

УДК 621.039.531

## ВЛИЯНИЕ $\gamma$ -ОБЛУЧЕНИЯ НА КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Т.Н.Агаев

*Институт радиационных проблем Национальной АН Азербайджана,  
e-mail:nukl@box.az*

*Исследованы закономерности и особенности кинетики коррозии нержавеющей стали при термическом и радиационно-термическом процессах. Определена зависимость скорости коррозии от времени облучения.*

**Ключевые слова:** радиолиз, гамма излучение, скорость коррозии, кинетика коррозии.

Изучение физико-химических процессов, протекающих в контакте конструкционных материалов ядерных реакторов с водой, представляет большое значение при решении проблем материаловедения и обеспечении безопасности работы ядерно-энергетических установок. Особенности этих процессов связаны с тем, что они могут завершаться, с одной стороны, коррозией конструкционных материалов, а с другой – накоплением в среде взрывоопасных газовых продуктов  $H_2$  и  $O_2$  [1-3].

В результате поверхностных физико-химических процессов в контакте металлических материалов с агрессивной средой изменяется состояние поверхности, что в конечном итоге может привести к коррозионному разрушению этих материалов.

Коррозия материалов зависит от многих факторов. Она в большинстве случаев является гетерофазной и в качестве составляющих ее стадий можно указать следующие: адсорбция окислителей и других агрессивных веществ среды, создание активных состояний на поверхности, взаимодей-

ствие этих центров с адсорбированной фазой, разложение адсорбированных веществ и фазовые переходы. В результате этих процессов происходит окисление поверхности металлов и накопление газовых продуктов в контактирующей среде. Для многих металлов, например Zr, Al, а также нержавеющих сплавов образовавшиеся оксидные пленки защищают металл от дальнейшего развития окисления [3-4].

В настоящее время накоплен большой опыт в области исследования коррозии сталей и сплавов [4]. Однако научно обоснованные методы описания кинетики коррозии металлов до сих пор отсутствуют. Существующие методы описания являются эмпирическими, основанными на подборе интерполяционных зависимостей, наилучшим образом описывающих экспериментальные данные. Основная причина такого состояния – сложность механизма коррозии.

В связи с этим возникла необходимость исследования коррозионного поведения нержавеющей стали после предварительной радиационной обработки в среде  $H_2O_2$  при  $T=300$  К и длительном времени облучения – от 5 до 150 часов( $D=12,6 \div 378$  кГр).

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Исследования проводили в статических условиях в специальных кварцевых ампулах объемом  $V=1.0$  см<sup>3</sup>. В качестве объекта исследования брали реакторную нержаве-

ющую сталь в виде тонкой ленты. Контактирующую поверхность образцов определяли на основе их геометрических размеров, и она составляла  $9,3 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/г. С

целью исключения вклада органических загрязнений поверхности в процесс накопления молекулярного водорода образцы предварительно очищали органическими растворителями – этиловым спиртом, ацетоном, а затем промывали дистиллированной водой. Затем образцы высушивали при 300-320К в среде инертного газа – Ar. Высущенные образцы взвешивали с точностью  $\pm 5 \cdot 10^{-5}$  г и помещали в кварцевые ампулы. Ампулы с образцами вакуумировали до  $P=10^{-3}$  Па при 300 К. После этого в них вводился пероксид водорода ( $C_{H_2O_2}=9$  моль/л) до полного покрытия им образцов. Ампулы соединялись со специальным газометром.

Образцы подвергались предварительному радиационному воздействию гамма-лучей ( $D=0,70$  Гр/с) при различных временах, затем высушивались и взвешивались. После взвешивания их переводили в специальные ампулы для испытания радиационно-кatalитической активности в процессах радиолитического разложения воды. Необходимое количество воды вводили в ампулы с образцами путем конденсации паров из градуированного объема вакуумно-адсорбционной установки.

Точность введения воды в ампулы с образцами из вакуумно-адсорбционной установки в исследуемом интервале значений плотности паров воды составляет 5%. Температура при проведении экспериментов поддерживалась с точностью до  $\pm 1$ К. Радиационные и радиационно-термические процессы проводили на изотопном источнике  $\gamma$ -излучения  $^{60}\text{Сo}$ . Дозиметрия источника проводилась химическими дозиметрами – ферросульфатным, циклогексановым и метановым. Перерасчет значения поглощенной дозы облучения в исследуемых системах производился сравнением электронных плотностей [6].

