

Дементьев Анатолий Иванович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: anatdementev@mail.ru

Подоплелов Евгений Викторович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: uch_sovet@angtu.ru

Петрушин Георгий Александрович,

обучающийся, Ангарский государственный технический университет

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ПРОТЕКТОРНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Dementev A.I., Podoplelov E.V., Petrushin G.A.

PRINCIPLES OF CREATION OF DISCRETE TREAD COATINGS FOR HEAT EXCHANGE SURFACES

Аннотация. В работе рассматриваются принципы создания дискретных протекторных покрытий для теплообменных поверхностей. Протекторные металлизированные покрытия позволяют защитить теплообменное оборудование от коррозии и увеличить его срок службы.

Ключевые слова: дискретное протекторное покрытие, теплообменник, коррозия, электроискровое напыление.

Abstract. The paper proposes the principles of creating discrete tread coatings for heat exchange surfaces. Protective metallized coatings allow you to protect heat exchange equipment from corrosion and increase its service life.

Keywords: discrete tread coating, heat exchanger, corrosion, electric spark spraying.

Применение напыляемых протекторных покрытий для защиты от коррозии теплообменного оборудования актуально для химической промышленности, где в качестве теплоносителей используются коррозионные среды. В работах [1, 2] показано, что общим недостатком покрытий, наносимых в виде сплошного слоя, является их малая термомеханическая стойкость при температурных перепадах, неизбежно возникающих при работе теплообменника. Имеющие при этом место осевые деформации трубы сопровождаются разрушением покрытия, его отслоением и образованием незащищенных зон металла, линейный размер которых превышает радиус дальнего действия протектора. Следствием является возникновение на них коррозионных язв. Следует отметить, что наличие на теплообменной трубе хотя бы одной сквозной язвы может привести к полному выводу теплообменника из строя.

Наружное электрометаллизационное пористое дискретное покрытие (рис. 1), внутреннее электроискровое покрытие (рис. 2) классифицируются в качестве дискретной шероховатости поверхности.

Применение метода электроискрового цинкового напыления заключается в искровом напылении исходного металла (цинка) на поверхность труб. При помощи источника тока создаётся разность потенциалов между электродом и напыляемой поверхностью. При соприкосновении цинкового электрода с напы-

ляемой поверхностью происходит короткое замыкание. Вследствие чего электрод искроподобно расплавляется и, сцепляясь с поверхностью, образует на ней слой покрытия. В качестве электрода применяется цинковая проволока, используемая при электрометаллизации.

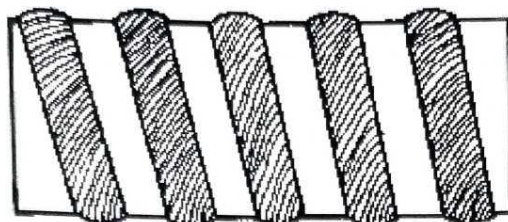


Рисунок 1 – Общий вид трубы с наружным электрометаллизационным пористым дискретным покрытием

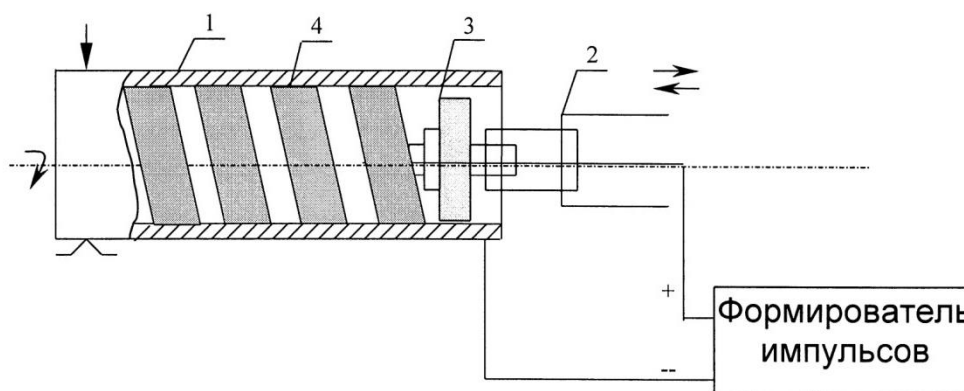


Рисунок 2 – Внутреннее спиральное электроискровое покрытие:
1 – напыляемая труба; 2 – телескопическая штанга; 3 – дисковый цинковый электрод; 4 – след напыляемого металла

Нанесение покрытий данным способом имеет ряд преимуществ по сравнению с известными способами коррозионной защиты и методами нанесения металлических покрытий.

Во-первых. Перед нанесением покрытия нет необходимости в сложной подготовке поверхности: обезжиривании, дробеструйной и пескоструйной обработке. Если на поверхности имеется окалина или ржавчина, она прожигается или отлетает под действием электрического разряда, в процессе нанесения покрытия.

