

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ АЛЮМИНИЯ В РАСТВОРАХ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ\*

Ю. ЮХАС-КИШ, И. ЛИПОВЕЦ, Н. ЛОХОНЯИ и К. ШЕХТЕР

Кафедра Неорганической Химии  
Будапештского Технического Университета

(Поступило: 23 декабря 1971 г.)

Коррозия алюминия в азотной кислоте была изучена многими авторами [1]. Х. Бонер и Х. Бушлингер исследовали в широком интервале концентрации кислоты растворение алюминия чистоты 99,3% [2]. На основе их результатов может быть установлено, что наиболее агрессивными являются кислоты средних концентраций. Подобные выводы можно делать на основании работы Л. Решке и К. Геер, которые изучали растворение алюминия чистоты 99,5% также в широком интервале концентрации кислоты [3, 4].

С целью изучения коррозии алюминия нами были проведены сначала электрохимические исследования. Поверхность алюминия, погруженного в раствор азотной кислоты изменяется в течение долгого времени, что отмечается и изменением электродного потенциала в течение нескольких дней.

Нами измерен потенциал алюминия, погруженного в раствор азотной кислоты, связанного с нормальным каломельным электродом. Потенциал алюминия изменяется сначала в положительную сторону, затем, достигая потенциала выше + 500 мв, смещается в отрицательное направление, и через несколько дней развивается стационарный потенциал в — 350 мв или более отрицательный. (Потенциалы отнесены к нормальному каломельному электроду).

Ввиду того, что излагаемые нами в дальнейшем коррозионные опыты были проведены в течение 6 часов, они относятся, собственно говоря, к начальному периоду реакции коррозии.

Опыты были проведены в цилиндрическом сосуде, имеющем сверху три отверстия. Через одно отверстие был введен инертный газ, который барботировал через стеклянный фильтр, перемешивая кислоту. К сосуду был присоединен на шлифах холодильник-змеевик, в середине на шлифе располагался термометр. Для обеспечения постоянства температуры реакционный сосуд был помещен в сосуд, соединенный с ультратермостатом. Алюминиевая пластинка чистоты 99,99% размером в 2 см × 3,5 см была помещена на стеклян-

\* На основе доклада на конференции СЭВ «Разработка мер защиты от коррозии металлов» 27-ого октября 1971 г. в Москве.

ный крючок. Пластинки были помыты перед опытами ацетоном, а после окончания измерений дистиллированной водой и ацетоном и сушили их. Для опытов была использована азотная кислота фирмы «Мерск», качества «для анализа».

Скорость коррозии алюминия исследовалась в зависимости от концентрации кислоты и температуры. Длительность опытов составляла 6 часов.

Была определена убыль веса металла в широком интервале концентрации кислоты при 40,50, 60,6, 70 и 80 °С. Результаты этих измерений показаны на рисунке 1. Как видно из графика, согласно данным других авторов, мы также установили, что наиболее агрессивными являются растворы азотной кислоты средних концентраций. Корродирующее действие концентрированной

