

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Г. В. КАРПЕНКО

**К ВОПРОСУ О КОРРОЗИОННОЙ УСТАЛОСТИ**

*(Представлено академиком П. А. Ребиндером 7 V 1951)*

В нашем сообщении о механизме коррозионной усталости (1) было высказано представление о первичности адсорбционного процесса образования трещин усталости и вторичности собственно коррозионного процесса внутри этих трещин. В настоящем сообщении мы приводим данные наших новых исследований, подтверждающих это представление.

С целью усиления адсорбционного эффекта в процессе коррозионной усталости мы провели исследование циклически нагруженных шлифованных образцов из мягкой стали (сталь 20X перлит-ферритной структуры) в воде с добавкой 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> сапонины. Сапонин — весьма поверхностно-активный глюкозид со слабо выраженными кислотными свойствами (в 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> растворе рН = 6) и, как показали наши исследования, довольно сильно действующий понизитель усталостной прочности стали.

Исследования проводились на усталостных машинах типа «НУ» Министерства приборостроения СССР, работающих при симметричном цикле (изгиб при вращении) с приспособлениями, позволяющими помещать испытуемый образец в различные жидкие среды. Вращающийся в среде циклически нагруженный образец энергично перемешивает среду, обогащая ее кислородом воздуха.

Уже при малых концентрациях в растворе сапонин дает достаточно высокую концентрацию в адсорбционном слое, приводящую к поверхностной коагуляции и образованию двухмерного геля, достаточно диффузионно проницаемого для воды (2). Именно поэтому сапонин не пассивирует поверхности стали по отношению к процессу коррозии, как некоторые другие поверхностно-активные вещества (3), и заметно не изменяет течения коррозионного процесса, вызываемого аэрируемой водой, тем более, что рН воды и 1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> раствора сапонины практически одинаковы.

Для отделения адсорбционного эффекта понижения прочности от коррозионного нами был применен метод защиты части образцов цинковыми протекторами, полностью подавляющими коррозионные процессы на образце. Рис. 1 иллюстрирует сказанное.

Фото рис. 2а показывает общий вид образцов стали 20X, работавших при напряжении, равном пределу усталости, в различных средах в находившихся в них по 120 час. Для раскрытия трещин усталости мы применили оказавшийся очень плодотворным в наших работах метод растяжения образца после его усталостного испытания (рис. 2б), давший следующие результаты. Образец, работавший в воздухе (1), не имел трещин. Образцы, работавшие в аэрированной

дестилированной воде (2) и в водном (1%) растворе сапонины (3), все были покрыты раскрывшимися трещинами. Оба эти образца до растяжения имели ясно выраженный покров окислов: 2 — оранжевого цвета, 3 — черного. Образец с протектором (4), работавший в водном растворе сапонины, не имел никаких признаков коррозии и видимых трещин, и только при небольшом увеличении (в 10 раз) удавалось заметить на свободной от окислов поверхности зоны, пораженные мельчайшими трещинами, расположенными перпендикулярно к максимальным нормальным напряжениям при изгибе (рис. 3).

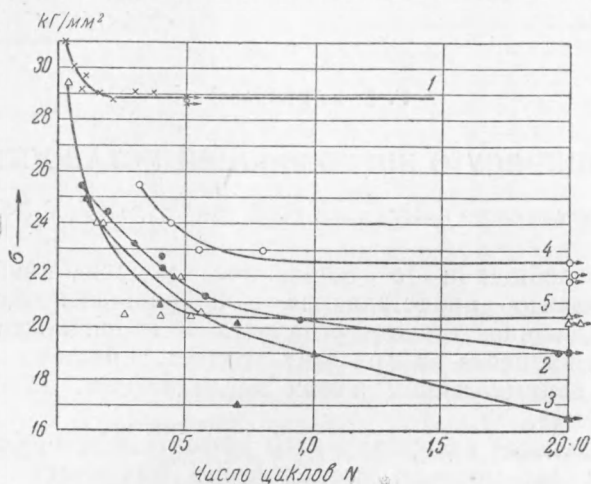


Рис. 4. Усталостные кривые: 1 — воздух,  $\sigma_{-1} = 28,9$  (100%); 2 — дестилированная вода  $\sigma_{-1} = 19$  (66%); 3 — 1% водный раствор сапонины,  $\sigma_{-1} = 16,4$  (57%); 4 — дестилированная вода, образцы с протектором,  $\sigma_{-1} = 22,5$  (78%); 5 — 1% водный раствор сапонины, образцы с протектором,  $\sigma_{-1} = 20,4$  (70%)

