

**КОРРОЗИЯ ЖЕЛЕЗА ПРИ КОНТАКТЕ С ГРАНИЦЕЙ: ЭЛЕКТРОЛИТ  
И ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА****А. Н. СТРЕЛЬНИКОВА и Д. И. МИРЛИСА***(Представлено академиком В. А. Кистяковским)*

Работа в данной ее части посвящена выяснению причин усиленной коррозии и предохранению от нее нефтеналивных судов, подвергающихся попеременному действию нефтепродуктов и морской воды.

Если по коррозии железа в морской воде, а также по коррозии железа в продуктах перегонки нефти имеется целый ряд работ, получивших свое отражение в литературе, то по затрагиваемой нами теме, помимо работ акад. Кистяковского,<sup>1</sup> никаких других литературных данных почти нет.

В нижеприводимой работе изучались следующие факторы:

- 1) Влияние предварительной обработки железа нефтепродуктами (бензин, керосин, нефть) на коррозию его в воде и в 3% растворе хлористого натрия.
- 2) Влияние силиката натрия на коррозию железа в указанных средах под слоем нефтепродуктов.
- 3) Влияние характера поверхности железа на его коррозию в тех же условиях.
- 4) Коррозия железа в синтетической океанской и в морской воде в присутствии силиката натрия под слоем керосина.
- 5) Электродные потенциалы железа при контакте с границей: электролит — органическое вещество.

Опыты производились при комнатной температуре 13—16° С. Ставились они так, что одна половина образца, подвешенного на стеклянной палочке, находилась в воде (или 3% растворе NaCl), другая — в бензине (керосине, нефти). Величина поверхности образцов, приходящая в соприкосновение с электролитом, была примерно одинаковой. Одинаковой была и обработка образцов шлифовым напильником. Перед опытом образцы обезжиривались в эфире. Размеры коррозии определялись по потере в весе образца. Результаты опытов приведены в табл. 1.

<sup>1</sup> «К методам изучения проблемы коррозии металлических частей нефтеналивных судов» и «Коррозия при контакте с границей двух фаз».

Применявшиеся для опытов — железо, бензин, керосин и нефть имели следующий химический состав:

| Железо                                                | Бензин                                                            | Керосин                                                                  | Нефть                                                                     |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Si=0.047 %<br>=0.026<br>Mn=0.888<br>C=0.26<br>P=0.097 | Уд. вес (15°) 0.697<br>Нач. темп. кип. 38.3<br>Содерж. серы 0.1 % | Уд. вес 0.8342 при 15° C<br>Нач. темп. кип. 124° C<br>Содерж. серы 0.96% | Уд. вес 0.8934 при 15° C<br>Нач. темп. кип. 140° C<br>Содерж. серы 1.01 % |

Из табл. 1 видно, что предварительная обработка железа бензином не влияет на его коррозию как в воде, так и в 3 % растворе NaCl. То же можно сказать и относительно железа, обработанного керосином, при контакте его с керосином и водой (или 3 % раств. NaCl).

Таблица 1

| № опыта | Условия и среда опыта                                                      | Потеря образца в весе в мг на 1 кв. см поверхн. за 48 час. |
|---------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 1       | Вода под слоем бензина . . . . .                                           | 0.2                                                        |
| 2       | Вода под слоем бензина. Образец предварит. обработан бензином              | 0.3                                                        |
| 3       | 3 % раствор NaCl под слоем бензина . . . . .                               | 0.5                                                        |
| 4       | 3 % раствор NaCl под слоем бензина. Образец обработан бензином . . . . .   | 0.5                                                        |
| 5       | Вода под слоем керосина . . . . .                                          | 0.2                                                        |
| 6       | Вода под слоем керосина. Образ. обработан керосином . . .                  | 0.2                                                        |
| 7       | 3 % раствор NaCl под слоем керосина . . . . .                              | 0.4                                                        |
| 8       | 3 % раствор NaCl под слоем керосина. Образец обработан керосином . . . . . | 0.4                                                        |
| 9       | Вода под слоем нефти. Образец обработан нефтью . . . . .                   | 0.0                                                        |
| 10      | 3 % раствор NaCl под слоем нефти, образец обработан нефтью                 | 0.17                                                       |

