

A. ШИПУЛИНА², В. И. КАПРАЛОВА¹, Ш. Н. КУБЕКОВА¹, С. В. ПОНОМАРЕВ²

(¹Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Казахстан,
²ТОО «Anticorr Paint», Алматы, Казахстан)

ВЛИЯНИЕ СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ СВЯЗУЮЩЕГО И ФОРМЫ ЧАСТИЦ ЦИНКОВОГО ПОРОШКА НА АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ЦИНК-СИЛИКАТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. Целью данной работы является исследование влияния силикатного модуля связующего и формы частиц цинкового порошка на антикоррозионные свойства цинк-силикатных покрытий. Цинк-силикатные покрытия готовили путем медленной добавки цинкового порошка в жидкое стекло при перемешивании при соотношении компонентов 25:75. Приготовленную цинк-силикатную краску наносили на стальные образцы методом напыления. Перед нанесением покрытия проводили пескоструйную обработку поверхности стальных образцов. После нанесения покрытие отверждали 10 %-ной ортофосфорной кислотой. О коррозионной стойкости покрытий судили по изменению электродного потенциала системы «сталь – покрытие» во времени. Показано, что антикоррозионные свойства цинк-силикатного покрытия увеличиваются с увеличением модуля жидкого стекла. Также показано, что использование в цинк-силикатном покрытии цинкового порошка с монодисперсными (95% фракции 5 мкм) частицами сферической формы снижает электродный потенциал системы «сталь – покрытие» на 200–300 мВ, что ухудшает антикоррозионные свойства покрытия. Исследованные цинк-силикатные покрытия на основе высокомодульного жидкого стекла могут быть использованы для антикоррозионной защиты стальных металлоконструкций, эксплуатируемых как в атмосферных условиях, так и в различных водных средах.

Ключевые слова: цинк-силикатные покрытия, антикоррозионные свойства, связующие, силикатный модуль.

Тірек сөздөр: мырыш-силикатты жапқыштар, коррозияға қарсы қасиеттері, байланыстырылыштар, силикатты модуль.

Keywords: zinc-silicate coverings, the anticorrosive properties, binding, the silicate module.

Коррозия металлов наносит огромный материальный и экологический ущерб экономике Казахстана как из-за разрушения оборудования, так и из-за сброса технологических продуктов в окружающую среду вследствие аварий. Наиболее интенсивно подвергаются различным видам коррозии: почвенной, атмосферной, морской, температурной и т.д. различные трубопроводы, и, в частности, водоводы, которые относятся к морально не стареющим конструкциям, срок службы которых определяется сохранностью металла труб [1, 2].

Опыт эксплуатации различных систем водоснабжения подтверждает, что более 50% трубопроводов, по которым транспортируют различные водные среды, имеют срок службы от 1 месяца до 2 лет. За последние десятилетие отмечено уменьшение срока службы труб практически во всех сферах их применения, обусловленное, с одной стороны, резким снижением коррозионной стойкости металла, а с другой – повышением коррозионной активности сред, в которых трубы эксплуатируются [2].

Одним из путей решения этой проблемы является использование труб с защитными покрытиями, что позволяет значительно увеличить эксплуатационную надежность и срок службы трубопроводов, снизить потери металла от коррозии, улучшить экологическую обстановку на производстве и в прилегающих регионах [3].

В качестве защитных покрытий в течение многих лет используют органические покрытия: битумные, лако-красочные, а также неорганические – металлические (цинкование), эмалирование. Недостатками органических антикоррозионных покрытий является их высокая стоимость. А также использование токсичных разбавителей и растворителей, оказывающих вредное влияние на здоровье людей и окружающую среду. Использование неорганических покрытий требует специального оборудования и больших энергозатрат [2, 3].

Из анализа научно-технической литературы следует, что перспективными эффективными неорганическими покрытиями являются цинк-силикатные покрытия, которые готовят на основе жидкого стекла и цинкового порошка. Эти покрытия относят к водно-дисперсионным краскам, не требующим применения токсичных органических растворителей [4]. В качестве связующего обычно используют товарное жидкое стекло, полученное автоклавным растворением силикат-глыбы с силикатным модулем не выше 3 [5].

Исходя из сказанного, целью данной работы является исследование антакоррозионных свойств цинк-силикатных покрытий в зависимости от модуля силикатного связующего и формы частиц цинкового порошка.

