

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Expocentre Fairgrounds

**II International Conference
«New Corrosion Protection Technologies in
Industry»**

September 19, 2016

Moscow, Expocentre Fairgrounds

**PROGRAMME
ABSTRACTS**

Moscow, 2016

Программа конференции

| 19 сентября 2016 г. | |
|---------------------|--|
| 10.30-11.00 | Регистрация участников |
| 11.00-11.10 | Приветствие Ю.И. Кузнецов (<i>Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН</i>) |
| 11.10-11.15 | "КОРРУС - 2017" – Международный салон оборудования и технологий противокоррозионной защиты и коррозионностойких материалов П. Зингер (<i>DECHEMA, Германия</i>) |
| 11.15-11.40 | Интеллектуальный выбор систем органических покрытий для защиты от коррозии оборудования переработки медной руды A. Miszczyk, K. Darowicki (<i>Gdansk University of Technology, Poland</i>) |
| 11.40-12.05 | Защита металлов от атмосферной коррозии тонкими пленками ингибиторов А.А. Чиркунов, И.Ю. Кузнецов, А.М. Семилетов (<i>Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Россия</i>) |
| 12.05-12.30 | Развернутое исследование конформных покрытий с использованием метода на основе АСМ M. Szociński, K. Darowicki (<i>Gdansk University of Technology, Poland</i>) |
| 12.30-12.55 | Особенности применения ингибиторов коррозии в системах с моноэтиленгликолем А.В. Бриков, А.Н. Маркин, С.В. Суховерхов, П.А. Задорожный (<i>Филиал компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» в г. Южно-Сахалинск, Россия</i>) |
| 12.55-13.30 | Перерыв |
| 13.30-13.55 | Состав для холодного цинкования «Гальванол» - долговременная защита металлоконструкций от коррозии В.А. Бочаров (<i>ООО «НПЦАЗ», Россия</i>) |
| 13.55-14.20 | Разработка метода и технических средств контроля защитной способности полимерных покрытий стальных труб нефтяного сортамента в сероводородсодержащей продукции нефтяных скважин В.Н. Протасов (<i>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия</i>) |
| 14.20-14.45 | Защита сталей в растворах кислот ингибиторами коррозии Я.Г. Авдеев, М.В. Тюрина, Д.С. Кузнецов, О.А. Киреева (<i>Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Россия</i>) |
| 14.45-15.10 | Исследование плотности тока в системе «рельс-земля-подземный трубопровод» М.В. Гусарова (<i>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина</i>) |

Technical programme

| September 19, 2016 | |
|--------------------|--|
| 10.30-11.00 | Delegates' registration |
| 11.00-11.10 | Welcome address Yu. Kuznetsov (<i>A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS</i>) |
| 11.10-11.15 | "CORRUS 2017" - International exhibition on technologies, equipment and materials for corrosion protection P.Zinger (<i>DECHEMA, Germany</i>) |
| 11.15-11.40 | Smart selection of organic coating systems for corrosion protection of copper ore processing equipment <u>A. Miszczyk</u> , K. Darowicki (<i>Gdansk University of Technology, Poland</i>) |
| 11.40-12.05 | Protection of metals against atmospheric corrosion by thin layers of inhibitors <u>A. Chirkunov</u> , Yu. Kuznetsov, A. Semiletov (<i>A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS</i>) |
| 12.05-12.30 | Smart testing of conformal coatings using AFM-based method <u>M. Szociński</u> , K. Darowicki (<i>Gdansk University of Technology, Poland</i>) |
| 12.30-12.55 | Specific features of corrosion inhibitors application in monoethylene glycol systems <u>A. Brikov</u> , A. Markin, S. Sukhoverkhov, P. Zadorozhny (<i>Sakhalin Energy Investment Company, Ltd., Institute of Chemistry Far-East department of RAS, Russia</i>) |
| 12.55-13.30 | Break |
| 13.30-13.55 | Composition for cold galvanizing "Galvanol" V. Bocharov (<i>SPCCP Ltd, Russia</i>) |
| 13.55-14.20 | Development of methods and technical means of verification the protective capacity of coated steel OCTG in hydrogen sulfide product oil wells V. Protasov (<i>Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Russia</i>) |
| 14.20-14.45 | Protection of steels in acid solutions by corrosion inhibitors <u>Y. Avdeev</u> , M. Tyurina, D. Kuznetsov, O. Kireeva (<i>A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS</i>) |
| 14.45-15.10 | Research of current density in the system "rail-ground-underground pipeline" M. Gusarova (<i>Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Russia</i>) |