Железо, обработанное нефтью в воде под слоем нефти, за время опыта (15 дней) не корродировало совершенно (см. оп. № 9). В 3 % растворе NaCl в тех же прочих условиях — корродировало незначительно (см. оп. № 10). Обращает внимание относительно более сильная коррозия железа при контакте с бензином, сравнительно с таковой при контакте железа с керосином и нефтью. Это может быть объяснено тем, что в опыте с бензином, в соприкосновение со второй фазой (вода, 3 % раств. NaCl) приходит относительно обезжиренная поверхность железа, легко поражаемая коррозией; в случае же керосина и нефти, эта поверхность железа покрыта адсорбционным слоем поверхностно-активных веществ (в особенности это относится к нефти), который отделяет его поверхность от электролита и задерживает тем самым возникновение коррозионных очагов.

### Влияние силиката натрия на коррозию железа в указанных выше средах под слоем нефтепродуктов

В качестве задерживающего коррозию вещества был взят силикат натрия, который в последнее время получил применение в Северо-Американских Соединенных Штатах для предохранения водоносных труб от коррозии.

Защитное действие растворов, содержащих силикат натрия, основано на том, что при соприкосновении с железом, поверхность последнего покрывается гелем кремневой кислоты в щелочной среде.

Опыты, поставленные для выяснения характера влияния  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  как защитного от коррозии агента, дали следующие результаты (см. табл. 2).

Таблица 2

| № опыта | Среда и условия опыта                                                                       | Потеря образца в весе в мг за 48 час.        | Потеря образца в весе в мг на 1 кв. см за 48 час.      |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1       | 3 % раствор NaCl под слоем бензина . . . . .                                                | 2.2                                          | 0.55                                                   |
| 2       | 3 % раствор NaCl + 0.1 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем бензина                        | 1.4                                          | 0.35                                                   |
| 3       | 3 % раствор NaCl под слоем керосина . . . . .                                               | 1.7                                          | 0.42                                                   |
| 4       | 3 % раствор NaCl в присутствии 0.1 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . . . . . | 0.7                                          | 0.17                                                   |
| 5       | 3 % раствор NaCl под слоем нефти . . . . .                                                  | Потеря образ. в весе в мг за 15 суток<br>3.3 | Потеря обр. в весе в мг на 1 кв. см за 15 суток<br>0.8 |
| 6       | 3 % раствор NaCl в присутствии 0.1 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем нефти . . . . .    | 1.7                                          | 0.42                                                   |

Примечание. Образцы обрабатывались в опытах №№ 1 и 2 — бензином, в опытах №№ 3 и 4 — керосином, в опытах №№ 5 и 6 — нефтью.

Из табл. 2 видно, что в большей мере защитное действие  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  сказывается на образцах, находившихся под слоем керосина и нефти и обработанных предварительно ими.

Это отчасти понятно, если принять во внимание, что в данном случае имеется эффект суммарного защитного действия, с одной стороны, силиката натрия, с другой — пленок керосина и нефти.

В виду того, что данные табл. 2 получены для небольшого промежутка времени, были поставлены опыты по коррозии железа в воде и в 3 % растворе NaCl под слоем нефтепродуктов, и в этих же средах, в присутствии силиката натрия различной концентрации в течение более продолжительного времени. Обработка образцов производилась точно так же, как и в предыдущих опытах.

