ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ

Файзуллаев Ерназар Куат улы
Студент, Филиал РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в городе Ташкенте
E-mail: kroos4833@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются основные методы и способы защиты магистральных газопроводов от коррозии, являющейся одной из главных причин снижения надежности трубопроводных систем. Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения безопасной и бесперебойной транспортировки газа, а также уменьшения экономических потерь и аварийных ситуаций. В работе проанализированы современные методы антикоррозионной защиты, включая применение изоляционных покрытий, электрохимической защиты и ингибиторов коррозии. Научная и практическая значимость статьи заключается в систематизации существующих способов защиты и возможности их применения для повышения надежности газотранспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: коррозия, магистральный газопровод, антикоррозионная защита, электрохимическая защита, изоляционные покрытия, ингибиторы коррозии, надежность трубопроводов.

Annotatsiya. Ushbu maqola quvur liniyasi tizimining ishonchliligini pasaytirishning asosiy sabablaridan biri bo'lgan magistral gaz quvurlarini korroziyadan himoya qilishning asosiy usullari va usullarini ko'rib chiqadi. Ushbu mavzuning dolzarbligi gazni xavfsiz va uzluksiz tashishni ta'minlash, shuningdek, iqtisodiy yo'qotishlar va baxtsiz hodisalarni kamaytirish zaruratidan kelib chiqadi. Maqolada korroziyaga qarshi himoya qilishning zamonaviy usullari, jumladan, izolyatsiyalovchi qoplamalar, elektrokimyoviy himoya va korroziya ingibitorlaridan foydalanish tahlil qilinadi. Maqolaning ilmiy va amaliy ahamiyati mavjud himoya usullarini tizimlashtirish va ularni gaz transporti infratuzilmasi ishonchliligini oshirish uchun qo'llash imkoniyatlaridan iborat.

Kalit so‘zlar: korroziya, magistral gaz quvuri, korroziyaga qarshi himoya, elektrokimyoviy himoya, izolyatsion qoplamalar, korroziya ingibitorlari, quvur liniyasi ishonchliligi.

Abstract. This article examines the main methods and techniques for protecting main gas pipelines from corrosion, which is one of the main causes of reduced pipeline system reliability. The relevance of this topic stems from the need to ensure safe and uninterrupted gas transportation, as well as reduce economic losses and accidents. The paper analyzes modern anti-corrosion protection methods, including the use of insulating coatings, electrochemical protection, and

corrosion inhibitors. The scientific and practical significance of the article lies in the systematization of existing protection methods and the possibility of their application to improve the reliability of gas transportation infrastructure.

Keywords: corrosion, main gas pipeline, anti-corrosion protection, electrochemical protection, insulating coatings, corrosion inhibitors, pipeline reliability.

ВВЕДЕНИЕ.

Электрохимическая защита магистральных газопроводов является одной из важнейших сфер, направленных на обеспечение долговечности и надежной эксплуатации трубопроводных систем, играющих значимую роль в транспортировке углеводородного сырья и других веществ. В современных условиях, когда особое внимание уделяется вопросам энергетической безопасности и экологической устойчивости, применение эффективных способов предотвращения коррозии приобретает особую значимость. Коррозионные процессы, представляющие собой естественное разрушение металлов под воздействием окружающей среды, создают серьезную угрозу для целостности газопроводов, что может привести к аварийным ситуациям, утечкам и крупным экономическим потерям. В связи с этим исследование и применение электрохимических методов защиты становятся одной из приоритетных задач в области трубопроводного транспорта.

Актуальность данной работы определяется не только возрастающими требованиями к безопасности и надежности магистральных газопроводов, но и необходимостью совершенствования существующих технологий защиты от коррозии. В последние годы активно развиваются новые технические решения и методы, направленные на повышение эффективности электрохимической защиты, что требует комплексного анализа и систематизации современных научных и практических подходов. В данной работе рассматриваются основные аспекты электрохимической защиты магистральных газопроводов, включая теоретические основы коррозионных процессов, методы катодной защиты, применение протекторных анодов, использование импульсных систем, способы активации электролита, а также методы контроля и мониторинга состояния защитных систем. [1]

ЛИТЕРАТУРНЫЙ АНАЛИЗ.