SMART SELECTION OF ORGANIC COATING SYSTEMS FOR CORROSION PROTECTION OF COPPER ORE PROCESSING EQUIPMENT

Andrzej MISZCZYK¹, Kazimierz DAROWICKI²

¹Gdansk University of Technology, Chemical Faculty, Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering, 80-233 Gdansk, 11/12 Narutowicza St., Poland, andrzej.miszczyk@pg.gda.pl

²Gdansk University of Technology, Chemical Faculty, Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering, 80-233 Gdansk, 11/12 Narutowicza St., Poland, kazimierz.darowicki@pg.gda.pl

Proper operation of industrial devices in harsh corrosive environments requires the application of coating systems characterized by very good anticorrosion performance. However, which coating is the best? There are many manufacturers of protective systems on the market and usually each of them claims that his system is the best. How to choose the best indeed?

We proposed a way to evaluate and choose the best systems in specific corrosive environments. This has been proven in the conditions of a mining and processing company at the division of copper ore enrichment. Coating systems samples of various manufacturers were exposed to natural conditions of flotation and ore enrichment facility for half a year. After this period the samples were tested by means of impedance spectroscopy (to obtain coating resistance) and measurements of adhesion using pull-off method. Two basic aspects of coating protection: the barrier and adhesive mechanisms are characterized by these means. The results obtained are plotted in Fig. 1. Based on this Figure, it is possible to designate a group of the best, medium and the worst coatings under the circumstances of exposure. High coating resistance (barrier) and high adhesion strength characterized the best systems.

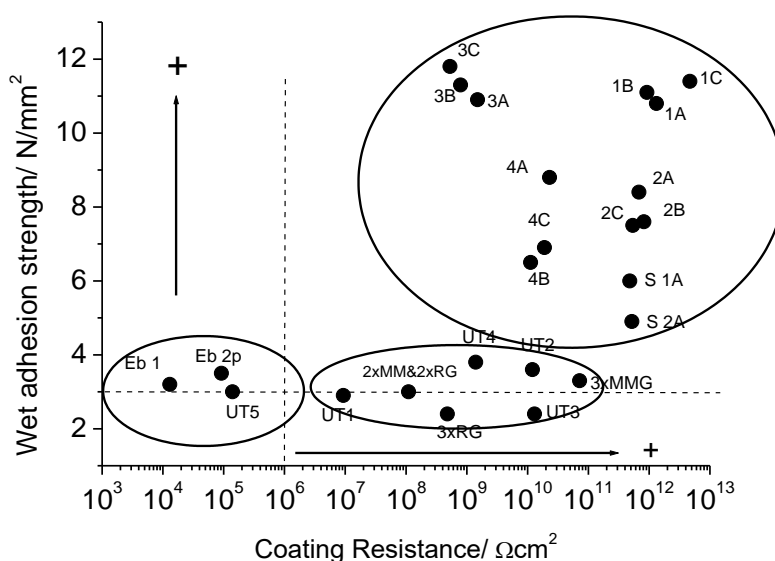


Fig. 1. Evaluation of protective properties of coatings samples on the basis of the resistance and adhesion of the coating to the substrate. Top coatings – the biggest ellipse.

SMART TESTING OF CONFORMAL COATINGS USING AFM-BASED METHOD

Michał SZOCIŃSKI¹, Kazimierz DAROWICKI²

¹*Gdańsk University of Technology, Chemical Faculty,
Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering,
11/12 G. Narutowicza St., 80-233, Gdańsk, Poland*
michal.szocinski@pg.gda.pl

²*Gdańsk University of Technology, Chemical Faculty,
Department of Electrochemistry, Corrosion and Materials Engineering,
11/12 G. Narutowicza St., 80-233, Gdańsk, Poland*
kazimierz.darowicki@pg.gda.pl

Electronic industry is a vigorously developing field where miniaturization of parts and printed circuits plays a significant role. Reliable and long-lasting operation of electronic systems requires protection from such environmental influences as: moisture, corrosion, mechanical factors and microbiological activity. In electronic industry this protection is provided by conformal polymeric coatings, which are capable of insulating the electronic elements from ambient atmosphere. The fact that they are relatively thin films and are applied over the elements of small dimensions requires application of special, dedicated methods of testing of their condition and durability.

