

УДК 620.17:541.18

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. И. ЛОБОЙКО, С. И. МИКИТИШИН, И. И. ВАСИЛЕНКО,
академик АН УССР Г. В. КАРПЕНКО

ЗАВИСИМОСТЬ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ МЕТАЛЛА ОТ ХАРАКТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СО СРЕДОЙ

Известно (^{1, 2}), что изменение поверхностной энергии твердых тел на границе с окружающей средой влияет на процессы их деформирования и разрушения. Поэтому исследования по изменению ее под воздействием поверхностно-активных сред могут дать новую информацию о механизме разрушения деформированного материала, а также необходимые физические предпосылки для прогнозирования его физико-механических свойств (³).

Настоящая работа посвящена исследованию влияния водорода, кислорода, гелия, гексана, этилового спирта, дистиллированной воды и атмосферы на предел прочности и электросопротивление тонких ($\varnothing = 100\mu$) стальных (сталь 65Г) и вольфрамовых ($\varnothing = 8\mu$) проволок длиной 400 мм.

Электросопротивление измеряли при температуре 20°С на одинарном мосте постоянного тока МОД-61 нулевым методом с точностью $\pm 0,005$ ом. Перед измерениями поверхность испытуемых образцов обезжиривали и для удаления влаги производили вакуумный отжиг (10^{-6} мм рт. ст., 500°С, 15 мин. — стальных; 10^{-6} мм рт. ст., 1800°, 15 мин. — вольфрамовых проволок). Газы перед впуском в ячейку тщательно очищали от влаги (^{4, 5}).

Из результатов испытаний проволок на разрыв (табл. 1) видно, что предел прочности σ_B более чувствителен к воздействию среды у проволок меньшего диаметра. Здесь, как и в случае изменения электросопротивления, влияние среды зависит от соотношения между поверхностью проволоки и поперечным ее сечением. Вакуум 10^{-6} мм рт. ст., гелий и гексан

Таблица 1

Среда	Вольфрамовая проволока		Стальная проволока	
	σ_B , кг/мм ²	$\Delta R/R$, %	σ_B , кг/мм ²	$\Delta R/R$, %
Вакуум 10^{-6} мм рт. ст.	420	—	129	—
Гелий	415	—0,1	128	—0,07
Гексан	415	—0,1	128	—0,07
Водород	370	—2,7	117	—0,3
Этиловый спирт (обезвоженный)	345	—3,7	113	—0,46
Кислород	340	+4,3	115	+0,53
Этиловый спирт (контактирующий с воздухом)	336	—5,5	109	—0,62
Воздух	331	—5,6	111	—0,62
Дистиллированная вода	290	—6,4	98	—0,7

практически не влияют на предел прочности вольфрама и стали, т. е. слабая физическая адсорбция не вызывает понижения прочности проволок; молекулярный водород, этиловый спирт, воздух и вода значительно понижают прочность проволок, при этом воздух сильнее влияет на прочность проволок, чем обезвоженный водород и спирты. Кроме того установлено, что обезвоженный спирт (не контактирующий с воздухом) приводит к

значительно меньшему эффекту снижения прочности, чем спирт, не очищенный от влаги. Из исследуемых сред наибольшее влияние на прочность проволок оказывает вода и воздух.

Для обоснования эффектов необходимо было исследовать природу связи адсорбированных атомов и молекул сред с поверхностью проволок. С этой целью измеряли изменения электросопротивления металла непосредственно в ходе адсорбции. Исследования показали, что для вольфрамовых и для стальных проволок имеет место однотипный характер изменения электросопротивления от количества адсорбата.

Электросопротивление вольфрамовой и стальной проволоки под влиянием кислорода сначала резко возрастает, но уже при давлении 10^{-3} мм рт. ст. достигает максимума и при дальнейшем повышении давления остается приблизительно постоянным. Можно допустить, что в этом случае дополнительно адсорбированный кислород химически не взаимодействовал с поверхностью исследуемых проволок. Пары воды, этилового спирта и газообразного водорода вызывают уменьшение электросопротивления, причем для паров воды максимум уменьшения электросопротивления достигается при давлении порядка 10^{-4} мм рт. ст., тогда как для этилового спирта и газообразного водорода — при давлении 10^{-1} мм рт. ст. Пары гексана и газообразного гелия, очищенного от влаги, не вызывают изменения электросопротивления исследуемых образцов, что можно объяснить малой поляризующей способностью вольфрама и стали по отношению к данным средам.

Полученные данные говорят, что пары воды, этилового спирта и газообразного водорода по отношению к поверхности вольфрамовых и стальных проволок являются донорами электронов.

Исследование характера взаимодействия молекул воды с поверхностью вольфрамовых проволок привело авторов работы к выводу о том, что атом кислорода молекулы воды притягивается металлом, чего не наблюдается у атомов водорода. Очевидно, при адсорбции молекул воды на проводящих ток поверхностях неспаренные электроны атома кислорода могут стать частью электронного газа поверхности металла и снизить тем самым электросопротивление исследуемых образцов.

Спирт, подобно воде, обладая π -связью, также передает электроны металлам, вследствие чего понижает их электросопротивление. С другой стороны, кислород, являясь акцептором, «оттягивает» электроны проводимости с поверхности металла, в результате чего электросопротивление увеличивается. Изменение электросопротивления при адсорбции водорода можно объяснить способностью атома водорода передавать электрон проводимости поверхности. Из полученных экспериментальных данных следует, что все исследуемые среды, кроме гелия и гексана, взаимодействуют с поверхностью вольфрама и стали и вызывают изменение их электросопротивления.

Откачка среды из рабочей камеры приводит к неполному восстановлению исходных (до адсорбции) значений электросопротивления, т. е. лишь к частичной десорбции молекул. Даже многочасовая откачка до 10^{-6} мм рт. ст. при комнатной температуре не приводит к полному восстановлению электросопротивления. Доля необратимого значения электросопротивления при действии используемых адсорбатов изменяется на 30—72% от своего максимального значения (возрастает от водорода к воде).

Изменения электросопротивления в процессе адсорбции и десорбции исследуемых сред свидетельствуют об обратимой и необратимой адсорбции их на поверхности. Обратимую часть изменения электросопротивления, по-видимому, можно связать с дефектами решетки или полимолекулярной адсорбции, в то время как необратимую часть изменения электросопротивления можно объяснить химической адсорбцией молекул среды.

Данные исследования указывают на полную корреляцию между изменением предела прочности и электросопротивления при адсорбции на поверхности металла сред, что характеризует влияние исследуемых сред на металл, а также на роль воды при его разрушении в воздухе.

Физико-механический институт
Академии наук УССР
Львов

Поступило
12 III 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. И. Лихтман, П. А. Ребиндер, Г. В. Карпенко, Влияние поверхностно-активной среды на процессы деформации металлов, Изд. АН СССР, 1954. ² В. И. Лихтман, Е. Д. Шукин, П. А. Ребиндер, Физико-химическая механика материалов, Изд. АН СССР, 1962. ³ Г. В. Карпенко, Физ.-хим. мех. матер., 3, № 5, 503 (1967). ⁴ В. И. Лобойко, И. И. Василенко и др., там же, № 1, 46 (1972). ⁵ Ф. М. Раппопорт, Лабораторные методы получения чистых газов, 1963.