Результаты произведенных опытов изложены в следующей таблице:

Т а б л и ц а 3

| № опыта | Среда и условия опыта                                                                             | Потеря обр. в весе в мг за 3 мес. 26 дн. | Потеря обр. в весе в мг по 1 кв. см за 3 мес. 26 дн. | Относ. велич. корроз. в % | Защитн. фактор |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|----------------|
| 1       | 3 % раствор NaCl под слоем бензина .                                                              | 99.4                                     | 12.68                                                | 100                       | 1.0            |
| 2       | 3 % раствор NaCl в присутствии 0.1% Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> под слоем бензина . . . . .  | 54.8                                     | 6.98                                                 | 55                        | 1.8            |
| 3       | 3 % раствор NaCl под слоем керосина.                                                              | 67.8                                     | 8.64                                                 | 100                       | 1.0            |
| 4       | 3 % раствор NaCl в присутствии 0.1% Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> под слоем керосина . . . . . | 31.6                                     | 4.02                                                 | 46.5                      | 2.1            |
| 5       | 3 % раствор NaCl под слоем нефти .                                                                | 52                                       | 6.62                                                 | 100                       | 1.0            |
| 6       | 3 % раствор NaCl в присутствии 0.1% Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> под слоем нефти . . . . .    | 20.8                                     | 2.64                                                 | 40                        | 2.5            |

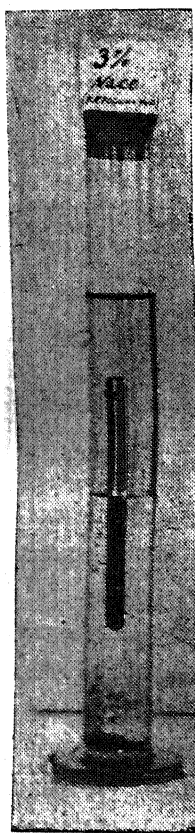
Примечание. Образцы обрабатывались в опытах №№ 1 и 2 — бензином, в оп. №№ 3 и 4 — керосином, в оп. №№ 5 и 6 — нефтью. Поверхность образца обрабатывалась шлифным напильником.

Сравнивая данные табл. 2 и 3, можно сказать, что фактор времени не отразился заметным образом на относительной величине коррозии железа в вышеприведенных условиях. Характер изменения коррозии виден из фотографий (фиг. 1 и 2).

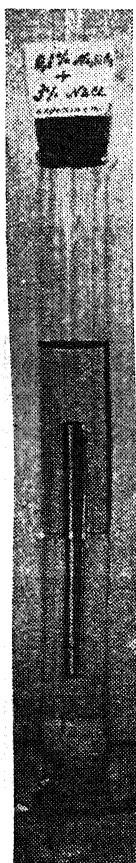
#### Влияние обработки поверхности железа на его коррозию

Для выяснения влияния характера поверхности железа на его коррозию в тех же условиях были поставлены опыты, во-первых, с образцами, обработанными шлифным напильником, во-вторых — с образцами со шлифованной поверхностью.

Последние готовились следующим образом: прутковое железо обрабатывалось на токарном станке, где с него снимался верхний слой толщиной в 2—3 мм для уничтожения коррозионных очагов, и затем разрезалось на образцы длиной 100 мм и диам. 5 мм, которые шлифовались до зеркальной поверхности.



Фиг. 1. 3% раствор NaCl.



Фиг. 2. 3% раствор NaCl + 0.1% Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>.

Результаты испытаний приведены в табл. 4.

Табл. 4 с достаточной ясностью подтверждает значение, которое придается состоянию поверхности металла в деле борьбы с его коррозией.

Наиболее эффективным, в смысле снижения коррозионных потерь оказалось, как это видно из опыта № 6, табл. 4, одновременное воздействие силиката натрия и пассивирование железа шлифованием. Суммарный эффект защитного действия указанных факторов свел потери до крайне малых величин.

Установленное здесь положение суммарного эффекта механическим пассивированием и воздействием защитных веществ вполне согласуется с высказанным по этому поводу мнением акад. В. А. Кистяковского.

