

## ПРОБЛЕМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРРОЗИИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

### THE PROBLEMS OF CORROSION DURING TRANSPORTATION OF CHEMICALS

*M. Sachin  
M. Charantilov  
L. Kuznetsov  
V. Kovalev  
E. Mogilevtsev*

#### Annotation

Transportation of reactive substances is an important operation, which aims to ensure the chemical industry by the necessary reagents. To a greater extent on the impact of the pipeline affected, which are used to deliver fluids to the various processes. This article deals with the problem of corrosion during transportation of chemicals. Development of new approaches for the protection of pipeline against corrosion is one of the main measures to improve industrial safety of hazardous production facilities.

**Keywords:** corrosion, chemicals, industrial safety.

*Сячин Михаил Владимирович*

*Зам. нач. отдела ООО "ЦТД"*

*Шарантилов Михаил Александрович*

*Нач. отдела ООО "ГорМаш-Юл"*

*Кузнецов Леонид Александрович*

*Нач. отдела ООО "ЦТД"*

*Ковалев Валерий Викторович*

*Зам. гл. инженера. ООО "ЦТД"*

*Могилевцев Евгений Алексеевич*

*Нач. управления ООО "ГорМаш-Юл"*

#### Аннотация

Транспортирование химически активных веществ является одной из важных операций, которая призвана обеспечивать химическую промышленность необходимыми реагентами. В большей степени от такого воздействия страдают трубопроводы, которые используются для подачи сред в различные технологические процессы. Данная статья посвящена проблеме коррозии при транспортировке химических веществ. Разработка новых подходов к защите от коррозии трубопроводного оборудования является одной из основных мер по повышению промышленной безопасности опасных производственных объектов.

#### Ключевые слова:

Коррозия, химические вещества, промышленная безопасность.

**Т**ранспортирование химически активных веществ является одной из важных операций, которая призвана обеспечивать химическую промышленность необходимыми реагентами. Однако при транспортировке таких веществ возникает большая вероятность возникновения коррозии, что негативно сказывается на обеспечении промышленной безопасности опасных производственных объектов.

В большей степени от такого воздействия страдают трубопроводы, которые используются для подачи сред в различные технологические процессы. В данной работе будут рассмотрены проблемы возникновения коррозии, возникающей при транспортировке химических веществ.

*При перемещении химических веществ и взаимодействии их с металлом трубопроводов возникают два основных вида коррозии, которые имеют различные механизмы:*

◆ Электрохимическая коррозия. Данный вид коррозии возникает при взаимодействии металла с химиче-

ской средой, которая являет электролитом. В данном процессе, происходит переход металла в виде ионов в химическую среду, в которой протекают восстановительные процессы. Скорость такой коррозии зависит от электродного потенциала и определяется законами электрохимической кинетики;

◆ Химическая коррозия. Представляет собой процесс взаимодействия металла с химически активными средами, при котором происходит химическое взаимодействие между ними. Скорость процесса определяется на основе принципов химической кинетики и во многом зависит от концентрации взаимодействующих компонентов.

В реальности, эти два вида коррозии достаточно трудно разделить между собой, поскольку часто они могут накладываться друг на друга.

*К основным видам коррозии, которая возникает при*

перемещении химически активных веществ по трубопроводам, относятся:

- ◆ Газовая коррозия. Представляет собой вид коррозии, которая возникает в газовых средах при высоких температурах. Подача газов под большим давлением и с высокой температурой вызывает интенсивное образование окислы. Слой окислы растет по мере действия коррозии и вызывает постепенный износ металла. Взаимодействие газа с металлом вызывает изменение его механических свойств (снижение прочности), что может привести к возникновению аварий. Как правило, чем выше давление транспортируемого газа, тем сильнее коррозия. В качестве примеров можно привести следующие виды коррозии, возникающие при транспортировании газовых сред:

- Сероводородная коррозия. Сероводород усиленно воздействует на металл и ускоряет процесс диффузии водорода в кристаллическую решетку, что существенно снижает его прочность и приводит к последующему разрушению. Наличие влаги в газовой фазе многократно усиливает скорость коррозии. Аналогично этому влияет добавление кислорода в сероводород, что также ускоряет коррозию;

- Водородная коррозия. Особый вид коррозии, который приводит к обезуглероживанию металла, снижает его пластичность и прочность. Одной из основных характеристик, которая влияет на скорость такой коррозии, является парциальное давление водорода. Данный вид разрушения практически невозможно обнаружить по результатам визуального осмотра, поскольку необходимо проводить анализ химического состава металла;

- ◆ Коррозионное растрескивание. Интенсивный вид коррозии, на который приходится самое большое количество аварий. Данный вид коррозии возникает при одновременном воздействии химически активной среды и механических напряжений. В особенности опасны области концентраций остаточных напряжений, в которых коррозионное растрескивание происходит наиболее интенсивно;

- ◆ Межкристаллитная коррозия. При данном виде коррозии разрушение металла происходит по границам зерен. Одной из причин возникновения такой коррозии являются электрохимические процессы. В особенности подвержены такой коррозии аустенитные типы сталей, а также сварные соединения, технология сварки которых не была соблюдена. Данный вид коррозии связан с образованием карбида хрома, который выделяется по границам зерен, что вызывает снижение содержания хрома.

