

УДК 620.19

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КОРРОЗИИ

**Шумбасов Данила Евгеньевич**, магистрант, направление подготовки 08.04.01 Строительство, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: danilaschumbasov@gmail.com

Научный руководитель: **Закируллин Рустам Сабирович**, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики, Оренбургский государственный университет, Оренбург  
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

**Аннотация.** Актуальность данной работы заключается в том, что в системе газового оборудования коррозия является естественным и постоянным вредным физико-химическим процессом. Цель статьи – обзор литературы по процессам разрушения газового оборудования под действием коррозии. Используемый подход – теоретический. Методом научного исследования выступил анализ технической документации и научных трудов. Основными полученными результатами являются определенные при анализе виды коррозии и методы их устранения. Практическая значимость заключается в систематизированной новой общей информации по теме. Выполнен анализ достоинств и недостатков способов защиты, а также приведена оценка возможности применения с учетом критериев особенностей условий защиты. Направления дальнейших исследований состоят в изучении новых способов борьбы с коррозией. Протекторная анодная защита является самым ранним методом катодной защиты, который прост в эксплуатации и не требует источника питания. В результате анализа наиболее привлекательным является протекторная защита, так как она признана менее затратной.

**Ключевые слова:** коррозия, методы исследования, влияние коррозии, защита газопроводов, основные виды.

**Для цитирования:** Шумбасов Д. Е. Исследование процесса разрушения газового оборудования под действием коррозии // Шаг в науку. – 2024. – № 2. – С. 47–51.

## STUDY OF THE PROCESS OF DESTRUCTION OF GAS EQUIPMENT UNDER THE INFLUENCE OF CORROSION

**Shumbasov Danila Evgenyevich**, postgraduate student, training program 08.04.01 Construction, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: danilaschumbasov@gmail.com

Research advisor: **Zakirullin Rustam Sabirovich**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Hydromechanics, Orenburg State University, Orenburg  
e-mail: rustam.zakirullin@gmail.com

**Abstract.** The relevance of this work lies in the fact that in the system of gas equipment corrosion is a natural and permanent harmful physical and chemical process. The purpose of the article is to review the literature on the processes of destruction of gas equipment under the influence of corrosion. The approach used is theoretical. The method of scientific research was the analysis of technical documentation and scientific papers. The main results obtained are the types of corrosion identified in the analysis and methods of their elimination. The practical significance lies in the systematized new general information on the topic. An analysis of the advantages and disadvantages of protection methods is carried out, and an assessment of the possibility of application is given, taking into account the criteria for the characteristics of protection conditions. Directions for further research include exploring new ways to combat corrosion. Sacrificial anodic protection is the earliest method of cathodic protection, which is easy to operate and does not require a power source. As a result of the analysis, tread protection is the most attractive, since it is found to be less expensive.

**Key words:** corrosion, research methods, influence of corrosion, protection of gas pipelines, main types.

**Cite as:** Shumbasov, D. E. (2024) [Study of the process of destruction of gas equipment under the influence of corrosion]. *Shag v nauku* [Step into science]. Vol. 2, pp. 47–51.

Для предотвращения коррозии металлического оборудования в газодобывающей промышленности используются разнообразные методы, такие как нанесение защитных покрытий, применение специальных легированных материалов и регулярное техническое обслуживание. При газодобыче наиболее интенсивно корродирует металл, т.к. природный газ содержит такие агрессивные компоненты, как сероводород, углекислый газ, пары воды и органических кислот. Обеспечение надежной защиты металлических конструкций важно для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности процессов добычи, переработки и транспортировки газа [6].

В природном газе сера содержится в свободном виде и в виде сероводорода. В присутствии сероводорода и влаги происходит образование водорода, который может проникать в металл и вызывать его разрушение. Это особенно опасно для оборудования, находящегося под напряжением, так как водородная хрупкость может привести к механическому разрушению металла под воздействием напряжения. Для предотвращения сульфидной хрупкости и общей коррозии, металлическое оборудование может быть защищено специальными методами, такими как использование специальных легированных сталей, катодная защита, химические ингибиторы коррозии и защитные покрытия. Также важно проводить регулярный мониторинг состояния оборудования и профилактические мероприятия для предотвращения коррозии и сульфидной хрупкости [7].

