

Попёнова Людмила Ивановна,
магистрант ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный (научно-исследовательский) университет», г. Челябинск
Lyudmila.popenova@mail.ru



Лисовский Роман Андреевич,
магистрант ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (научно-исследовательский университет), г. Челябинск
johnkoffee.work@gmail.com

Радионова Людмила Владимировна,
кандидат технических наук, доцент кафедры машины и технологии обработки материалов давлением ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (научно-исследовательский университет), г. Челябинск
radionovalv.@rambler.ru

Разработка установки для исследования коррозии металлов весовым методом

Аннотация. В статье приведены описание и принцип работы автоматизированной лабораторной установки для определения скорости коррозии весовым (гравиметрическим) методом. Установка может быть использована для обучения студентов технических специальностей при изучении дисциплины «Коррозия и защита металлов» в вузах и учреждениях СПО.

Ключевые слова: коррозия металлов, лабораторная установка, весовой, гравиметрический метод.

Раздел: (01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).

В рамках подготовки студентов по техническим специальностям учебными планами по многим направлениям предусмотрен курс «Коррозия и защита металлов».

Любой коррозионный процесс приводит к изменениям в свойствах конструкционных материалов. Результатом процесса является «коррозионный эффект», ухудшающий функциональные характеристики металла оборудования, среды и технических систем, расценивающийся как «эффект повреждения» или «коррозионная порча».

Очевидно, что экономические потери, связанные с коррозией металлов, определяются не столько стоимостью прокорродировавшего металла, сколько стоимостью ремонтных работ, убытками за счет временного прекращения функционирования инженерных систем, затратами на предотвращение аварий, в некоторых случаях абсолютно недопустимых с точки зрения экологической безопасности. Оценки затрат, связанных с коррозией (по данным зарубежных источников) приводят к выводу, что общие годовые расходы на борьбу с последствиями коррозии составляют 1,5–2% валового национального продукта. Часть этих затрат неизбежна; было бы нереально полностью исключить все коррозионные разрушения [1]. Тем не менее можно значительно сократить коррозионные потери за счет лучшего использования на практике накопленных знаний о коррозионных процессах и методов защиты от коррозии, которыми антикоррозионные службы располагают на данный момент.

Справедливости ради следует сказать, что не всегда коррозионные процессы имеют только отрицательное значение, иногда окисление металла используют для подготовки поверхности металла к его дальнейшей обработке: прокатке, волочению,

нанесению покрытий и т. д. Глубокие знания и понимание коррозионных процессов способны повысить качество продукции и экономическую эффективность указанных технологических операций.

При изучении курса «Коррозия и защита металлов» одной из основных является лабораторная работа по изучению скорости коррозии в зависимости от исследуемого сплава, концентрации кислотного раствора, присутствия ингибитора коррозии и др. В зависимости от характера протекания коррозионного процесса, вида коррозионного разрушения применяют различные методы количественной оценки скорости коррозии: весовой, объемный, электрохимический, магнитометрический и другие.

Научно-производственным институтом «Учебная техника и технологии» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (научно-исследовательский университет) уже более 15 лет ведутся работы по разработке и производству учебного оборудования для вузов и учреждений СПО.

Целью настоящей работы является разработка методики исследований и автоматизированной установки для определения коррозии металлов весовым методом, которая способствовала бы повышению уровня подготовки технических специалистов за счет повышения наглядности и применения привлекательных и понятных для молодого поколения обучающихся технологий.

Весовой (гравиметрический) метод основан на определении измерения массы образцов в процессе воздействия агрессивной среды. При этом определяют прибыль или убыль массы образца [1, 2].

При гравиметрическом методе скорость коррозии характеризуется массовым показателем K_m (г/м²·ч) [3, 4]:

$$K_m = \frac{m_1 - m_2}{S\tau}, \quad (1)$$

где m_1 – масса образца до испытания, г; m_2 – масса образца после испытания, г; S – площадь поверхности образца, м²; τ – время испытания, ч.

Традиционно при гравиметрическом методе для расчета скорости коррозии по убыли массы образец взвешивали до эксперимента. В ячейку (стеклянный сосуд емкостью 1 л) опускалось по три предварительно взвешенных образца, закрепленных в гребенках. После проведения эксперимента продукты коррозии удаляли с поверхности металла ластиком, промывали этанолом и высушивали в эксикаторе. Затем образцы вновь взвешивали.

Если изменение массы образца прямо пропорционально глубине проникновения коррозии в условиях общей коррозии, то массовый показатель часто пересчитывают в глубинный, который характеризует утонение образца в единицу времени [5, 6]:

$$\Pi = \frac{K_m \cdot \tau_{\text{год}}}{\rho}, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{год}} = 8760$ – количество часов в году, ρ – плотность металла образца, г/м³.