The authors wish to propose an approach based on the atomic force microscopy technique operating in a contact mode regime. Apart from measurement of coating topography, this method also allows acquisition of local electrical characteristics of the conformal coatings. Application of either dc bias voltage or ac voltage perturbation signal between the conductive AFM probe and the coated metallic substrate makes it possible to obtain local current maps and local impedance characteristics of the coating. This procedure can be used to monitor and trace performance of the coating upon exposure to selected degradation factors, for example elevated ambient humidity or temperature. The measurements are typically performed without presence of electrolyte, which is an advantage in case of humidity-sensitive electronic parts and systems. Apart of assessing current state and durability of the conformal coatings the suggested approach can be useful in evaluation of effectiveness of any improvements implemented into the coatings at the research and development, pre-service stage.

ЗАЩИТА СТАЛЕЙ В РАСТВОРАХ КИСЛОТ ИНГИБИТОРАМИ КОРРОЗИИ

Я.Г. АВДЕЕВ, М.В. ТЮРИНА, Д.С. КУЗНЕЦОВ, О.А. КИРЕЕВА

*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Россия,
avdeevavdeev@mail.ru*

PROTECTION OF STEELS IN ACID SOLUTIONS BY CORROSION INHIBITORS

Yaroslav Avdeev, Mariya Tyurina, Dmitrii Kuznetsov, Olga Kireeva

*A.N.Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry,
Russian Academy of Sciences, Russian Federation, avdeevavdeev@mail.ru*

Some aspects of the use of acid solutions in modern industries have been considered. The stability of different steels to the action of acidic solutions was analyzed. The most effective method of protecting steels in acidic solutions is the inhibition of corrosion by organic compounds.

Рассмотрены некоторые аспекты применения кислотных растворов в современных отраслях производства, а также ассортимент и свойства минеральных и органических кислот, используемых для этих целей. Проанализирована устойчивость различных сталей к действию кислых растворов. Показано, что наиболее эффективным способом защиты различных сталей в таких средах является ингибирование коррозии органическими соединениями и композициями на их основе, позволяющее предотвратить не только общую коррозию металла, но и его наводороживание, ухудшающее механические свойства. Рассмотрен спектр ингибиторов кислотной коррозии металлов, предлагаемых для применения на отечественных предприятиях. Выделены некоторые важнейшие свойства, которым должны соответствовать ингибиторы коррозии, рекомендуемые к промышленному использованию, а именно:

- высокая эффективность в замедлении общей коррозии металла;
- широкий спектр защищаемых сталей;
- возможность использования в различных кислотах;
- возможность применения в горячих растворах кислот, как минимум, до 100°C;
- сохранение механических свойств сталей за счет снижения их наводороживания;
- сохранение защитного действия при накоплении в растворе продуктов коррозии (в первую очередь катионы Fe(III)).

Отмечено, что наиболее важными задачами, стоящими перед специалистами в области коррозионной защиты, являются: создание высокотемпературных ингибиторов кислотной коррозии сталей нового поколения, а также ингибиторных составов, устойчивых к накапливанию в кислотном растворе катионов Fe(III).

СОСТАВ ДЛЯ ХОЛОДНОГО ЦИНКОВАНИЯ «ГАЛЬВАНОЛ» - ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ЗАЩИТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ОТ КОРРОЗИИ

В.А.БОЧАРОВ

ООО «НПЦАЗ», Россия, info@npcaz.ru

COMPOSITION FOR COLD GALVANIZING "GALVANOL"

V.A. BOCHAROV

SPCCP, LTD, Russia, info@npcaz.ru

НПЦ Анतिकоррозионной Защиты производит высококачественные составы:

- для холодного цинкования металла "ГАЛЬВАНОЛ[®]" (96% цинка);
- металлополимерный алюмонаполненный защитно-декоративный состав «АЛИНОЛ[®]»;

Так же наша компания предоставляет услуги по цинкованию металлопроката и металлоконструкций.