Высокоминерализованные пластовые воды содержат различные агрессивные компоненты, которые могут вызывать серьезную коррозию металлического оборудования. Хлориды, сульфаты, сероводород и другие органические компоненты могут привести к различным типам коррозии, таким как общая коррозия, кавитация, сульфидная коррозия и другие. Для предотвращения коррозии в таких условиях часто используются специальные методы защиты, такие как применение легированных сталей, использование защитных покрытий, катодная защита, регулярный мониторинг состояния оборудования и проведение профилактических мероприятий. Также важно выбирать материалы для оборудования, устойчивые к воздействию высокоминерализованных сред. Надлежащее обслуживание и техническое обслуживание также играют важную роль в предотвращении коррозии и увеличении срока службы оборудования [4].

Электрохимическая коррозия возникает при контакте металла с токопроводящей средой, такой как влажная почва или морская вода. В этом процессе происходит окисление металла и восстановление окислителя в электролите. Скорость коррозии зависит

от различных факторов, включая электродный потенциал металла, концентрацию кислот и солей, а также температуру. Почвенная коррозия является одним из наиболее распространенных примеров электрохимической коррозии, так как подземные трубопроводы находятся в почве, которая может быть токопроводящей средой. Для защиты от электрохимической коррозии подземных трубопроводов используются различные методы, такие как катодная защита, использование специальных антикоррозионных покрытий на поверхности труб, выбор материалов с высокой устойчивостью к коррозии и регулярное техническое обслуживание [5].

Катодная защита является основным видом электрической защиты на газопроводах (рисунок 1), протекторная (рисунок 2) и дренажная (рисунок 3). Катодная защита используется для защиты от почвенной коррозии, а также от действия «блуждающих токов». Блуждающие токи могут возникать из-за различий в потенциалах между различными участками земли или из-за воздействия внешних источников электрического тока. Для объектов с разветвленной системой подземных коммуникаций может использоваться комбинированная защита. Это позволяет обеспечить эффективную защиту от коррозии, минимизируя при этом экранирующее влияние подземных коммуникаций. Катодные станции с несколькими точками дренаирования и рассредоточенными анодами могут быть использованы для создания равномерного распределения защитного тока и минимизации воздействия других подземных коммуникаций. Такие методы помогают обеспечить надежную защиту от коррозии для разветвленных систем подземных коммуникаций, таких как газопроводы [1].

Учитывая, что катодные выводы сооружаются через каждые 1000 метров газопровода, это позволяет обеспечить равномерное распределение точек измерения потенциала по всей длине газопровода. Такая система позволяет оперативно контролировать потенциал газопровода и принимать необходимые меры по обеспечению его защиты от коррозии. Приварка катодных выводов к газопроводу с помощью ручной электродуговой или термитной сварки обеспечивает надежное электрическое соединение между выводами и газопроводом, что позволяет точно измерять потенциал и контролировать работу средств электрозащиты без нарушения режима работы газопровода. Система катодных выводов и соответствующего оборудования играет ключевую роль в обеспечении надежной защиты газопроводов от коррозии, позволяя контролировать и поддерживать необходимый потенциал газопровода относительно почвы без нарушения его режима работы [3].

Источник постоянного тока, соединенный с анодным заземлением, создает условия для направления тока через почву к трубопроводу. Это позволяет поддерживать отрицательный потенциал на поверхности трубопровода, что предотвращает возникновение коррозии. При всём этом, поверхность бросового металла, зарываемого в землю, играет роль анода и обеспечивает электрическое соединение для формирования электрической цепи. Это создает условия, при которых вся поверхность трубопровода становится катодной, что предотвращает возникновение коррозии. При этом, контроль потенциала трубы относительно почвы позволяет оперативно реагировать на изменения и поддерживать необходимый уровень защиты от коррозии. Эффективность катодной защиты зависит от правильного выбора параметров источника постоянного тока, анодного заземления, а также от контроля и поддержания необходимого уровня потенциала трубопровода. Такие системы играют важную роль в обеспечении надежной защиты газопроводов от коррозии и продлении их срока службы [1].