Таблица 4

| № опыта | Условия обработ. поверхн. образца | Среда и условия опыта                                                                 | Потери обр. в весе в мг за 3 мес. 26 дн. | Потери обр. в весе в мг на 1 кв. см за 3 мес. 26 дн. | Относит. величина коррозии в % | Защитный фактор |
|---------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1       | Обраб. напильн.                   | 30% раствор NaCl под слоем керосина . . . . .                                         | 67.8                                     | 8.64                                                 | 100                            | 1.0             |
| 2       | Шлифов.                           | 30% раствор NaCl под слоем керосина . . . . .                                         | 47.5                                     | 6                                                    | 70.0                           | 1.4             |
| 3       | Обраб. напильн.                   | 30% раствор NaCl в присутствии 0.01% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . . | 51.7                                     | 6.58                                                 | 100                            | 1.0             |
| 4       | Шлифов.                           | 30% раствор NaCl в присутствии 0.01% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . . | 43.2                                     | 5.5                                                  | 83.5                           | 1.2             |
| 5       | Обраб. напильн.                   | 30% раствор NaCl в присутствии 0.1% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . .  | 31.6                                     | 4.02                                                 | 100                            | 1.0             |
| 6       | Шлифов.                           | 30% раствор NaCl в присутствии 0.1% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . .  | 0.5                                      | 0.07                                                 | 1.7                            | 59              |
| 7       | Обраб. напильн.                   | 0.1% раствор $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . . . .                     | 14.3                                     | 3.96                                                 | 100                            | 1.0             |
| 8       | Шлифов.                           | 0.1% раствор $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ под слоем керосина . .                         | 0.8                                      | 0.1                                                  | 2.5                            | 40              |

Примечание. Образцы обрабатывались перед опытом керосином.

В работе «К методам изучения проблемы коррозии металлических частей нефтеналивных судов», стр. 244, примеч. 2-е, акад. В. А. Кистяковский пишет: «Мои новейшие наблюдения показали, что пассивирующаяся пленка, хотя и разрушается ионом хлора, но в известных условиях может все же задержать коррозию от действия хлоридов».

### Влияние концентрации силиката натрия на коррозию железа в дистиллированной воде (под слоем керосина)

Был исследован интервал концентраций  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  от 0.01% до 0.2%. Объектом испытания служили отшлифованные железные образцы. Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Таблица 5

| № опыта | Среда и условия опыта                   | Потеря обр. в весе мг за 5 мес. | Потеря обр. в весе в мг на 1 кв. см. за 5 мес. | Относит. величина коррозии в % | Защитный фактор |
|---------|-----------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1       | 0.01% раствор $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 49.7                            | 6.3                                            | 100                            | 1.0             |
| 2       | 0.03 » »                                | 40.3                            | 5.1                                            | 80.09                          | 1.2             |
| 3       | 0.07 » »                                | 34.6                            | 4.4                                            | 69.84                          | 1.4             |
| 4       | 0.08 » »                                | 13.8                            | 1.75                                           | 27.77                          | 3.6             |
| 5       | 0.09 » »                                | 1.1                             | 0.14                                           | 2.22                           | 45.0            |
| 6       | 0.1 » »                                 | 0.0                             | 0.0                                            | 0.0                            | 0.0             |
| 7       | 0.2 » »                                 | 0.0                             | 0.0                                            | 0.0                            | 0.0             |

Примечание. Образцы обрабатывались перед опытом керосином.

Наблюдения за ходом коррозии в опытах №№ 1 и 2 показали быстрое разрушение поверхности полированных образцов у границы раздела электролит — керосин (см. в конце статьи иллюстр. табл. I, 1).

Это явление, объясняемое, согласно फिल्मовой теории акад. В. А. Кистяковского,<sup>1</sup> нарушением эквипотенциальности поверхности границей раздела электролит — керосин, уменьшается по мере увеличения концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  в растворе (табл. I, 2) и совершенно исчезает на образцах, соприкасающихся с 0.1% раствором  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (табл. I, 3). Из опыта № 6 табл. 5 видно, что железо в этом растворе не корродирует.

### Коррозия железа в синтетической океанской воде в присутствии силиката натрия под слоем керосина

Состав синтетической океанской воды (по Форхгамеру):

|                 |              |               |
|-----------------|--------------|---------------|
| $\text{NaCl}$   | ..... 26.9 г | 78.32% весов. |
| $\text{MgCl}_2$ | ..... 3.2 »  | 9.44 »        |
| $\text{KCl}$    | ..... 0.6 »  | 1.69 »        |
| $\text{MgSO}_4$ | ..... 2.2 »  | 6.40 »        |
| $\text{CaSO}_4$ | ..... 1.3 »  | 3.94 »        |

<sup>1</sup> В. А. Кистяковский. Коррозия железа при контакте двух фаз. 1932.