Во-вторых. Напыляемый металл вплотную контактирует с поверхностью, вследствие чего не происходит разбрызгивание металла вне поверхности, что также приводит к значительной экономии материалов.

В третьих. Поверхность можно напылять не полностью, а полосами, шириной 3-5 мм и расстоянием между ними 3-10 мм, так как напыляемый металл

(цинк) является протектором по отношению к основе (стали). Это в свою очередь позволяет значительно снизить расход напыляемого металла (цинка).

В качестве протектора широко используются цинк и алюминий, отличающиеся относительно низкой температурой плавления, благодаря чему легко осуществляется процесс напыления. В работе проведена серия опытов по напылению Al и Zn в один, два и три слоя покрытия на стальные трубы. Характеристики покрытий представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики электрометаллизационных покрытий при наружном напылении

№ трубы	Материал покрытия	Количество слоев или толщина покрытия	Диаметр трубы, мм	Диаметр трубы с покрытием, мм	Пористость, %
1	Сталь 20	–	25	–	–
2	Al	1	25	25,1	25 ÷ 40
3	Al	2	25	25,2	25 ÷ 40
4	Al	3	25	25,3	25 ÷ 40
5	Zn	1	25	25,1	25 ÷ 40
6	Zn	2	25	25,2	25 ÷ 40
7	Zn	3	25	25,3	25 ÷ 40

Цинк обладает лучшими протекторными свойствами по сравнению с другими известными материалами покрытий [1], поэтому может быть рекомендован для теплообменных труб.

Протекторное покрытие на внутреннюю поверхность трубы наносят в виде спирали. При этом располагают спиральные участки в направлении, параллельном оси трубы, т. е. по линии действия максимальных касательных термомеханических напряжений, а расстояние между осями симметрии напыленных участков, т. е. шаг продольного движения напыляющего электрода, устанавливают в определенных пределах [3, 4].

Образующиеся таким образом несплошности можно регламентировать из условия обеспечения протекторной защиты на ненапыленных участках. Отсюда следует, что величина просвета между краями двух соседних полос должна быть не более $2 \cdot r_g$ (где r_g – радиус дальнего действия протекторного покрытия). Увеличение расстояния между напыленными участками до значения $8 \text{ мм} \approx 2 \cdot r_g$ и более для цинкового покрытия приводит к возникновению коррозионных язв [2], близких по величине к язвам незащищенной стали. При шаге, больше допустимого, центральная часть просвета становится не защищенной от язвенной коррозии.

При этом язвенная коррозия ненапыленных участков (просветов) заменяется равномерной коррозией с преимущественным растворением анода про-

текторного покрытия. Увеличение долговечности такого покрытия может быть достигнуто только при использовании принципа снижения защитного тока, возникающего в паре покрытие – основа.

Метод нанесения на внутреннюю поверхность трубы производится следующим способом. Труба длиной $l=1000-6000$ мм и внутренним диаметром трубы $D_{\text{вн}}=15-50$ мм закрепляется в (пиноль) зажимного устройства, дисковый цинковый электрод вводится внутрь трубы на телескопической штанге. При вращательном движении трубы и поступательном движении телескопической штанги с закрепленным на ней цинковый дисковый электродом на внутреннюю поверхность трубы наносится протекторное покрытие в виде спирали (рис. 2). Регулирование числа оборотов трубы и скорости поступательного движения электрода, позволяет изменять расстояние между напыляемыми спиральными витками протекторного покрытия.

Дискретное протекторное покрытие, выполненное в соответствии с изложенными выше принципами, обладает высокими эксплуатационными качествами и технологично – может быть получено простым и высокопроизводительным способом (электроискровым напылением). Таким образом, предлагаемый способ нанесения протекторных покрытий на трубы теплообменников позволяет повысить производительность процесса создания покрытия при обеспечении его высокого качества.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Дементьев, А.И.** Метод создания металлизированных пористых покрытий на теплообменных поверхностях / А.И. Дементьев, Е.В. Подоплелов, А.Р. Соловьев // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2016. – Т. 1. – С. 7-8.
- 2. Дементьев, А.И.** Разработка оборудования для нанесения пористого металлизированного покрытия на поверхность теплообменных труб / А.И. Дементьев, Е.В. Подоплелов, В.В. Мартинюк, Н.А. Корчевин // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2017. – № 2 (54). – С. 49-54.
- 3. Дементьев, А.И.** Исследование теплообмена на пористой структуре металлических покрытий / А.И. Дементьев, Е.В. Подоплелов // Сборник научных трудов Ангарской государственной технической академии. – 2014. – Т. 1. – С. 103-105.
- 4. Дементьев, А.И.** Исследование теплообмена на пористой структуре / А.И. Дементьев, Е.В. Подоплелов // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 18.