Применение различных материалов для протекторов, таких как магний, алюминий, цинк и другие сплавы, позволяет выбирать подходящий протектор в зависимости от конкретных условий эксплуатации и требований к защите трубопровода. Установка протекторов в группах и их соединение с катодным выходом или непосредственно с трубопроводом с использованием кабелей или проводов обеспечивает создание электрической цепи, необходимой для формирования защитного потенциала на поверхности трубопровода. Также важно отметить, что использование заполнителя вокруг протекторов помогает уменьшить переходное сопротивление и повысить эффективность работы протекторов. Это позволяет обеспечить более равномерное распределение защитного потенциала вокруг трубопровода. В целом, протекторная защита представляет собой важный инструмент для обеспечения надежной защиты газопроводов от коррозии, особенно на участках, где катодная защита неэффективна или недоступна [1].

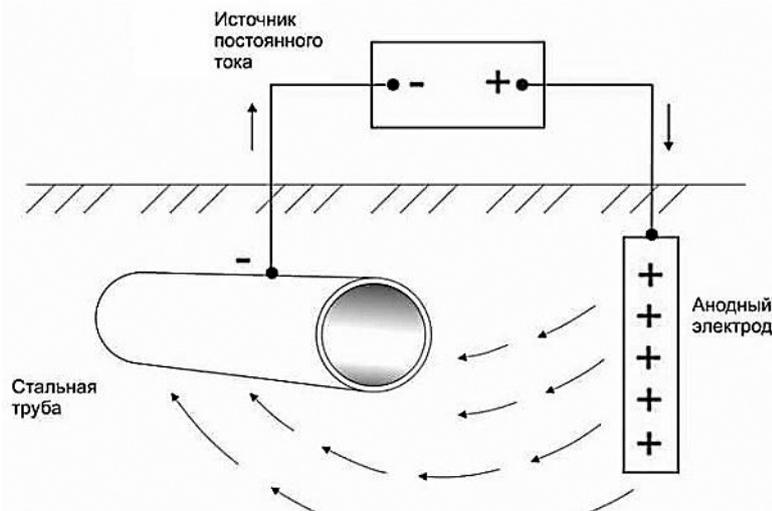


Рисунок 1. Катодная защита трубопроводов от коррозии  
Источник: взято из работы [4]

В этом методе используется внешний источник тока для создания защитного потенциала на поверхности металла, чтобы предотвратить коррозию. Это означает использование внешнего электрического тока от отрицательного полюса для поляризации катодных участков коррозионных элементов. Это приводит к увеличению потенциала до анодных значений, что помогает предотвратить коррозию. Затем положительный полюс источника тока прикрепляется

к аноду, что дополнительно увеличивает защитный потенциал и минимизирует коррозию защищаемого объекта. Можно сделать вывод, что описывается метод активной катодной защиты, который использует внешний источник тока для создания защитного потенциала на поверхности металла. Этот метод может быть эффективным для защиты металла от коррозии в тех случаях, когда металл не имеет склонности к пассивации [2].



Рисунок 2. Протекторная защита  
Источник: взято из работы [4]

Данный метод предполагает подсоединение к защищаемому металлу другого металла с более высоким электроотрицательным потенциалом, который называется анодом. В результате анод будет корродировать вместо защищаемого металла. Процесс коррозии анода является жертвенным процессом, который предотвращает коррозию защищаемого металла. Когда анод полностью корродирует, его необ-

ходимо заменить на новый. Этот метод защиты часто используется для защиты подземных трубопроводов, судовых корпусов и других металлических конструкций, которые находятся в агрессивной среде. Гальваническая защита может быть эффективным способом предотвращения коррозии, особенно в случаях, когда другие методы неэффективны или неудобны [2].