Безвоздушное напыление цинка (запатентованным составом «Гальванол[®]») на очищенную абразивоструйным методом до степени Sa 3 по ISO 8501-1:2007 поверхность позволяет получать матовое цинковое покрытие с толщинами 60-80 мкм, не уступающее по своим защитным свойствам покрытиям, нанесенным другими методами цинкования.

Современные технологии и оборудование, квалифицированный персонал, контроль качества на всех этапах производства работ – гарантия стабильного и взаимовыгодного сотрудничества с НПЦ Анतिकоррозионной Защиты.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ В СИСТЕМАХ С МОНОЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ

А.В. Бриков¹, А.Н. Маркин², С.В. Суховерхов², П.А. Задорожный²

¹ Филиал компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» в г. Южно-Сахалинск, Россия, e-mail: Alexander.Brikov@sakhalinenergy.ru

² ИХ ДВО РАН, Россия

SPECIFIC FEATURES OF CORROSION INHIBITORS APPLICATION IN MONOETHYLENE GLYCOL SYSTEMS

Alexander BRIKOV¹, Andrey MARKIN², Svyatoslav SUKHOVERKHOV², Pavel ZADOROZHNY²,

¹ Sakhalin Energy Investment Company, Ltd. Yuzhno-Sakhalinsk Branch, Russia, e-mail: Alexander.Brikov@sakhalinenergy.ru

² Institute of Chemistry Far-East department of RAS, Russia

Partition coefficient of imidazoline based corrosion inhibitor was studied for mineralized water / gas condensate and mineralized water-glycol solutions / gas condensate systems in laboratory and in the field condition. It was found that partition coefficient of corrosion inhibitor in mineralized water-glycol solutions / gas condensate system 300 times lower than in mineralized water / gas condensate system. It is shown that if corrosion inhibitor contains several active substances then partition coefficient of these substances could differ from each other significantly.

Ингибиторы коррозии (ИК) широко применяют в нефтегадобывающей промышленности для защиты от коррозии внутренней поверхности трубопроводов. На примере мультифазного трубопровода нами показано, что эффективность ИК, в частности его коэффициент распределения, существенно меняется при переходе от водных к водно-гликолевым растворам.

Под мультифазными трубопроводами мы будем понимать трубопроводы, транспортирующие газожидкостную смесь состоящую из природного газа, газового конденсата (нефти) и водного раствора моноэтиленгликоля (МЭГ). Такие трубопроводы, обычно, транспортируют указанную смесь от морских платформ до береговых технологических комплексов (БТК). На проекте «Сахалин-2» мультифазные трубопроводы транспортируют газожидкостную смесь от морской платформы «Лунская-А» до БТК. Для обеспечения проектного срока эксплуатации трубопроводов разработана и внедрена программа коррозионной защиты и мониторинга. Одним из элементов этой программы является применение ИК.

Первоначально планировалась постоянная подача ИК в защищаемые трубопроводы вместе с 85%-ным раствором МЭГ. Однако при промышленном применении ИК было установлено, что, несмотря на предположение, что большая часть его за короткое время будет уходить с конденсатом, в растворе МЭГ сохраняется высокая концентрация ИК в течение длительного времени даже после прекращения дозирования ИК в трубопроводы.

В лабораторных условиях было установлено, что коэффициент распределения данного ИК в системе «водный раствор МЭГ (концентрация МЭГ 62-85 % объемн.)/газовый конденсат» в ~300 раз меньше, чем в системе «минерализованная вода/газовый конденсат». Низкий коэффициент распределения ИК в системе «водный раствор МЭГ/газовый конденсат» потребовал перейти от технологии непрерывной подачи ИК в защищаемые трубопроводы к технологии периодической подачи.

