klass talab qilinadi. AVM ning C klassi haddan tashqari qo‘pol — elektron qurilmani himoya qilolmaydi. Aynan shuning uchun AVM tizimi eskirgan deb hisoblanadi. Zamonaviy MCB (ABB, Schneider, Siemens) larda esa B, C, D to‘liq mavjud.

4. Ishlab chiqaruvchilar

AVM turidagi modul avtomatlar asosan MDH davlatlarida ishlab chiqariladi, chunki nomlanishning o‘zi “sovet” standartlariga asoslangan.

1. Rossiya

- “КЭАЗ” – Kurskiy elektrotekhnicheskiy zavod (AVM-1, AVM-2 analoglari)
- “Контактор”, “TDM Electric”, “IEK” – keng tarqalgan AVM liniyalari

2. Belarus

“Витебский электромеханический завод” — A3700, AB1000 analoglari

3. Ukraina

“Днепроэлектро” – modul avtomatlar va AV relelari

4. O‘zbekiston

To‘liq AVM liniyasi ishlab chiqarilmaydi, ammo **O‘zElectroApparat** korxonasida ayrim modul muhofaza avtomatlari yig‘iladi.

5. Jahon brendlari (AVM ekvivalenti)

- **ABB (Shvetsiya-Shveytsariya)**
- **Schneider Electric (Fransiya)**
- **Siemens (Germaniya)**
- **Legrand (Fransiya)**

Bu kompaniyalarda “AVM” nomi ishlatilmaydi, lekin funktsional jihatdan AVM-2 ga to‘liq mos keluvchi **MCB (Miniature Circuit Breaker)** modellari ishlab chiqariladi.

Xulosa

AVM tipidagi avtomatik saqlagichlar past kuchlanishli elektr tarmoqlarida ortiqcha yuklama va qisqa tutashuvdan himoya qilishda an’anaviy, ishonchli va iqtisodiy jihatdan maqbul himoya apparati sifatida uzoq yillardan beri qo‘llanib kelinadi. Ularning modulli tuzilishi, oddiy mexanik konstruksiyasi hamda servis xarajatlarining pastligi ushbu turdagi avtomatlarni maishiy va yengil sanoat tarmoqlarida keng qo‘llanilishiga asos yaratgan. Xususan, AVM-2 modeli O‘zbekistonda eng ommabop bo‘lib, rozetka guruhlari, yoritish tarmoqlari, kichik quvvatli nasos va ventilyatorlar, ustaxonalar hamda yordamchi texnologik liniyalarda keng qo‘llanadi.

ISSN 3030-3907

Biroq, texnologiyaning jadal rivojlanishi va elektr yuklamalarining murakkablashuvi natijasida AVM-2 turidagi an'anaviy avtomatik saqlagichlarda bir qator konstruktiv va funksional cheklovlar yaqqol namoyon bo'la boshladi.

1. Kontakt resursining pastligi. AVM-2 mexanik kontaktlarining ochilib-yopilish resursi zamonaviy MCB larning resursiga nisbatan ancha past bo'lib, odatda 6–10 ming siklni tashkil qiladi. Zamonaviy elektronika va avtomatlashtirilgan liniyalar ko'p marotaba ishga tushish va o'chirish amallarini talab qilgani sababli bu resurs cheklangan deb hisoblanadi. Kontakt yuzalarida arka hosil bo'lishi, oksidlanish va kuyish jarayonlari kontaktning qarshiligini oshiradi, natijada himoya ishonchliligi pasayadi.

2. Bimetall plastinaning haroratga sezgirligi. Issiqlik himoyasi bimetall plastina orqali amalga oshirilgan bo'lib, ushbu elementning ishlashi tashqi haroratga sezgir. Yozda yuqori harorat sababli AVM-2 nominaldan past toklarda "erta" o'chishi kuzatiladi, qishda esa sovuqda bimetall "qattiqlashadi" va himoya "kech" ishlaydi. Bu esa:nozik elektronikani keraksiz o'chirishga olib kelishi, yoki aksincha, yuklama qizib ketguncha avtomat o'chmasligi mumkinligini anglatadi. Bu nuqson elektr xavfsizligi nuqtai nazaridan muhim kamchilikdir.