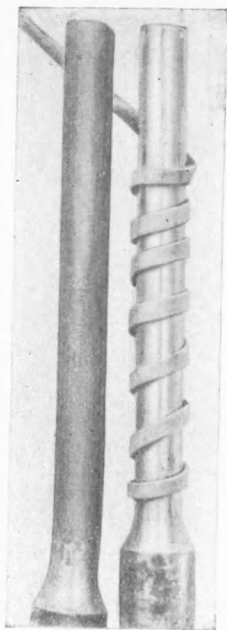
Усталостные кривые, построенные при  $N = 2 \cdot 10^7$  циклов (рис. 4) показывают, что в аэрированной воде получается кривая, типичная для коррозионной среды. В 1% водном растворе сапонины кривая также имеет вид, типичный для коррозионной среды, однако эта кривая имеет больший наклон, очевидно, за счет большей адсорбционной активности среды. Обе кривые для тех же сред, но при образцах, защищенных протекторами, имеют типичный вид, наблюдавшийся нами для адсорбционной усталости (3). В среде с большей адсорбционной активностью — в растворе сапонины — понижение предела усталости по сравнению с воздухом составляло 43%, тогда как для воды это снижение составляет лишь 34%. Для нашего случая (мягкая сталь), при  $N = 2 \cdot 10^7$  циклов нагружений, для воды адсорбционное понижение усталостной прочности по отношению ко всему понижению составляло 65%, а коррозионное понижение 35%; для воды с добавкой 1% сапонины адсорбционное понижение 70%, коррозионное понижение 30%. Для закаленных сталей следует ожидать (3) еще некоторого увеличения доли, приходящейся на адсорбционное понижение усталостной прочности при коррозионной усталости.

Институт физической химии  
Академии наук СССР

Поступило  
4 V 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> Г. В. Карпенко, ДАН, 77, № 5 (1951). <sup>2</sup> А. Б. Таубман, ЖФХ, 1, в. 4—5, 563 (1930). <sup>3</sup> Г. В. Карпенко, ДАН, 73, № 6 (1950).



1 2

Рис. 1. Образцы стали 20X, проработавшие по 100 час. в воде + 1% сапонины и сломавшиеся от усталости. 1—обычный образец; 2—образец с цинковым протектором

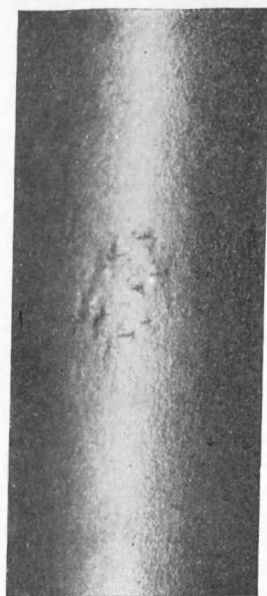
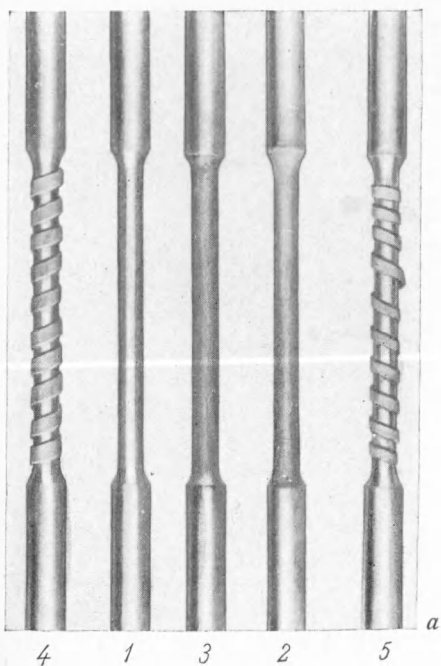
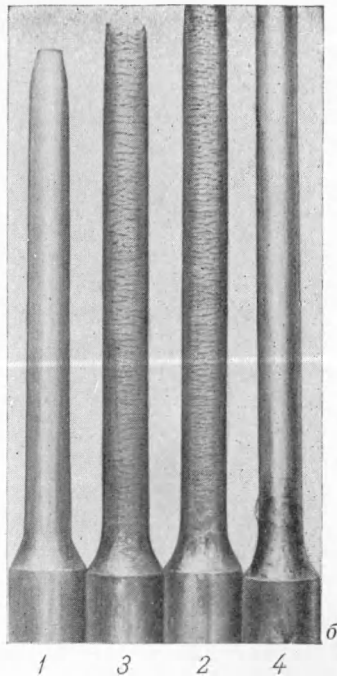


Рис. 3. Образец № 4 стали 20X с протектором, работавший на пределе усталости в среде 1% водного раствора сапонины. Растянут для раскрытия трещин.  $\times 10$



a



б

Рис. 2. а—образцы стали 20X, работавшие на пределе усталости. Среда: 1—воздух; 2—дистиллированная вода; 3—1% водный раствор сапонины; 4—то же, образец с протектором; 5—дистиллированная вода, образец с протектором; б—те же образцы, растянутые для раскрытия трещин усталости. Среда: 1—воздух; 2—дистиллированная вода; 3—1% водный раствор сапонины; 4—то же, образец с протектором