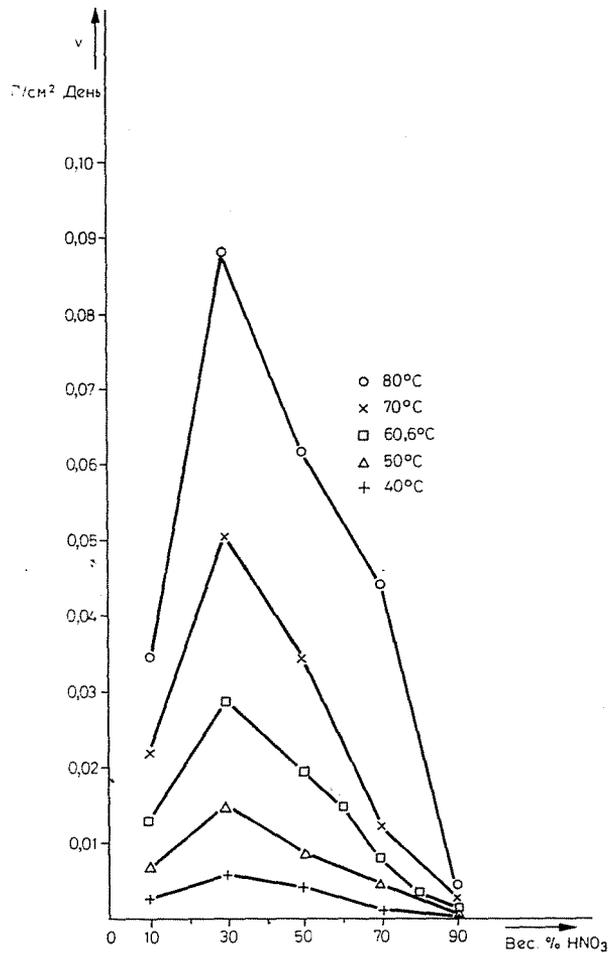


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии алюминия ( $v$  в  $\text{г/см}^2 \cdot \text{день}$ ) от концентрации растворов азотной кислоты

ной азотной кислоты было измерено нами, например, при 60 °С, и мы нашли его по сравнению к более разбавленным растворам на два порядка ниже.

Были определены кажущиеся энергии активации растворения алюминия по уравнению Аррениуса в азотной кислоте концентрации 10, 30, 50, 70 и 90 весовых процентов. (Таблица № 1 и рис. 2.)

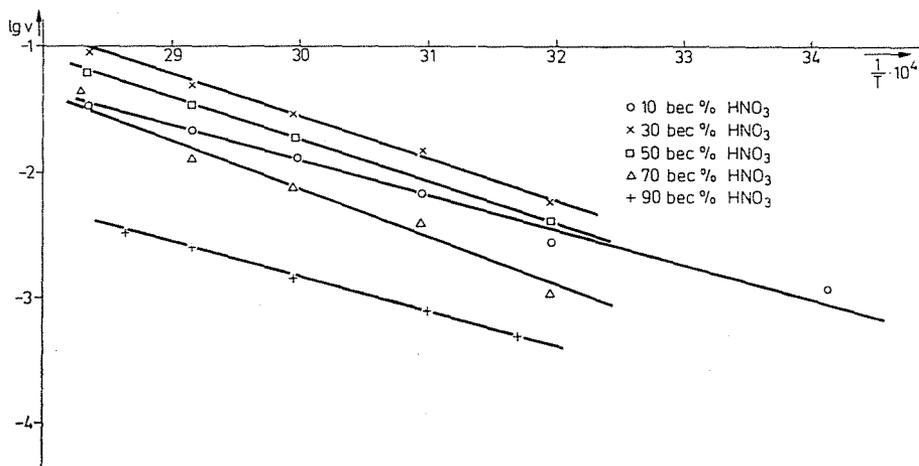


Рис. 2. Прямые Аррениуса растворения алюминия в азотной кислоте

Таблица 1

Зависимость кажущейся энергии активации ( $\epsilon$ ) от концентрации кислоты

Вес. % $\text{HNO}_3$	10	30	50	70	90
$\epsilon$ ккал/моль	12,3	14,7	14,8	17,3	12,5

Из данных измерений в концентрированной азотной кислоте при различных температурах мы не могли рассчитать энергию активации, потому что убыль веса была очень низкой: при 20 °С изменения веса не наблюдалось, при 40 °С убыль веса составляла  $1,715 \cdot 10^{-5}$  г/см<sup>2</sup> день.

Значения энергии активации показывают, что скорость растворения алюминия определяется не диффузией, а некоторой химической реакцией.

### Квалификация сварных алюминиевых изделий на основе их реакции в концентрированной азотной кислоте

Для практических целей мы исследовали коррозию алюминия также и в случае сварных изделий.

В качестве меры коррозии принимается убыль веса, отнесенная к единице поверхности за единицу времени. В случае поверхности, содержащей

сварной шов, распределение коррозии обычно неравномерно, поэтому наиболее целесообразно следить за коррозией путем снятия рентгенограмм.