Для достижения поставленной цели нами были проведены испытания антакоррозионных свойств цинк-силикатных покрытий на основе жидкого стекла с модулем 4,53 – ЖС₁ и жидкого стекла с модулем 4,03 – ЖС₂, полученного в условиях ТОО «Anticorr Paint» путем автоклавного растворения аэросила в растворе щелочи и двух видов цинкового порошка:

- цинковый порошок производства АО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск);
- цинковый порошок производства КНР (г. Шанхай).

Микроскопические исследования частиц цинкового порошка показали, что частицы казахстанского цинка были удлиненной чешуйчатой формы с размерами частиц от 2 до 400 мкм. Частицы китайского цинка были сферической формы, причем 95 % частиц имели размер 5 мкм.

Цинк-силикатные покрытия готовили путем медленной добавки цинкового порошка в жидкое стекло при перемешивании при соотношении компонентов 25:75.

Затем краску перемешивали в течение 30 минут и проводили замер вязкости с помощью вискозиметра ВЗ-4 (таблица 1).

Таблица 1 – Вязкость испытуемых цинк-силикатных покрытий

Состав покрытия	Вязкость, с
ЖС ₁ (M = 4,53) + Zn (КНР)	13,5
ЖС ₁ (M = 4,53) + Zn (PK)	15,9
ЖС ₂ (M = 4,03) + Zn (КНР)	12,9
ЖС ₂ (M = 4,03) + Zn (PK)	15,8

Было установлено, что вязкость цинк-силикатной краски зависит как от состава связующего, так и от формы частиц цинкового порошка. Так, для краски, приготовленной с использованием шанхайского цинка с частицами сферической формы увеличение модуля силикатного связующего с 4,03 до 4,53 повышает вязкость краски с 12,9 до 13,5 с. В случае использования казахстанского цинка с частицами чешуйчатой формы вязкость краски возрастает до 15,8–15,9 с и, в отличие от шанхайского цинка, практически не зависит от модуля связующего.

Приготовленную цинк-силикатную краску наносили на металлические образцы, в качестве которых использовали стальные пластинки, изготовленные из стали марки Ст3 размерами 75x150x1 мм. Подготовку стальных образцов-пластин к испытаниям проводили пескоструйной обработкой поверхности, шероховатость которой после обработки соответствовала классу Sa 2,5 (по ИСО). Цинк-силикатную краску наносили воздушным методом, толщина покрытий 60–80 мкм. Подготовку поверхности образцов и их окраску цинк-силикатными покрытиями (ЦСП) проводили в ТОО «Anticorr Paint» (г. Алматы). После нанесения покрытий через сутки их отверждали 8 %-ной ортофосфорной кислотой, сушили и определяли адгезию покрытия к подложке.

Адгезию нанесенных покрытий проверяли с помощью надрезов по ИСО 2409. Было установлено, что адгезия цинк-силикатной краски к металлической поверхности, определенная методом решетчатых надрезов, практически не зависит от модуля жидкого стекла и качества цинкового порошка и во всех исследуемых случаях равна 1 баллу.

После отверждения покрытий ортофосфорной кислотой образцы выдерживали в течение 7 суток на воздухе и проводили испытания растворимости покрытий в различных водных средах (водопроводная, дистиллированная, морская вода и 3% раствор хлорида натрия). О коррозионной стойкости покрытий судили по изменению электродного потенциала системы «сталь Ст3 – ЦСП» во времени (таблицы 2–5).

Таблица 2 – Изменение электродного потенциала системы «сталь Ст3 – ЦСП» во времени в зависимости от состава коррозионной среды. Состав покрытия: ЖС₂ (M = 4,03) + Zn (КНР)

Состав коррозионной среды	Время испытаний, сутки	
	3	7
	Электродный потенциал, мВ (ХСЭ)	
Вода водопроводная	-952	-957
Дистиллированная вода	-944	-893
Модельная морская вода	-929	-920
3% раствор NaCl	-1121	-938

Таблица 3 – Изменение электродного потенциала системы «сталь Ст3 – ЦСП» во времени в зависимости от состава коррозионной среды. Состав покрытия: ЖС₂ (M = 4,03) + Zn (PK)

Состав коррозионной среды	Время испытаний, сутки	
	3	7
	Электродный потенциал, мВ (ХСЭ)	
Вода водопроводная	-1115	-583
Дистиллированная вода	-720	-504
Модельная морская вода	-938	-842
3% раствор NaCl	-978	-968