Химический состав железа, которым мы пользовались для опытов с синтетической океанской и морской водой, был следующий (в %):

$$\text{Si} = 0.047$$

$$\text{S} = 0.01$$

$$\text{Mn} = 0.15$$

$$\text{C} = 0.1$$

$$\text{P} = 0.011$$

Результаты опытов по коррозии железа при контакте с синтетической океанской водой, содержащей различные концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  и керосином приведены в табл. 6.

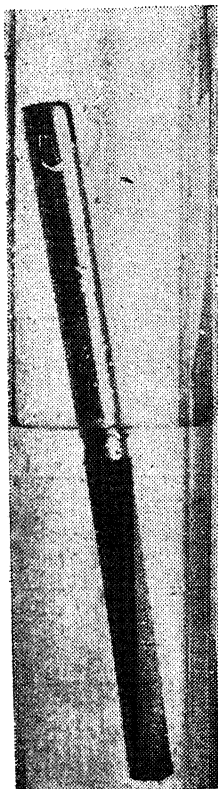
Таблица 6

| № опыта | Среда и условия опыта                                  | Потеря обр. в весе в мг за 21 день | Потеря обр. в весе в мг на 1 кв. см за 21 день | Относит. величина коррозии в % | Защитн. фактор |
|---------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 1       | Синтет. океанск. вода                                  | 13.1                               | 2.38                                           | 100                            | 1.0            |
| 2       | » » » + 0.05% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$                | 5.5                                | 1                                              | 42                             | 2.4            |
| 3       | Синтет. океанск. вода + 0.1% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 4.5                                | 0.82                                           | 34.4                           | 2.9            |
| 4       | Синтет. океанск. вода + 0.2% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.8                                | 0.51                                           | 21.4                           | 4.7            |
| 5       | Синтет. океанск. вода + 0.4% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.6                                | 0.47                                           | 19.8                           | 5.0            |
| 6       | Синтет. океанск. вода + 0.6% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.4                                | 0.43                                           | 18                             | 5.5            |
| 7       | Синтет. океанск. вода + 0.8% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.6                                | 0.47                                           | 19.8                           | 5.0            |
| 8       | Синтет. океанск. вода + 1% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$   | 2.5                                | 0.45                                           | 19                             | 5.2            |

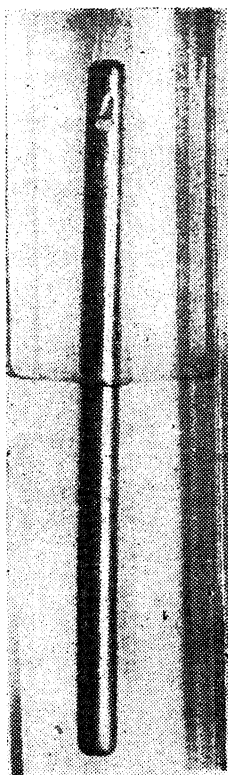
Примечание. Все образцы перед опытом обрабатывались керосином.

Как видно из табл. I, 3, изображающей коррозию железа в синтетической океанской воде под слоем керосина (оп. № 1, табл. 6), большая часть поверхности образца, соприкасающаяся с синтетической водой, имеет общую коррозию. Особенно сильно корродирует поверхность образца, непосредственно прилегающая к границе раздела: синтетическая вода — керосин. Коррозия в этом месте имеет глубокий кольцеобразный характер и вызывается, как выше было сказано, нарушением эквипотенциальности поверхности железа границей электролит — керосин.