Для наших опытов мы приготовили образцы, сваренные различными методами, с поперечным сечением в  $16 \times 16$  мм и длиной приблизительно в 80 мм. Образцы выдерживались в концентрированной азотной кислоте в течение 200 часов при  $80^\circ\text{C}$ . Перед началом опыта и после опыта с целью контролирования происходящей коррозии были определены поперечное сечение и масса образцов, а также сняты их рентгенограммы.

В следующей таблице указаны полученные нами данные по исследованию одного хорошо и одного плохо сваренного образца.

Данные измерений поперечных сечений, а также результаты измерений веса показаны в таблице 2.

Таблица 2

Измерения размеров хорошо сваренного (1) и плохо сваренного (2) образцов под влиянием нагревания в азотной кислоте

Обра- зец	Размеры толщины (мм) до и после		Вес (г) до и после		Убыль
	коррозионного воздействия		коррозионного воздействия		
1	16,0×16,0	15,96×16,0	55,5972	55,2960	0,3012
2	16,02×16,01	15,99×16,0	55,6267	55,2311	0,3056

Уменьшение поперечных размеров, а также убыль веса в случае обоих образцов равняются друг другу, поэтому они не характерны для коррозии.

Рентгенограммы образцов, снятые после коррозионного воздействия, показаны на рис. 3 и микрофотометрограмма второго образца — на рисунке 4.

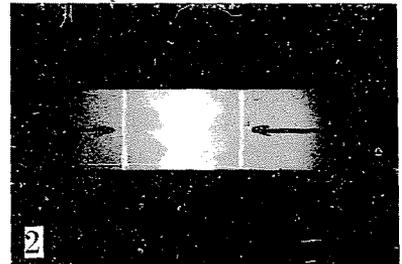
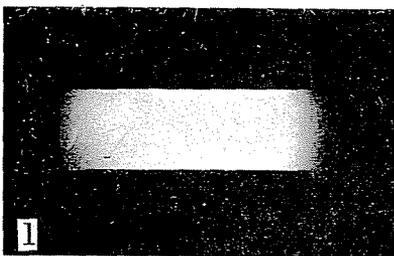


Рис. 3. Рентгенограмма образцов 1 и 2, снятые после травления в азотной кислоте в течение 200 часов



Рис. 4. Микрофотометрограмма рентгенограммы образца 2 (масштаб 10 : 1)

На съемке, снятой с второго образца, наблюдается разрежение во шве. Для определения меры разрежения, то есть меры уменьшения поперечного сечения, вызванного коррозией, были врезаны две рифли: на левой стороне шва одна рифля глубиной в 1 мм и на правой стороне — глубиной в 2 мм и оценили микрофотометрированием рентгенограмму, снятую с таким образом приготовленного образца.

На диаграмме на рисунке 4 показано, что коррозия, происходившая во шве, вызвала уменьшение поперечного сечения приблизительно в 2 мм, то есть в случае образца толщиной в 16 мм, коррозионное повреждение составляет 12,5 процентов.

### Резюме

Авторами исследовано поведение алюминия в азотной кислоте. Было установлено, что электродный потенциал изменяется в течение нескольких дней, поэтому наши коррозионные опыты относятся к начальному периоду реакции коррозии. Наиболее агрессивными оказались кислоты средних концентраций. Значения кажущейся энергии активации, полученные в случае кислот различных концентраций указывают на то, что скорость растворения алюминия определяется некоторой химической реакцией.

Авторами разработан метод исследования коррозионных свойств алюминиевой поверхности, содержащей сварной шов с целью определения качества шва.

### Литература

1. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie **35**, Aluminium стр. 397, Verlag Chemie Berlin (1966).
2. BOHNER, H., BUSCHLINGER, H.: Hauszeitschr. Aluminium **3**, 329 (1931).
3. RESCHKE, L.—GEIER, K.: Aluminium **25**, 149 (1943).
4. Тодт, Ф.: Коррозия и защита от коррозии, стр. 521; Издательство «Химия», Москва—Ленинград (1963).

Ю. Юхас-Киш,	} 1502. Budapest почтовый ящик 91 Венгрия
И. Липовец	
Н. Лохоняи	
К. Шехтер	