Окончательную обработку результатов проводили по известным методикам определения среднего арифметического значения, оценке скорости коррозии [5].

Среднюю скорость коррозии вычисляли по формуле:

$$V_m = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \text{ г/м}^2 \cdot \text{ч}$$

где  $\Delta m$  - потеря массы образцов,  $\text{см}^2$ ;

$S$  - площадь поверхности образцов,  $\text{см}^2$ ;

$\tau$  - продолжительность облучения, ч.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Термические и радиационно-термические процессы в контакте металлических конструкционных материалов с водой сопровождаются накоплением молекулярного водорода и окислением поверхности металла. Поэтому исследована кинетика окисления нержавеющей стали при термических и радиационно-термических процессах в контакте с водой в интервале температур  $T=300\div673$ К. На рис.1 приведены типичные формы наблюдаемых кинетических кривых окисления нержавеющей стали в исследованном интервале температур. Как видно из рис.1, на кинетических кривых можно выделить две области: I область до

120 $\div$ 150 мин – это область окисления с образованием защитного оксидного слоя на поверхности нержавеющей стали; II область – это область насыщения нержавеющей стали от времени облучения, т.е. завершение образования защитного оксидного слоя на поверхности нержавеющей стали на кинетических кривых окисления проявляется в виде области насыщения.

Исследовано влияние температуры на скорость процесса образования защитной оксидной фазы на поверхности нержавеющей стали (рис. 2). На основе температурной зависимости определено значение энергии активации, которое равно 5,6 кДж/моль.

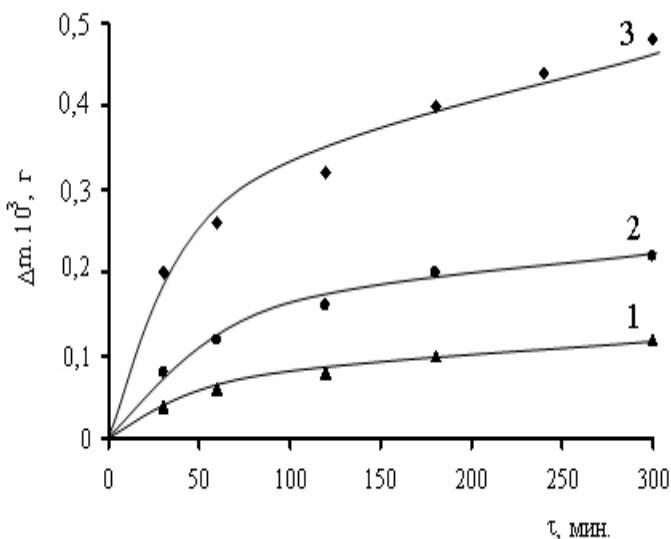


Рис 1. Кинетические кривые окисления нержавеющей стали при термических и радиационно-термическом процессах в контакте с водой. 1 –  $T=473\text{K}$  – радиационный; 2 –  $T=673\text{K}$  – термический; 3 –  $T=673\text{K}$  – радиационно-термический.

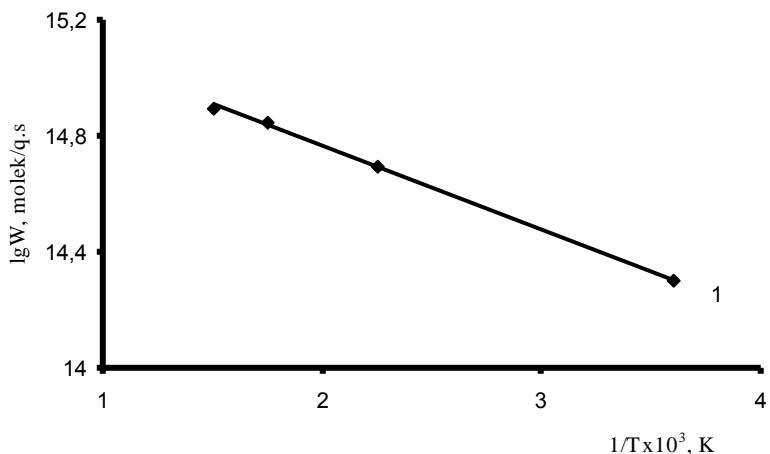


Рис 2. Зависимость скорости окисления нержавеющей стали в результате радиационно-термических процессов, протекающих в контакте с водой, от температуры в координатах  $\lg W=f(1/T)$

