

СЕКЦИЯ 1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ. АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 62.193.82

КОРРОЗИЯ СТАЛИ В ПРИСУТСТВИИ МИКРОМИЦЕТОВ РОДА *PENICILLIUM*

К. В. Егорова, О. В. Агеев

*Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение «Калининградский государственный
технический университет», Российская Федерация*

*Проанализирован процесс коррозии стали СТ3 в присутствии дейтеромицетов видов *Pen. chrys.* и *Pen. charl.* Определены количественные характеристики коррозионного процесса: скорость коррозии, содержание абсорбированного металлом водорода; состав коррозионной среды. Проведен сравнительный анализ коррозионной активности сред с содержанием продуктов жизнедеятельности микромицетов. Установлена высокая коррозионная активность указанных видов микромицетов.*

Ключевые слова: конструкционная сталь, коррозия, микробиологическая коррозия, пищевое производство, коррозионная среда.

CORROSION OF STEEL IN THE PRESENCE OF MICROMYCETES OF THE GENUS *PENICILLIUM*

K. V. Egorova, O. V. Ageev

Kaliningrad State Technical University, the Russian Federation

*The paper examines the corrosion of ST3 steel in the presence of deuteromycetes of the species *Pen. chrys.* and *Pen. charl.* The quantitative characteristics of the corrosion process are determined: the corrosion rate, the content of hydrogen absorbed by the metal during the corrosion process; the composition of the corrosion environment. A comparative analysis of the corrosion activity of media containing the waste products of micromycetes was carried out. The high corrosion activity of these types of micromycetes has been established.*

Keywords: structural steel, corrosion, microbiological corrosion, food production, corrosion media.

В настоящее время при проектировании оборудования пищевых производств все шире применяются полимерные материалы, но использование металлов в качестве конструкционных материалов по-прежнему сохраняет актуальность. Одной из самых востребованных марок стали благодаря сочетанию доступной стоимости и функциональных характеристик является сталь СТ3. Указанная марка стали обладает высокой пластичностью, хорошо переносит отпуск, относится к хорошо свариваемым материалам, а также имеет ряд других положительных эксплуатационных свойств. Сталь СТ3 широко востребована для изготовления трубопроводов, контейнеров, швеллеров, ковшей для просеивания и других деталей пищевых машин и аппаратов. По этой причине отказ от применения стали СТ3, в том числе и на произ-

водства пищевой промышленности, не представляется возможным. Однако условия пищевых производств зачастую являются благоприятными для развития различных микроорганизмов, которые известны как активаторы коррозионных процессов [1]. К таким микроорганизмам, в частности, относятся микромицеты, которые могут использоваться в пищевой отрасли в качестве сырьевого объекта. Так, например, в производстве элитных сортов сыров используются дейтеромицеты рода *Penicillium*. Учитывая вышеизложенное, исследование процесса коррозионного разрушения стали СТЗ по электрохимическому механизму в присутствии микромицетов является актуальной задачей.

При решении вышеуказанной задачи коррозионным испытаниям подвергались образцы стали СТЗ размерами $50 \times 20 \times 1,5$ мм. Образцы предварительно отпускали при температуре 150°C с целью освобождения металла от промышленного водорода. После отпуска образцы помещали в пробирки с коррозионной средой ($3-4^\circ$ сусло), которую предварительно инокулировали спорами мицелиальных грибов *Penicillium chrysogenum* и *Penicillium charlessii*. Пробирки закрывали ватно-марлевыми пробками во избежание деаэрации. Эксперимент проводили в статических условиях (комнатная температура, повышенная влажность, освещение). Время экспозиции – 30 сут. В процессе экспозиции образцов измеряли значение pH коррозионной среды и потенциал стальной пластины. После извлечения образцов определяли скорость коррозии гравиметрическим методом и объем водорода, абсорбированного образцами. В качестве метода определения наводороживания образцов использовали метод анодного растворения, позволяющий оценить объем абсорбированного металлом водорода. Коррозионную среду исследовали с помощью ИК-спектрометрического метода на наличие кислот – продуктов жизнедеятельности грибов. Исследования проводили с использованием инфракрасного спектрофотометра Perkin Elmer Spectrum Lan. Данные о скорости коррозии, представленные на рис. 1, свидетельствуют о несомненном влиянии присутствия микромицетов и продуктов их жизнедеятельности в коррозионной среде на скорость разрушения металла. Так, скорость коррозии в присутствии *P. chrys.* увеличивается почти в 2,5 раза, а в присутствии *P. char.* – в 1,6 раза.

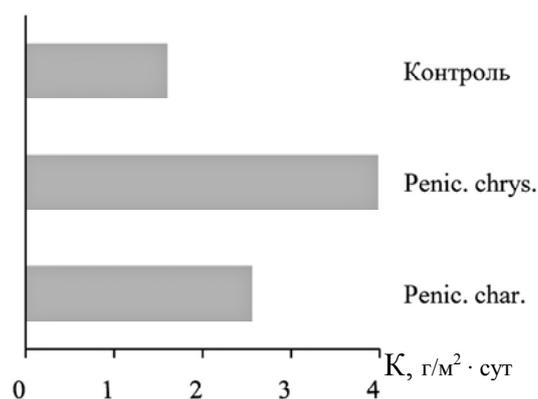


Рис. 1. Скорость коррозии образцов стали СТЗ в присутствии микромицетов

Экспериментальные данные о потенциале поверхности образцов стали, показанные на рис. 2, говорят о его резком сдвиге в сторону отрицательных значений, а значит, об увеличении активности растворения анодных участков на поверхности образцов. В ходе эксперимента к 12 сут потенциал остается практически неизменным,

14 Секция 1. Современные технологии проектирования в машиностроении

что можно объяснить образованием на поверхности стали пассивных пленок из соединений железа с многоосновными карбоновыми кислотами, которые являются продуктами жизнедеятельности рассматриваемых видов микромицетов [2]. Данные, полученные в ходе анализа коррозионных сред, свидетельствуют о наличии в них таких кислот, как лимонная, щавелевая и др. В соответствии с этим можно предполагать, что на поверхности образцов имеются пленки, которые в основе своей состоят из нерастворимых соединений железа (II) – цитрата и оксалата; на это дополнительно указывает цвет налета на образцах после экспонирования.