3. Mexanik privedning tez eskirishi AVM-2 dagi prujinali-prived mexanizmlarining detallarida metall charchoqlanishi va eskirish juda tez sodir bo'ladi. Prujina elastikligi pasayganda yoki bo'g'inlar ishqalanish yo'li bilan yeyilganda:

avtomat kontaktlarining yopilish kuchi kamayadi, kontakt yuzalarida qizish kuchayadi, avtomatning ish rejimi beqarorlashadi. Bu kamchilik uzoq muddatli ekspluatatsiyada ayniqsa sezilarli bo'ladi.

4. Himoya xarakteristikasining torligi

AVM seriyalari, asosan, C va D klass himoya xarakteristikasida ishlab chiqarilgan. Biroq zamonaviy texnologiyada: PLC, sensorlar, telemexanika modullari, kompyuter texnikasi, nozik laboratoriya uskunalari uchun B klass himoya talab qilinadi. Bunday xarakteristikaga ega AVM turlari esa mavjud emas.

5. Zamonaviy MCB larning afzalliklari va taqqoslash. Bugungi kunda dunyo bo'yicha ABB, Schneider Electric, Siemens, Legrand kabi yetakchi kompaniyalar MCB sinfidagi yuqori texnologiyali avtomatik saqlagichlarni ishlab chiqmoqda. Ularning asosiy afzalliklari: kontakt resursi 20–25 ming siklgacha, bimetall bo'yicha kompensatsiya tizimi (haroratga sezgir emas), elektromagnit bo'limda yuqori sezgirlik, egri chiziqlarning keng diapazoni (A, B, C, D, K, Z), yuqori uzish qobiliyati (6–10 kA), modulning o'zini diagnostika qilish imkoniyati (ba'zi modellarda), yong'inga qarshi kuchaytirilgan konstruksiya. Bu omillar AVM-2 ning zamonaviy talablar uchun yetarli emasligini ko'rsatadi.

ISSN 3030-3907

6. Modernizatsiya zarurati va rivojlanish istiqbollari. O‘zbekistonda energiya iste'moli oshgani sayin yuqori texnologiyali himoya apparatlariga talab ham ortmoqda. Shuning uchun AVM-2 ning modernizatsiyasi yoki uni zamonaviy MCBlar bilan to‘liq almashtirish istiqbolli yo‘nalishlardan hisoblanadi. Mahalliy ishlab chiqaruvchilar uchun foydali yo‘nalishlar: bimetall harorat kompensatsiya tizimini yaratish, kontakt yuzalarining materialini yaxshilash, elektromagnit bo‘limning sezgirligini oshirish, B klass variantlarini ishlab chiqish, plastik va dielektrik korpus materialini modernizatsiya qilish, arka so‘ndirish kamerasi paketlarini ko‘paytirish.

Bu texnologik yechimlar elektr xavfsizligini oshiradi, energiya taqsimoti sifatini yaxshilaydi va mahalliy ishlab chiqarishga yangi imkoniyatlar yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Кацман М. Е. Аппараты защиты низковольтных электрических сетей. – Москва: Энергоатомиздат, 2018. – 256 с.
2. Коротков В. М., Клюев В. В. Низковольтные автоматические выключатели: Конструкция, расчет и эксплуатация. – Москва: Академия, 2020. – 312 с.
3. Siemens AG. Sentron Circuit Breakers: Applied Protection Principles. – Berlin: Siemens Energy Press, 2019. – 166 p.
4. ГОСТ Р 50345-2010. Выключатели автоматические для бытового и аналогичного назначения. – М.: Стандартинформ, 2011. – 54 с.
5. IEC 60898-1:2019. Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations. – Geneva: IEC, 2019. – 120 p.
6. Панфилов А. И. Электрические аппараты: теория и расчет. – СПб: Питер, 2017. – 428 с.
7. Курочкин В. И., Седов А. Н. Электрооборудование низкого напряжения: Учебное пособие. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – 364 с.

ISSN 3030-3907