Если необходимо оценить эффективность действия ингибиторов коррозии, то определяют степень защиты ингибитора Z (%) по формуле:

$$Z = \frac{K_0 - K'}{K_0} \cdot 100, \quad (3)$$

где K_0 – скорость растворения металла в среде без ингибитора, г/(м²·ч); K' – скорость растворения металла в среде с ингибитором, г/(м²·ч).

Современные аналитические весы способны производить высокоточное взвешивание в микродиапазоне, дискретность которого при этом будет равна 0,001 мг. К преимуществу современных весов также можно отнести простоту их синхронизации с ПК и наличие необходимого программного обеспечения для передачи и обработки данных.

Предлагаемая установка (рис. 1), в основу которой взяты именно такие весы, позволяет измерять и фиксировать изменение массы образца непосредственно в процессе проведения испытания с необходимым временным интервалом, что обеспечивает наглядность и точность проводимого испытания [7].

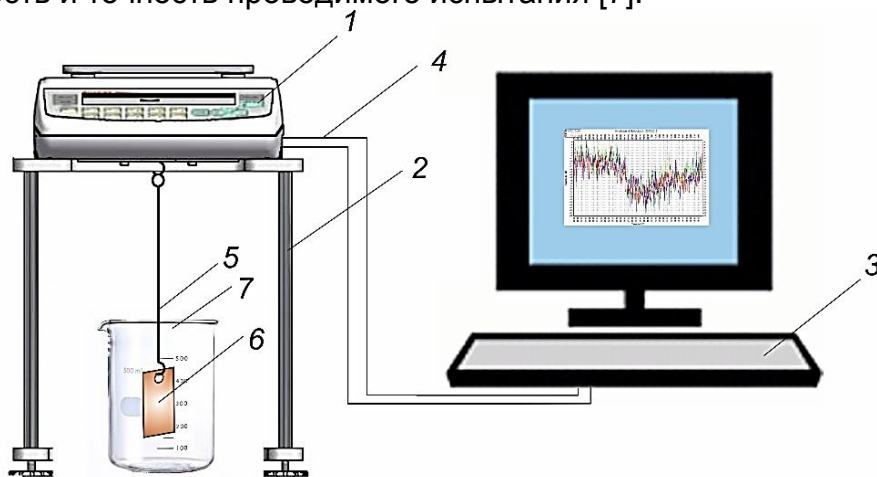


Рис. 1. Схема лабораторной установки: 1 – весы аналитические DX-200; 2 – подставка для весов; 3 – компьютер; 4 – кабель соединительный; 5 – крючок из коррозионностойкого материала; 6 – образец; 7 – лабораторный стакан с раствором

Приступая к началу испытаний, необходимо запустить программу RsWeight и внести в таблицу промежутков времени, через который будет осуществляться фиксация массы, и само время испытания, после чего наблюдать за изменением массы в виде кривой (рис. 2).

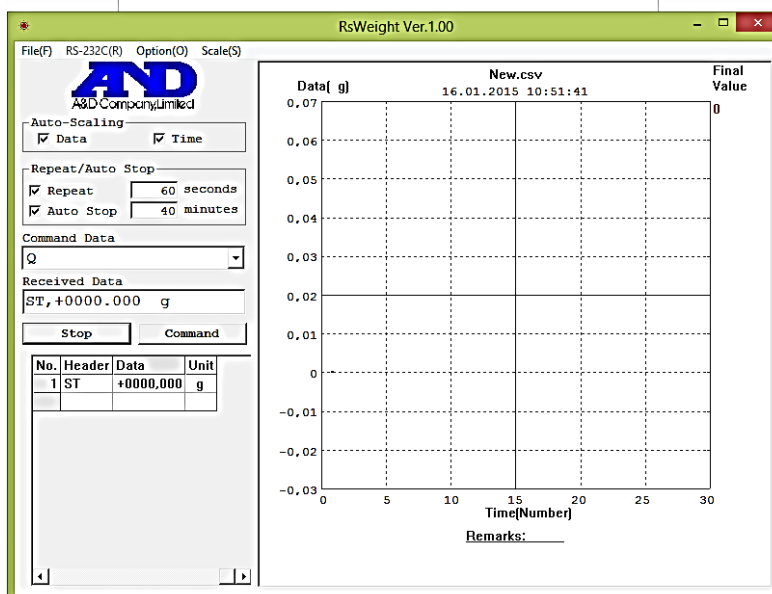


Рис. 2. Окно фиксации результатов испытания

Данные об изменении массы во времени необходимо сохранить в файл в формате .csv. Пример такого файла показан на рис. 3.