1. Теоретические основы коррозионных процессов

Коррозия газопроводов классифицируется как деструктивный химический и электрохимический процесс взаимодействия металла с

ISSN 3030-3907

агрессивной внешней средой. Выделяют три основных вида почвенной коррозии:

электрохимическая, вызванная контактом металла с электролитами грунта (кислоты, щелочи, влага) [3]

химическая (атмосферная) – коррозия происходит в результате воздействия на металл влажного воздуха, осадков при этом происходит окисление металла (его ржавление) [2]

биокоррозия, инициируемая жизнедеятельностью микроорганизмов, продукты которой ускоряют деструкцию даже полимерных покрытий. [2]

электрическая, возникающая под воздействием блуждающих токов от промышленной инфраструктуры и транспорта. [3]

2. Пассивные методы защиты (Изоляционные покрытия)

Если ранние работы фокусировались на битумно-мастичных и ленточных покрытиях со сроком службы 10–15 лет, то современные исследования обосновывают переход к высокотехнологичным системам:

Трехслойные полиэтиленовые (3LPE) и полипропиленовые (3LPP) покрытия - технических обзорах они признаны «золотым стандартом» для магистральных газопроводов, обеспечивая безремонтную эксплуатацию на срок более 50 лет. Также исследования эффективности эпоксидных и полиуретановых систем подчеркивают их высокую адгезию и химическую стойкость, особенно при эксплуатации в условиях повышенных температур (до +150...200°C). [4]

3. Активная электрохимическая защита (ЭХЗ)

Пассивная изоляция не является самодостаточной из-за неизбежного старения и механических повреждений. Основными методами активной защиты являются:

Катодная защита - принцип основан на наложении отрицательного потенциала на трубу от внешнего источника. Исследования устанавливают критический диапазон защитного поляризационного потенциала стали от -0,85 В до -1,15 В относительно медносульфатного электрода сравнения.

Протекторная защита - описывается как автономный метод с использованием жертвенных анодов (магниевых, цинковых или алюминиевых сплавов) для участков без стабильного энергоснабжения.

Электрический дренаж - рассматривается как специализированный способ отвода блуждающих токов в источник их возникновения. [3]

4. Внутренняя защита и химические методы

Проблема внутренней коррозии вызываемой $CO2$, $H2S$ и пластовой водой, занимает важное место в специализированных химических исследованиях. Выделяют два основных пути:

ISSN 3030-3907

Ингибиторы коррозии. Это поверхностно-активные вещества, создающие на внутренней стенке трубы гидрофобную пленку, снижающую скорость коррозии до безопасного уровня — менее 0,1 мм/год.

Внутренние гладкостные покрытия. Применение эпоксидных составов не только защищает металл, но и улучшает гидравлические характеристики потока. [5]

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Методика исследования основана на анализе научной литературы, технических источников и нормативных документов в области защиты магистральных газопроводов от коррозии. В работе рассмотрены существующие методы электрохимической защиты и проведено их обобщение и сравнение.

Катодная поляризация осуществляется с помощью наложенного тока от внешнего источника энергии, обычно выпрямителя, который преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный. Защищаемая конструкция соединяется с отрицательным полюсом внешнего источника выпрямленного тока, так что она действует в качестве катода. Второй электрод (анодное заземление) соединяется с положительным полюсом источника тока, так что он действует в качестве анода. Принципиальная схема действия катодной защиты показана на рисунке 1. [2]

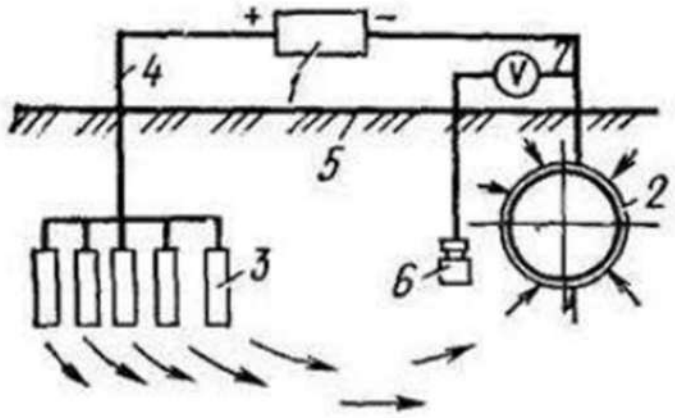


Рис.1. Принцип действия катодной защиты [2]: 1 - источник постоянного напряжения; 2 - трубопровод: 3 - анодное заземление; 4 - металлический проводник: 5 - грунт; 6 - медносульфатный электрод сравнения с датчиком поляризационного потенциала; 7 - высокоомный вольтметр

Катодная защита возможна только в том случае, когда защищаемая конструкция и анодное заземление находятся в электронном и электролитическом контакте: первое достигается с помощью