При разработке методики измерения концентрации ИК в воде и растворах МЭГ основные действующие вещества ИК (активные основы) были идентифицированы как С18:2 и С18:1 имидазолины и С18:2 и С18:1 имидазолин-амиды. Для количественного измерения концентрации ИК методом ВЭЖХ-МС были выбраны имидазолин и имидазолин-амид с m/z 348 и 612 соответственно, то есть градуировочные графики концентрации ИК в растворах МЭГ строили для этих двух ионов, считая, что они «представляют» ИК в целом. Многократные измерения концентрации ИК в растворах МЭГ из мультифазных трубопроводов показали, что коэффициент распределения имидазолин-амида существенно выше, чем коэффициент распределения имидазолина. Таким образом, если в состав ИК входит несколько активных основ (а современные ИК, как правило, содержат 2 или более активных основы), то их коэффициенты распределения могут существенно отличаться. Такой вывод достаточно очевиден, однако, насколько известно авторам, впервые получены количественные данные, подтверждающие его.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОКА В СИСТЕМЕ «РЕЛЬС-ЗЕМЛЯ-ПОДЗЕМНЫЙ ТРУБОПРОВОД»

М. В. ГУСАРОВА

*РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, Россия,
mariya.gusarova@gmail.com*

RESEARCH OF CURRENT DENSITY IN THE SYSTEM "RAIL-GROUND-UNDERGROUND PIPELINE"

Maria GUSAROVA

*Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University),
Russia, mariya.gusarova@gmail.com*

Determination of current density is an important part of the research conducted to determine risks on the pipeline. The article describes the results of research on reception of the optimal mathematical model for calculating the current density.

При решении задачи определения плотности тока в системе «рельс-земля-подземный трубопровод» в любой точке земли руководствуются следующими предположениями: земля однородна и изотропна; утечка тока с рельса равномерна по всей длине.

Для того, чтобы определить плотность тока, предварительно находится комплексный потенциал в указанной системе. Известно, что комплексный потенциал в тех точках, в которых он непрерывен, удовлетворяет уравнению Лапласа. В данном случае решается уравнение, имея в виду граничные условия на трубопроводе, на поверхности земли, с учетом наличия особенности вблизи рельса. Математическая задача будет выглядеть таким образом: ввиду того, что во всех плоскостях, перпендикулярных рельсу и трубопроводу, картина распределения потенциала будет одинаковой, задача из объемной становится плоской.

Далее с помощью математических выкладок находим необходимое значение плотности тока в любой точки указанной системы.

Задачу нахождения плотности тока можно было решить и не приводя ее к задаче Дирихле для двухсвязной области. Вместо этого можно было бы найти комплексный потенциал системы «рельс-трубопровод» без учета влияния поверхности земли, после чего сложить с потенциалом системы «мнимая труба – рельс».

В качестве примера приводятся результаты работы по выведенной формуле токового поля вокруг трубопровода диаметром d , заложенного на глубину t на расстояние $10t$ от рельса, с которого стекает ток.

Рассмотрение кривых показывает, что во избежание значительных погрешностей, измерения должны производиться на участке за трубопроводом относительно рельса на расстоянии более полутора глубин его заложения.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ЗАЩИТНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ СТАЛЬНЫХ ТРУБ НЕФТЯНОГО СОРТАМЕНТА В СЕРОВОДОРОДСОДЕРЖАЮЩЕЙ ПРОДУКЦИИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

В.Н. ПРОТАСОВ¹, А.В. МУРАДОВ², О.О. ШТЫРЕВ³

¹ РГУ нефти и газа имени (НИУ) И.М. Губкина, Россия, protasov1935@rambler.ru ² РГУ нефти и газа имени (НИУ) И.М. Губкина, Россия, com@gubkin.ru ³ ООО «НТЦ «Качество-Покрытие-Нефтегаз», Россия, olegshytr91@gmail.com

DEVELOPMENT OF METHODS AND TECHNICAL MEANS OF VERIFICATION THE PROTECTIVE CAPACITY OF COATED STEEL OCTG IN HYDROGEN SULFIDE PRODUCT OIL WELLS

Victor PROTASOV¹, Alexander MURADOV², Oleg SHTYREV³

¹Gubkin University, Russia, protasov1935@rambler.ru
² Gubkin University, Russia, com@gubkin.ru ³ООО “NTC “KPN”, Russia, olegshytr91@gmail.com

Indirect control method in laboratory conditions is considered of ability of polymer coatings to protect steel OCTG from SSC in highly mineralized water production of oil wells. A structure C-shaped samples is designed, and the screw mechanism is proposed.