Таблица 4 – Изменение электродного потенциала системы «сталь Ст3 – ЦСП» во времени в зависимости от состава коррозионной среды. Состав покрытия: ЖС₁ (M = 4,53) + Zn (КНР)

Состав коррозионной среды	Время испытаний, сутки		
	3	7	30
	Электродный потенциал, мВ (ХСЭ)		
Вода водопроводная	-1090	-1100	-1200
Дистиллированная вода	-1120	-1185	-1190
Модельная морская вода	-910	-925	-997
3% раствор NaCl	-1210	-1180	-1165

Таблица 5 – Изменение электродного потенциала системы «сталь Ст3 – ЦСП» во времени в зависимости от состава коррозионной среды. Состав покрытия: ЖС₁ (M = 4,53) + Zn (PK)

Состав коррозионной среды	Время испытаний, сутки		
	3	7	30
	Электродный потенциал, мВ (ХСЭ)		
Вода водопроводная	-876	-1280	-1255
Дистиллированная вода	-1300	-1512	-1467
Модельная морская вода	-1280	-1172	-1283
3% раствор NaCl	-1297	-1190	-1232

Из полученных результатов следует, что во всех водных средах в течение всего времени испытаний электродный потенциал системы «сталь Ст3 – ЦСП» был выше потенциала коррозии стали (-640 мВ, ХСЭ), то есть наблюдался протекторный эффект защитного действия. При этом, потенциал системы «сталь Ст3 – ЦСП» (покрытие на основе цинка производства АО «Казцинк») был на 200-300 мВ выше, чем для покрытий на основе шанхайского цинка, что свидетельствует о более высоких анткоррозионных свойствах покрытий с использованием казахстанского цинка.

Также было показано, что свойства антикоррозионного покрытия на основе связующего с модулем 4,03 существенно отличаются от свойств покрытия на основе жидкого стекла с модулем 4,53.

Потенциал системы «сталь Ст3 – ЦСП» на основе связующего ЖС₂ намного ниже, чем для покрытий на основе связующего ЖС₁, а в некоторых случаях потенциал приближался к точке коррозии (таблица 3), хотя за период испытаний коррозии на поверхности образцов все же не наблюдалось.

На покрытии на основе жидкого стекла с модулем 4,03 отмечалось большее количество солей и темных пятен, чем на покрытии на основе более высокомодульного стекла. Также было отмечено, что растворение покрытия на основе ЖС₂ с модулем 4,03 в смеси с чешуйчатым цинком производства АО «Казцинк» (РК) в исследуемых коррозионных средах происходит более медленно, чем покрытия на основе ЖС₂ в смеси с шанхайским цинком (производства КНР).

Таким образом, проведенные испытания показали, что получение качественного эффективного антикоррозионного цинк-силикатного покрытия возможно на основе жидкого стекла с силикатным модулем 4,53, полученного путем автоклавного растворения аэросила в щелочи. При этом частицы цинкового порошка должны быть полидисперсными, чешуйчатой, а не сферической формы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Улиг Г.Г., Реви Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику / Пер. с англ. – Л.: Химия, 1989. – 455 с.
- 2 Зашита от коррозии, старения и биоповреждений машин, оборудования сооружений // Сп. в 2 томах. – Т. 2. – М.: Машиностроение, 1987. – 784 с.
- 3 Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И. Протекторные грунтовки // Кн.: Антикоррозионные грунтовки и ингибиторные лакокрасочные покрытия. – М.: Химия, 1980. – С. 136-139.
- 4 Орлов В.А. Цинксилкатные покрытия. – М.: Машиностроение, 1984. – 104 с.
- 5 Фишман И.Р. Современные способы производства жидкого стекла // Технология, экономика, организация производства и управления. – Сер. 8, вып. 37. – М., 1989. – С. 40.

REFERENCES

- 1 Ulig G.G., Revi R.U. Korroziya i borba s nej. Vvedenie v korrozionnuy nauku i techniku. L., Chimiya, **1989**. 455.
- 2 Zashita ot korrozii, stareniya i biopovrejdenniy mashin, oborudovaniya sooruzhenij. Sp. v 2 tomach, t. 2. M.: Mashinostroenie, **1987**. 78.
- 3 Rozenfeld I.L., Rubinshtein F.I. Protektornye gruntovki. Kn. Antikorrozionnye gruntovki i ingibitornye lakokrasochnye pokrytiya. M.: Chimiya, **1980**. 136-139.
- 4 Orlov V.A. Zinksilikatnye pokrytija. M.: Mashinostroenie. **1984**. 104.
- 5 Fishman I.R. Sovremenneye sposoby proizvodstva jidkogo stekla. Technologija, ekonomika, organizacija proizvodstva i upravleniya. 8. 37. M., **1989**. 40.