ISSN 3030-3907

металлических проводников, а второе — благодаря наличию электролитической среды (грунта), в которую погружаются защи- 10 щаемая конструкция и анодное заземление. Катодная защита регулируется путем поддержания необходимого защитного потенциала, который измеряется между конструкцией (или датчиком поляризационного потенциала) и ЭС. Обычно ЭС служит МЭС длительного действия, находящийся постоянно в электролитической среде (грунте). Потенциал между ЭС и защищаемой конструкцией, измеряемый высокоомным вольтметром, включает в себя кроме поляризационной составляющей омическое падение напряжения 1R, обусловленное прохождение катодного тока i через эффективное сопротивление R между электродом сравнения и защищаемой конструкцией. Только поляризация на поверхности защищаемой конструкции обусловливает эффект катодной защиты. Поэтому критериями защищенности являются минимальный и максимальный защитные поляризационные потенциалы. Таким образом, для точного регулирования поляризационного потенциала защищаемой конструкции по отношению к электроду сравнения из измеренной разности потенциалов должна быть иллюминирована (исключена) величина омической составляющей. Это достигается применением специальной схемы измерения поляризационного потенциала. Катодная поляризация неизолированной металлической конструкции до величины минимального защитного потенциала требует значительных токов. Наиболее вероятные величины плотностей токов, необходимых для поляризации стали в различных средах до минимального защитного потенциала (—0,85 В) по отношению к медно-сульфатному электроду сравнения.

Протекторные установки предназначены:

- для защиты от почвенной коррозии участков большой протяженности, удаленных от источников электроснабжения, где нецелесообразно применение катодной защиты внешним током;
- в местах неполной защиты, для обеспечения необходимого защитного потенциала;
- для защиты от почвенной коррозии кожухов на переходах через железные и автомобильные дороги;
- на участках блуждающих токов – в качестве земляных микродренажей.

Средний срок службы протектора – 5-10 лет. Таким образом, положительные стороны данного способа ЭХЗ: эффективность, простота устройства, удобность эксплуатации, автономность.

ISSN 3030-3907

Отрицательные стороны – снижение эффективности при значительном удельном сопротивлении грунта, окружающего протектор и использование дефицитных материалов.

Работа протекторной защиты основана на том, что протектор обладает более низким электрическим потенциалом чем материал газопровода в следствии чего при повреждении изоляции газопровода в зоне защиты на газопровод идет нанос протекторного металла. В результате этого образуется гальванический элемент «труба-протектор», в котором трубопровод является катодом, протектор – анодом, а почва – электролитом. В следствии чего происходит разрушение протектора (электрода) а не металла газопровода. Протектор (электрод) состоит из железокремния, углеграфита помещенного в засыпку из (соль+глина+вода) засыпка необходима для более лучшего контакта электрода с землей. Принципиальная схема протекторной защиты показана на рисунке 2. [2]

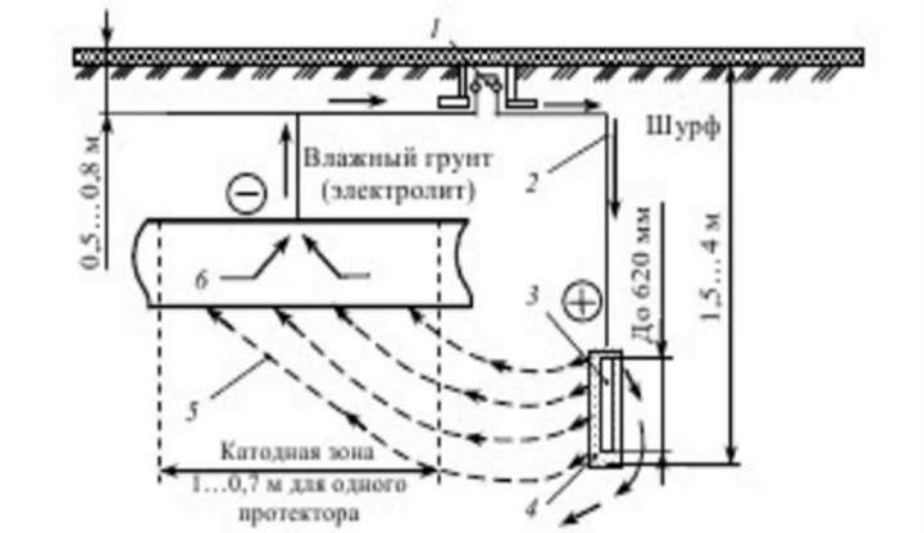


Рис.2. Принципиальная схема протекторной защиты [2]: 1 – контрольный пункт; 2 – соединительный кабель; 3 – протектор (электрод); 4 – заполнитель (соли +глина + вода); 5 – пути движения защитного тока в грунте; 6 – газопровод

В большинстве случаев рельсы электрифицированных железных дорог и трамваев не имеют достаточной проводимости, в результате чего часть электрического тока стекает в почву. Такой ток называют блуждающим. Газопроводы, прокладываемые вблизи железных дорог, необходимо защищать от блуждающих токов, так как металлические газопроводы являются хорошими проводниками. В тех местах, где блуждающие токи из почвы входят в трубопровод, образуются катодные зоны, а в тех местах где токи выходят из трубопроводов в почву, образуются анодные зоны. В анодных зонах происходит активная коррозия металла