Эффект радиации в радиационном процессе зависит от поглощенной дозы излучения. С целью выявления закономерностей влияния поглощенной дозы излучения на радиационный процесс

окисления нержавеющей стали исследована кинетика коррозии нержавеющей стали при  $T=300\text{K}$  в среде  $\text{H}_2\text{O}_2$  и при различных временах облучения ( $\tau=5\div 150$  часов).

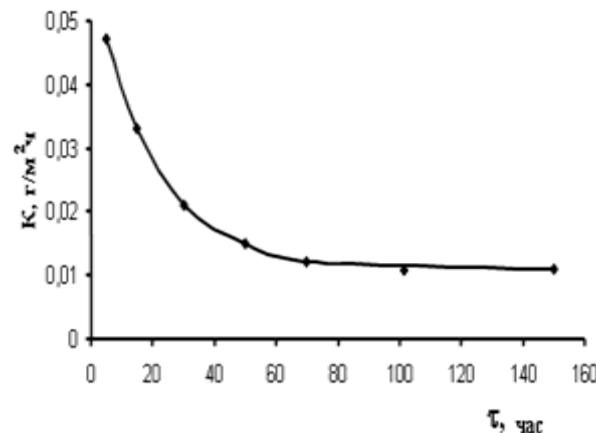


Рис 3. Скорость коррозии нержавеющей стали при радиационном ( $T=300\text{K}$ ) процессе от предварительного окислительного времени облучения в среде  $\text{H}_2\text{O}_2$  при  $D=0,70 \text{ Гр/с.}$

Как видно из рис.3, скорость коррозии при увеличении дозы облучения уменьшается при радиационном процессе. По-видимому, это связано с тем, что при коррозии на поверхности нержавеющей стали образуется слой из оксидов железа, который затрудняет доступ кислорода к поверхности [7]. В результате скорость коррозии постепенно уменьшается. Скорость коррозии достигает постоянных значений примерно спустя 100 часов.

Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что при увеличении времени радиационно-окислительной обработки может происходить окисление исходного состояния нержавеющей стали в результате радиационно-гетерогенных процессов в контакте с  $\text{H}_2\text{O}_2$ . В результате этого на поверхности нержавеющей стали, при взаимодействии его с  $\text{H}_2\text{O}_2$  образуется оксидная пленка, что приводит к его пассивации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющих сталей, сплавов и чистых металлов. //М.: Металлургия. 1990. С. 320.
2. Агаев Т.Н. // Металловедение и термическая обработка металлов. № 1. 2009. С.49-52.
3. Гарифов А.А., Алиев А.Г., Агаев Т.Н. и др. // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение. 2007. № 6. С.55-57.
4. Коррозия . / Под ред. Л.Л.Шрайдера. М.: Металлургия. 1981. С.74-162.
5. Пикаев А.К. / Дозиметрия в радиационной химии. М.: Наука. 1995. С.11.
6. Гринева С.Н. Определение скорости коррозии металлов и сплавов объемным методом. Санкт-Петербург. 2004. С.27.
7. Веттегрен В.Н., Башкарев А.Я., Морозов Г.Н. // Письма в ЖТФ. 2002. т.28. вып.13. С.11-15.

***$\gamma$ -ŞÜALANMANIN PASLANMAYAN POLADIN KORROZİYA DAVAMLILIĞINA  
TƏSİRİ***

*T.N.Ağayev*

*Paslanmayan poladin termiki və radiasiya-termiki proseslərdə korroziya davamlılığının qanunauyğunluqları və əsasları tədqiq edilmişdir. Şüalanma müddətindən asılı olaraq korroziya sürəti təyin olunmuşdur.*

***INFLUENCE OF  $\gamma$ RADIATION ON CORROSION RESISTANCE  
OF STAINLESS STEEL***

*T.N.Ağayev*

*Regularities of features of the kinetics of corrosion of stainless steel under thermic and radiation-thermic processes have been studied dependence of corrosion rate on radiation period definer.*