Резюме

A. Шипуліна², В. И. Капралова¹, Ш. Н. Кубекова¹, С. В. Пономарев²

(¹К. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы, Қазақстан,

²ТОО «Anticorr Paint», Алматы, Қазақстан)

МЫРЫШ-СИЛИКАТТЫ ЖАБЫНДЫЛАРДЫҢ КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ҚАСИЕТТЕРИНЕ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШТАҢ СИЛИКАТТЫ МОДУЛІНІҢ ЖӘНЕ МЫРЫШТАҢ ҰНТАҚ БӨЛШЕКТЕР ПІШІНДЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Берілген жұмыстың мақсаты – мырыш-силикатты жабындылардың коррозияға қарсы қасиеттеріне байланыстырғыштаң силикатты модулінің және мырыштың ұнтақтың бөлшектер пішіндерінің тигізетін әсерін зерттеу. Құрамдастарды 25:75 қатынаста араластыру кезінде мырыштың ұнтағын сұйық шыныға баяу қосу арқылы мырыш-силикатты жабындыларды даярланған. Дайындалған мырыш-силикатты бояғышты болатты пластинкаларына шашыратып жақкан. Жабындыны жағар алдында болатты пластинкаларды құмды ағынмен өндөре жүргізілді. Жағылған соң жабындыны 10 %-дық ортофорсфор қышқылымен қатайтады. Жабындының коррозияға тәзімділігі туралы «болат – жабынды» жүйенің электродты потенциалының уақытқа байланысты өзгеруі бойынша анықталған. Мырыш-силикатты жабындының коррозияға қарсы қасиеті сұйық шынының модулінің өсүмен артатыны көрсетілген. Сондай-ақ мырыш-силикатты жабындына мырыш ұнтағының (95% фракциясы 5 мкм) монодисперсті дөңгелек пішіндегі бөлшектерін пайдалану «болат – жабынды» жүйедегі

электродты потенциалын 200-300 мВ-ке төмөндөйтін көрсете арқылы жабындының коррозияға қарсы қасиеттерін нашарлатады. Зерттелген жоғарғы модульді сұйық шыны негізіндегі мырыш-силикатты жабындылары әртүрлі сұйық орталарда және атмосфералық жағдайында қызмет көрсе-тетін болатты металды конструкцияларды коррозиядан корғау үшін пайдалануы мүмкін.

Тірек сөздер: мырыш-силикатты жапқыштар, коррозияға қарсы қасиеттері, байланыстырылыштар, силикатты модуль.

Summary

A. Shipulina², V. I. Kapralova¹, Sh. N. Kubekova¹, C. V. Ponomarev²

(¹Kazakh national technical university after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

²TOO «Anticorr Paint», Almaty, Kazakhstan)

THE INFLUENCE OF SILICA MODULE BINDER AND THE SHAPE OF THE PARTICLES OF ZINC POWDER ON ANTI-CORROSION PROPERTIES OF ZINC SILICATE COATINGS

The purpose of this work is research of the influence of the silicate module binding and the forms of the particles of Zinc powder on the anticorrosive properties Zinc - silicate coverings. Zinc-silicate coverings prepared by a slow additive of Zinc powder in the liquid glass when hashing at a ratio of the components 25:75. Prepared zinc - silicate paint brought on steel samples with a dusting method. Before the drawing a covering carried out sandblasting of the surface of the steel samples. After drawing the covering was cured by 10% solution of the ortophosphoric acid. The corrosion resistance of the coverings judged on change of the electrode capacity of the system "the steel – the covering" in the time. It is shown that corrosion resistant zinc-silicate coatings increase with the increase module liquid glass. It also shows that the use of zinc silicate coating with zinc powder with beads (95% fraction 5 micron) particles of spherical shape reduces electrode potential of the system "steel - coating" on 200-300 mB, which impairs anticorrosive properties. The investigated zinc - silicate coverings on the basis of the high-modular liquid glass can be used for the anticorrosive protection of the steel metalwork operated both in the atmospheric conditions, and in the various water environments.

Keywords: zinc-silicate coverings, the anticorrosive properties, binding, the silicate module.