No.	Date	Time	Header	Data	Unit						
1	01-13-2015	4:38:19	ST	-0,001	g						
2	01-13-2015	4:39:19	ST	-0,008	g						
3	01-13-2015	4:40:19	ST	-0,007	g						
4	01-13-2015	4:41:19	ST	-0,012	g						
5	01-13-2015	4:42:19	ST	-0,02	g						
6	01-13-2015	4:43:19	ST	-0,022	g						
7	01-13-2015	4:44:19	ST	-0,026	g						
Axis	4	0	1800	-1E+07	0	0	60	3	2	0	
Date	#####										
Memo	Remarks:										

Рис. 3. Файл с информацией, полученной с весов

При запуске разработанной нами программы *Corrosion.exe* пользователь может ввести некоторую информацию, которая впоследствии будет использована в отчёте о проделанной работе, в диалоговом окне (рис. 4). Пользователю необходимо ввести площадь поверхности образца, путь к файлу с данными, полученными с аналитических весов. Также следует ввести дополнительную информацию: номер эксперимента и имя человека, проводящего эксперимент.

В процессе обработки результатов эксперимента, проведенных с использованием формул (1) и (2), пользователь получает зависимость изменения массы образца от времени протекания процесса, а также величину средней скорости коррозии в данных условиях. Коррозионную стойкость исследуемого металла или сплава оценивают по десятибалльной шкале [8].

При изучении влияния ингибиторов коррозии степень его защитной способности оценивают по формуле (3).

Сформированный отчёт содержит информацию, которую пользователь введёт в диалоговом окне (рис. 4), дату проведения эксперимента, полученный график и величину средней скорости коррозии. Программа включает в себя опцию печати полученного отчёта.

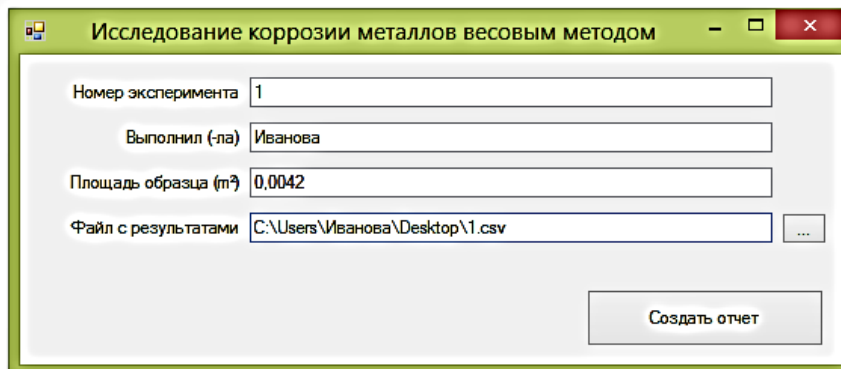


Рис. 4. Диалоговое окно программы

Пример отчёта показан на рис. 5.

На базе разработанной лабораторной установки проводятся такие лабораторные работы, как «Сравнение коррозионной стойкости низкоуглеродистой и высоколегированной стали», «Защита металла от коррозии ингибиторами», «Влияние концентрации серной (соляной) кислоты на скорость коррозии низкоуглеродистой стали» [9].