Упоминание о том, что вышеуказанные виды коррозии встречаются только в трубопроводах, будет не совсем корректным, поскольку они могут активно встречать-

ся при хранении химических веществ в резервуарах, при проведении химических процессов. Однако в действительности, наиболее активно коррозионные процессы будут протекать в трубопроводах в силу того, что скорость течения среды достаточно велика и массообменные процессы между химически активным металлом и средой проходят очень интенсивно. Именно по этой причине, потери на коррозию при эксплуатации трубопроводов в нашей стране могут составлять очень большие суммы, включая потери от возникновения аварий.

Основные требования безопасности при транспортировке химических веществ регламентируются ФЗ-116 [1] и Федеральными нормами и правилами "Правила безопасности химически опасных производственных объектов" [2]. Безусловно, одним из самых важных этапов, на котором закладываются требования промышленной безопасности к реализации процессов транспортирования химических веществ, является этап проектирования.

*Существуют следующие требования [2]:*

- ◆ Проведение монтажа, эксплуатации и изготовления трубопроводов для перемещения химически опасных веществ, а также арматуры, должно проводиться на основании учета физико-химических свойств сред и требований безопасности арматуры и трубопроводов;

- ◆ Конструктивные особенности фланцев и материал уплотнений должны выбираться на основании нормативно-технической документации на технологические трубопроводы, учитывая особенности их эксплуатации;

- ◆ Трубопроводные системы, которые используются для транспортирования сероводорода, должны обладать герметичностью, которая исключает попадание наружного воздуха в трубопроводы;

- ◆ Коррозионный износ трубопроводов необходимо контролировать с помощью неразрушающего контроля. Перечень методов и периодичность проведения контроля должны устанавливаться исходя из реальных условий эксплуатации трубопроводов.

Стоит отметить, что вышеуказанных способов решения проблемы действия коррозии при транспортировке химических веществ явно недостаточно.

*Существуют и другие подходы к защите от таких воздействий:*

- ◆ Применение антикоррозионных покрытий. Использование широкого спектра покрытий позволяет повысить стойкость металла к воздействию химически активных веществ. К таким материалам можно отнести: карбид титана, карбид вольфрама, диборид хрома и другие [3, 4].

◆ Снижение температуры транспортируемых сред. Использование дополнительного охлаждения транспортируемых сред значительно снижает скорость коррозии. К примеру, для снижения интенсивности водородной коррозии достаточно уменьшить температуру газа до 200°С и ниже. Конечно, данное мероприятие связано с организацией теплообмена и дополнительными затратами, но в то же время оно серьезно увеличивает срок службы трубопроводов;

◆ Снижение давления транспортируемых сред. Повышение давления увеличивает скорость коррозии, поэтому сокращение длины участков трубопроводов, по которым транспортируются газы с повышенным давлением, будет способствовать снижению действия коррозионно-активных сред;

◆ Использование оптимального гидродинамического режима транспортирования химических веществ. Повышение скорости течения жидкостей в технологических производствах вызвано необходимостью увеличения производительности, но это отрицательно влияет на безопасность эксплуатации трубопроводов. Ограничение скорости течения химически активных сред по трубопроводам будет способствовать снижению коррозионного износа металла;

◆ Снижение остаточных напряжений. Использование термической обработки сварных швов, а также мероприятий по снятию остаточных напряжений повысит защиту металла от коррозионного растрескивания;

◆ Применение электрохимической защиты. Использование различных видов защиты позволит снизить электрохимическую составляющую, которая в активном виде встречается во многих рассмотренных типах коррозии;

◆ Снижение коррозионной активности среды. Применение ингибиторов коррозии позволяет в значительной степени ослабить ее воздействие. Снижение агрессивности среды можно также осуществлять за счет изменения pH в большую сторону.

Таким образом, можно отметить, что проблема коррозии при транспортировании химически активных сред стоит достаточно остро и обеспечение защиты от данного воздействия имеет огромное значение для промышленной безопасности.

*Разработка новых подходов к защите от коррозии трубопроводного оборудования является одной из основных мер по повышению промышленной безопасности опасных производственных объектов.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов".
3. Электронный ресурс. Режим доступа: [[http://ftfsite.ru/wp-content/files/korozia\\_litov\\_metoda.pdf](http://ftfsite.ru/wp-content/files/korozia_litov_metoda.pdf)].
4. Чушенков, В.И. Синтез диборида хрома и исследование его характеристик и свойств / В.И. Чушенков, Ю.Л. Крутский // Химические технологии функциональных материалов = Chemical technologies of functional material : материалы междунар. Рос.-Казахстан. шк.-конф. студентов и молодых ученых. – Новосибирск : Изд-во НГТУ. – 2015. – С. 211–213.

© М.В. Сячин, М.А. Шарантилов, Л.А. Кузнецов, В.В. Ковалев, Е.А. Могилевцев, ( [eamogilevtcev@gm.stalmail.ru](mailto:eamogilevtcev@gm.stalmail.ru) ), Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