Рассматривается косвенный метод контроля в лабораторных условиях способности полимерных покрытий защищать стальные трубы нефтяного сортамента от сульфидного растрескивания в минерализованной высокообводненной продукции нефтяных скважин. Сущность метода заключается в контроле отсутствия пленки сульфида железа на поверхности стали под покрытием после автоклавных испытаний на заданной базе времени в модельной сероводородсодержащей водной среде.

Накопленный опыт показывает, что стальные трубы с наружным и внутренним полимерными покрытиями являются перспективным направлением защиты стальных труб нефтяного сортамента от сульфидного растрескивания в минерализованной высокообводненной продукции нефтяных скважин.

Наряду с традиционными требованиями к защитным свойствам противокоррозионного полимерного покрытия стальных труб нефтяного сортамента: дефектности внешней, диэлектрической сплошности, адгезии, электропроводности, износостойкости, не менее важным свойством покрытия стальных труб является проницаемость по отношению к молекулам сероводорода.

Известны лабораторные методы контроля защитной способности полимерных покрытий стали в сероводородсодержащей минерализованной водной среде, заключающиеся в оценке целостности стали под покрытием после испытаний при заданной величине напряжений-растяжения в указанной среде.

Рассматриваемый метод, основанный на контроле отсутствия пленки сульфида железа на поверхности стального образца с полимерным покрытием, является менее трудоемким и обеспечивает получение достаточно объективных результатов.

**ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ ОТ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ
ТОНКИМИ ПЛЕНКАМИ ИНГИБИТОРОВ
А.А. ЧИРКУНОВ¹, Ю.И. КУЗНЕЦОВ¹, А.М. СЕМИЛЕТОВ¹**

¹*ФГБУН Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина
Российской академии наук, Россия, chirkunov@inbox.ru*

**PROTECTION OF METALS AGAINST ATMOSPHERIC CORROSION
BY THIN LAYERS OF INHIBITORS**

Alexander CHIRKUNOV¹, Yurii Kuznetsov², Alexey SEMILETOV³
¹*Russian academy of sciences A.N. Frumkin Institute of Physical chemistry and
Electrochemistry, Russia, chirkunov@inbox.ru*

The report discusses some features of the protection of metals by thin layers of organic corrosion inhibitors and influence of the surface treatment conditions on their protective performance.

Атмосферная коррозия является одним из наиболее распространенных видов коррозионного разрушения конструкционных металлов. Для борьбы с ней применяются различные методы, зависящие от условий эксплуатации изделий и требуемых сроков защиты: ингибиторы коррозии, консервационные составы, конверсионные и лакокрасочные покрытия. Для временной и межоперационной защиты пассивация металлов с помощью водных растворов ингибиторов коррозии является наиболее перспективным методом, поскольку позволяет получать на металлах тонкие, не требующие расконсервации защитные пленки, снизить нагрузку на окружающую среду за счет применения экологически безопасных композиций и малых концентрации реагентов, повысить экономическую эффективность антикоррозионных мер. Ингибиторы могут стабилизировать пассивное состояние металлов или самостоятельно обеспечивать формирование устойчивой пассивной пленки за счет прочной адсорбции или хемосорбции. Существующие методы получения таких пленок, в основном связаны с явлениями самоорганизации при адсорбции органических соединений на поверхности металлов, однако значительный интерес представляют способы направленного конструирования: использование композиций, в которых компоненты усиливают действие друг друга; соединений, подвергающихся превращениям или полимеризации на поверхности; последовательное нанесение слоев отдельных соединений и композиций или предварительная модификация поверхности, усиливающая защитное действие ингибиторов при последующей обработке.

В докладе рассмотрены некоторые особенности защиты металлов тонкими пленками ингибиторов коррозии различных классов, влияние концентрации реагентов и условий обработки поверхности на их эффективность. Продемонстрирована высокая эффективность таких слоев при защите от атмосферной коррозии.