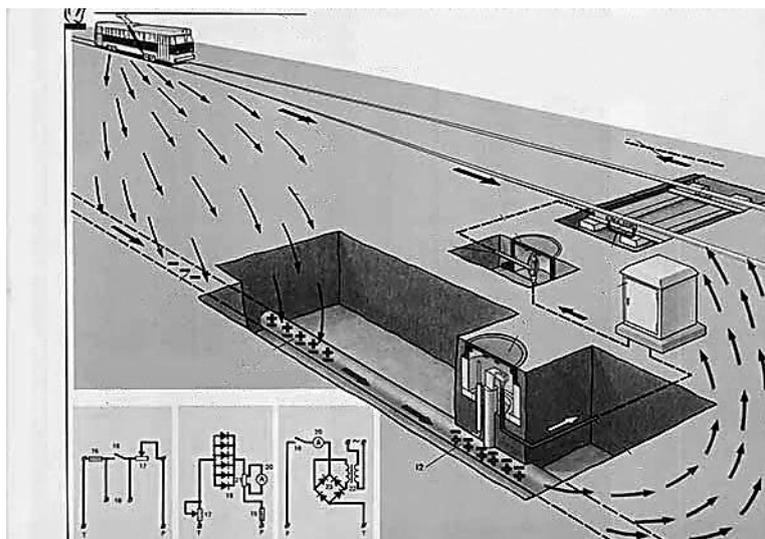


Рисунок 3. Электродренажная защита  
Источник: взято из работы [4]

Метод предусматривает дренаж (отвод) блуждающих токов с защищаемой конструкции на их источник или специальное заземление [2].

В результате анализа литературы о различных видах коррозии газового оборудования можно заключить, что каждый метод защиты имеет свои преимущества и недостатки. Зная эти характеристики, можно выбрать наиболее эффективный метод защи-

ты от коррозии для конкретных участков газовых сетей и трубопроводов, что позволит предварительно определить их надежность и эффективность в эксплуатации. Данные к исследованию будут приведены при выполнении ВКР на тему: «Исследование процесса разрушения газового оборудования под действием коррозии».

### **Литература**

1. Боков Л. А. О применении сталей повышенной коррозионной стойкости для промышленного оборудования газоконденсатных месторождений // *Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности*. Том 1 – 1967. – С. 12–15.
2. Бебей Ю. И., Сопрунок Н. Г. Защита стали от коррозионно-механического разрушения. – Киев: Техника, 1981. – 126 с.
3. Герцог Э. Коррозия сталей в сероводородной среде // *Коррозия металлов в жидких и газообразных средах*. – М.: Металлургия, 1964. – С. 315–340.
4. Махинько В. С., Афанасьев В. Л., Ляшенко А. М. Аспекты реализации электрохимической защиты трубопровода от коррозии для оптимальной работы электротехнической системы нефтеперекачивающей станции // *Булатовские чтения*. – 2020. – Т. 4. – С. 111–113.
5. Шевцов В. Д. Коррозионные разрушения насосно-компрессорных труб в скважинах Северного Дагестана // *Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности*. Том 9. – 1974. – С. 28–30.
6. Kermani M., Harrop D. (1995) The Impact of Corrosion on the Oil and Gas Industry. *SPE Production & Facilities*, Vol. 11, pp. 186–190. –<https://doi.org/10.2118/29784-PA>. (In Eng.).
7. Rahuma M. N., Kannan M. B. (2014) Corrosion in Oil and Gas Industry: A Perspective on Corrosion Inhibitors. *Journal of Material Sciences & Engineering*, Vol. 3, Is. 3, pp. 1–1. – <https://doi.org/10.4172/2169-0022.1000E110>. (In Eng.).

Статья поступила в редакцию: 18.05.2023; принята в печать: 31.05.2024.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.