ISSN 3030-3907

трубы. Под воздействием блуждающих токов трубопроводы могут разрушаться насквозь в течение короткого периода, поэтому борьба с ними крайне необходима. Эффективным методом борьбы с коррозией, вызываемой блуждающими токами, является электрический дренаж, то есть отвод блуждающих токов через проводник от газопровода к источнику возникновения этих токов. Отводом токов по проводнику понижается потенциал газопровода по отношению к почве, чем ликвидируются анодные и знакопеременные зоны и прекращается утечка токов с газопровода в землю. В зависимости от расположения тяговых подстанций и других факторов электродренажные линии от газопровода сооружаются либо непосредственно на тяговую подстанцию (на минусовую шину), либо на рельсы железной дороги. При сооружении электродренажной линии на минусовую шину тяговой подстанции электродренаж может быть прямым или поляризованным. Прямо дренаж применяется тогда, когда потенциал газопровода больше, чем потенциал системы, в которую отводятся блуждающие токи. При сооружении электродренажной линии на рельсы электродренаж должен быть обязательно поляризованным. Поляризованный дренаж отличается от прямого тем, что в схему дренажа вводятся поляризованные дренажные установки, устраняющие возможность обратного течения электрических токов на газопровод. Электродренажная линия может быть кабельной или воздушной. На электродренажной линии устанавливают контрольно-измерительные приборы. Принципиальная схема электродренажной защиты показана на рисунке 3. [2]

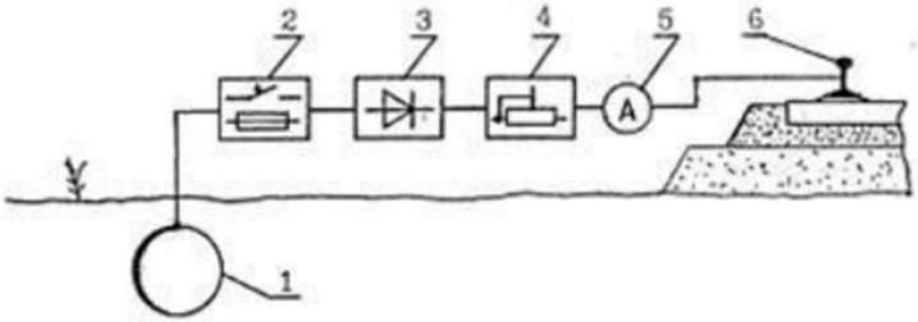


Рис.3. Принципиальная схема электродренажной защиты [2]: 1 – трубопровод; 2 - устройство зашиты от максимальных токов; 3 - поляризованный элемент; 4 - устройство для регулирования тока; 5 - амперметр с шунтом; 6 - рельсовая сеть электрифицированной железной дороги

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Коррозионные процессы способны существенно снижать надежность трубопроводных систем, вызывать аварийные ситуации и приводить к значительным экономическим и экологическим последствиям. В связи с этим применение современных методов антикоррозионной защиты приобретает особую актуальность.

В ходе работы были рассмотрены основные методы электрохимической защиты трубопроводов, включая катодную защиту, использование протекторных анодов, методы мониторинга состояния трубопроводов. Проведённый анализ показал, что комплексное применение данных методов позволяет значительно повысить эффективность защиты металла от коррозии и увеличить срок службы магистральных газопроводов.

Совершенствование технологий электрохимической защиты и внедрение современных систем контроля являются важными направлениями развития трубопроводного транспорта и способствуют повышению уровня промышленной и экологической безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев Э.Д., Харисов А.Р. Электрохимическая защита магистральных газопроводов: современные методы и практическое применение // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» № 1 (82) Том 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/elektrohimicheskaya-zaschita-magistralnyh-gazoprovodov-sovremennye-metody-i-prakticheskoe-primenenie/viewer;
2. Мартыненко Г. Н., Китаев Д. Н., Петрикеева Н. А., Тульская С. Г. Защита трубопроводов от коррозии: методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе. — Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2022. – 10-25 с.
3. Кузьмишкин А. А., Гарькин И. Н. Коррозия газопроводов и варианты защиты от нее // Вестник магистратуры. — 2014.
4. [Электронный ресурс] Антикоррозионные покрытия для трубопроводов: виды, нанесение и защита. URL: https://marilendrus.ru/blog/antikorrozionnye-pokrytiya-dlya-truboprovodov-vidy-nanesenie-i-zashhita/
5. [Электронный ресурс] Защита от коррозии - Промышленная и трубопроводная арматура в Минске от производителя БПК ИНВЕСТ. URL: https://bpk-invest.by/company/blog/zashchita-trub-ot-korrozii/

ISSN 3030-3907