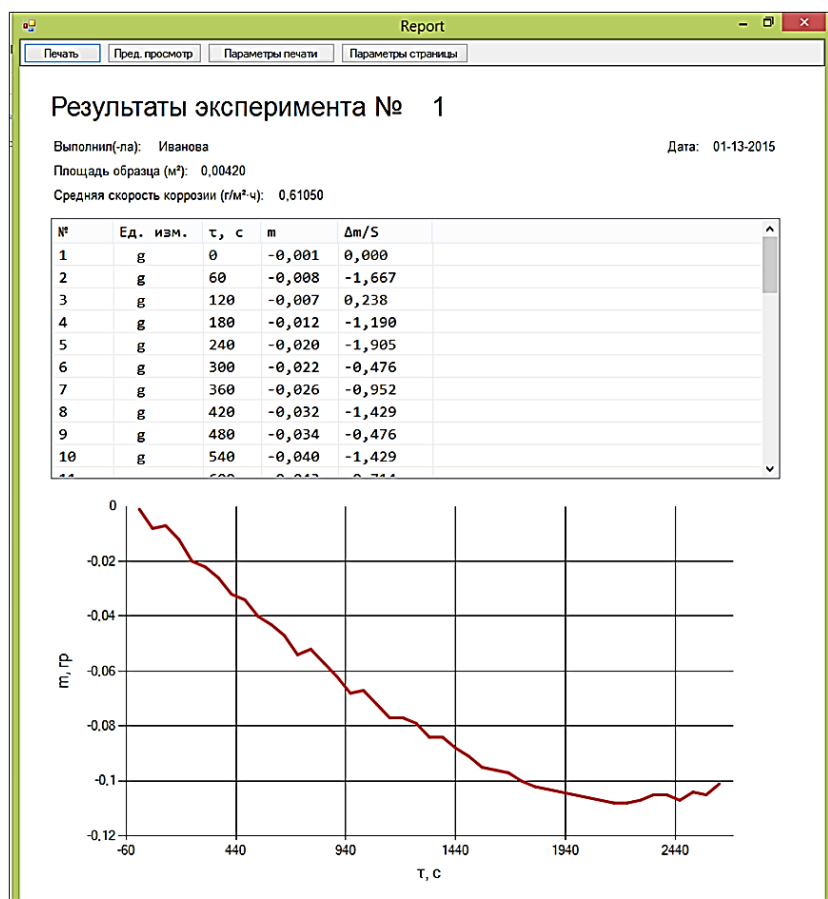


Рис. 5. Отчет по эксперименту

Таким образом, разработанная установка для исследования коррозии позволяет с наивысшей точностью отслеживать изменение веса в растворах агрессивных сред. Данные о всех изменениях регистрируются на ПК и могут использоваться в дальнейшем. Высокая степень автоматизации проводимых экспериментов и современные подходы к проведению лабораторных работ делают их более привлекательными для студентов и позволяют повысить качественный уровень подготовки студентов технических специальностей по такому сложному, но интересному и важному курсу, как «Коррозия и защита металлов».

Ссылки на источники

1. Жук И. П. Курс теории коррозии и защиты металлов. – М.: Металлургия, 1976. – 240 с.
2. Томашов Н. Д., Чернова Г. П. Теория коррозии и коррозионностойкие конструкционные сплавы. – М.: Металлургия, 1986. – 360 с.
3. Там же.
4. Коррозия конструкционных материалов: справочник: в 2 кн. / В. В. Батраков, В. П. Батраков, Л. Н. Пивоварова, В. В. Соболев. – М.: «Интернет инжиниринг», 2000. – 316 с.
5. Томашов Н. Д., Чернова Г. П. Указ. соч.
6. Коррозия конструкционных материалов: справочник.

7. Радионова Л. В. Исследование коррозии металлов весовым методом: метод. указания к выполнению лабораторных работ. – Челябинск: ООО НПП «Учтех-Профи», 2015. – 18 с.
8. Томашов Н. Д., Чернова Г. П. Указ. соч.
9. Радионова Л. В. Указ. соч.

Lyudmila Popyonova,
 Master student, South Ural State University, Chelyabinsk
Lyudmila.popenova@mail.ru

Roman Lisovskiy,
 Master student, South Ural State University, Chelyabinsk
johnkoffee.work@gmail.com

Lyudmila Radionova,
 Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the chair of Machinery and Materials Handling Technology Pressure, South Ural State University, Chelyabinsk
[radionovalv.@rambler.ru](mailto:radionovalv@rambler.ru)

Development of plants for study metal corrosion by gravimetric method

Abstract. The paper describes the principle of operation of automated laboratory systems for determining the rate of corrosion weight by gravimetric method. The plant can be used for training technical students in the study of discipline "Corrosion and Protection of Metals" in universities and institutions of secondary vocational education.

Key words: corrosion of metals, laboratory apparatus, weighting, gravimetric method.

References

1. Zhuk, I. P. (1976) *Kurs teorii korrozii i zashhity metallov*, Metallurgija, Moscow, 240 p. (in Russian).
2. Tomashov, N. D. & Chernova, G. P. (1986) *Teoriya korrozii i korroziionnostojkie konstrukcionnye splavy*, Metallurgija, Moscow, 360 p. (in Russian).
3. Ibid.
4. Batrakov, V. V., Batrakov, V. P., Pivovarov, L. N. & Sobol', V. V. (2000) *Korroziya konstrukcionnyh materialov: spravochnik: v 2 kn.* "Internet inzhiniring", Moscow, 316 p. (in Russian).
5. Tomashov, N. D. & Chernova, G. P. (1986) Op. cit.
6. Batrakov, V. V., Batrakov, V. P., Pivovarov, L. N. & Sobol', V. V. (2000) Op. cit.
7. Radionova, L. V. (2015) *Issledovanie korrozii metallov vesovym metodom: metod. ukazaniya k vypolneniju laboratornyh rabot*, ООО НПП "Uchteh-Profi", Cheljabinsk, 18 p. (in Russian).
8. Tomashov, N. D. & Chernova, G. P. (1986) Op. cit.
9. Radionova, L. V. (2015) Op. cit.

Рекомендовано к публикации:

Горевым П. М., кандидатом педагогических наук,
 главным редактором журнала «Концепт»

Поступила в редакцию <i>Received</i>	20.03.15	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	23.03.15
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	23.03.15	Опубликована <i>Published</i>	22.06.15



www.e-koncept.ru

© Концепт, научно-методический электронный журнал, 2015

© Попёнова Л. И., Лисовский Р. А., Радионова Л. В., 2015