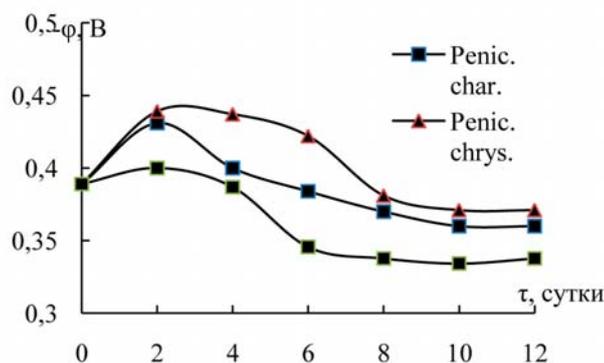


Рис. 2. Изменение потенциала стали СТ3 в присутствии микромицетов

На рис. 3 приведены сведения об изменении водородного показателя коррозионной среды в ходе эксперимента. Наблюдается значительное снижение значения рН среды в случае присутствия мицелиальных грибов по сравнению с контрольной серией, которое достигает максимума к 10 сут экспозиции образцов – в 1,5 раза в присутствии *P. chrys.* и в 1,3 раза – в присутствии *P. char.*

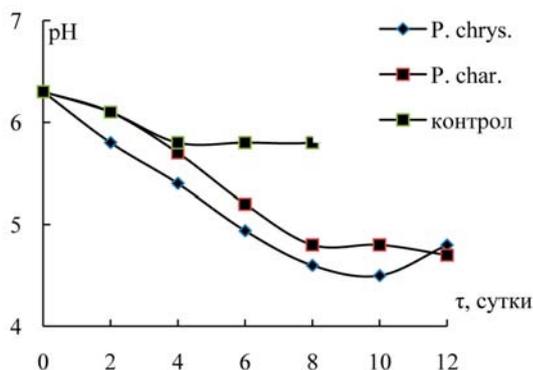


Рис. 3. Изменение рН среды при коррозии образцов стали СТ3 в присутствии микромицетов

Одним из важнейших количественных параметров коррозионного процесса является концентрация водорода, абсорбированного металлом. Концентрационный профиль водорода рассматриваемых в работе образцов представлен на рис. 4. Максимальная концентрация водорода в приповерхностном слое металла находится на глубине примерно 10 мкм. В данном слое образуется значительное количество коллекторов,

заполненных молекулярным водородом, которые препятствуют диффузии атомов водорода, вызывая наклеп слоев металла, окружающих коллекторы. Отмечается увеличение концентрации водорода в случае экспонирования образцов в присутствии *P. chrys* и *P. char.* по сравнению с контрольной серией в 1,6 и 1,3 раза соответственно.

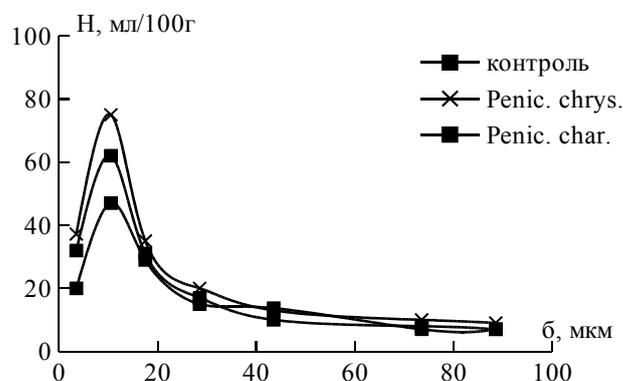


Рис. 4. Концентрационный профиль водорода в образцах стали после мицелиальной коррозии

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет установить, что исследованные в работе мицелиальные грибы видов *P. chrys.* и *P. charl.* являются активаторами коррозии стали марки СТЗ. Присутствие указанных видов микромицетов, а также продуктов их жизнедеятельности в коррозионной среде значительно увеличивает скорость процесса коррозии, оказывая влияние на его ключевые показатели.

Литература

1. Пехташева, Е. Л. Биоповреждения непродовольственных товаров. / Е. Л. Пехташева. – Москва : Дашков и К, 2015. – 332 с.
2. Сазонова, К. В. Органические кислоты грибов и их эколого-физиологическое значение : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.01.05 / Сазонова Катерина Владимировна ; С.-Петербург. гос. ун-т. – Санкт-Петербург, 2014. – 24 с.

УДК 621:658.512

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. В. Беляков, С. К. Селезнёв

Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет», Республика Беларусь

Проведен обзор тенденций в подготовке управляющих программ для металлорежущих станков с ЧПУ. Описано направление в развитии подготовки управляющих программ на основе учета параметров переходных процессов для обеспечения качества и производительности механической обработки поверхностей деталей машин.

Ключевые слова: ЧПУ, САМ-система, переходный процесс, адаптивные системы, управляющая программа, машиностроение.