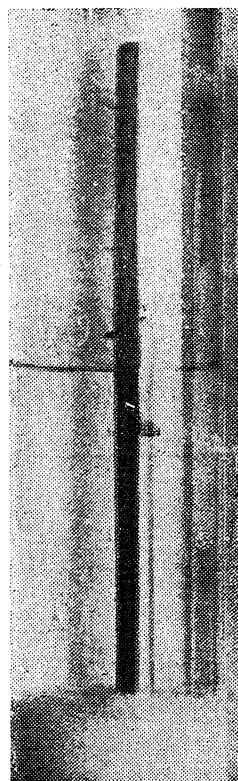
Введение в синтетическую воду силиката натрия уменьшает размеры коррозии и изменяет ее характер (см. фиг. 3 и 4). Вместо сплошной коррозии по всей поверхности появляются отдельные точечные очаги ее, число которых и величина их уменьшаются по мере повышения концентрации силиката натрия до некоторого оптимального значения ее, в данном случае до 0.6%, отвечающего минимуму коррозионных потерь (см. оп. № 6, табл. 6, фиг. 5).



Фиг. 3. Синтет.  
океанская вода.



Фиг. 4. Синтет. океанская  
вода + 0.2%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$



Фиг. 5. Синтет. океанская  
вода + 0.6%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

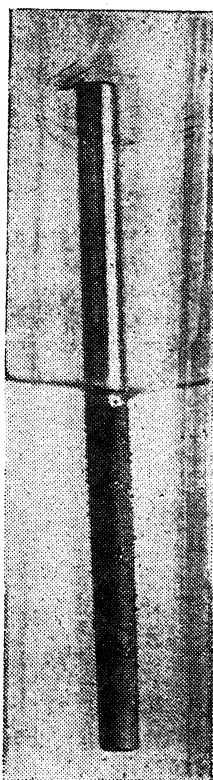
Далее были поставлены опыты по коррозии железа в природной морской воде в присутствии силиката натрия под слоем керосина.

#### Состав морской воды

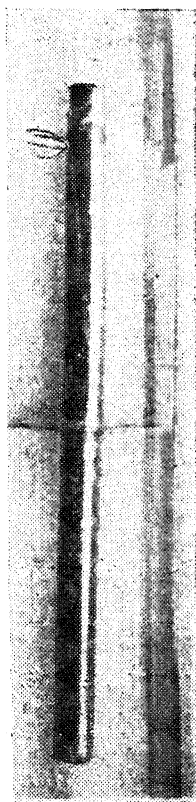
|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| Хлористый натрий . . . . .      | 1.401% |
| Хлористый калий . . . . .       | 0.018  |
| Хлористый магний . . . . .      | 0.130  |
| Бромистый магний . . . . .      | 0.0005 |
| Сернокислый кальций . . . . .   | 0.010  |
| Сернокислый магний . . . . .    | 0.147  |
| Двууглекислый кальций . . . . . | 0.035  |
| Двууглекислый магний . . . . .  | 0.020  |

Результаты опытов приведены в табл. 7.

Введение в морскую воду силиката натрия вызывает, так же, как и в океанской воде, переход общей коррозии в коррозию точечную, уменьшающуюся



Фиг. 6. Морская вода.

Фиг. 7. Морская вода  
+ 0.1%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .Фиг. 8. Морская вода  
+ 0.8%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

по мере повышения концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  до минимума, отвечающего 0.8%  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (см. табл. 7 и фиг. 6, 7 и 8).

Таблица 7

| № опыта | Среда и условия опыта                  | Потеря в весе в мг за 21 день | Потеря обр. в весе в мг на 1 кв. см за 21 день | Относ. велич. коррозии в % | Защитн. фактор |
|---------|----------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|----------------|
| 1       | Природная морская вода                 | 12.2                          | 2.23                                           | 100                        | 1              |
| 2       | » » » +0.05% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 3.9                           | 0.7                                            | 31.4                       | 3.1            |
| 3       | » » » +0.1 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 3.6                           | 0.65                                           | 29.14                      | 3.4            |
| 4       | » » » +0.2 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.1                           | 0.38                                           | 17                         | 6              |
| 5       | » » » +0.4 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.3                           | 0.41                                           | 18.37                      | 5.5            |
| 6       | » » » +0.6 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 2.4                           | 0.43                                           | 19.28                      | 5.1            |
| 7       | » » » +0.8 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | 1.2                           | 0.22                                           | 9.86                       | 10.1           |
| 8       | » » » +1 % $\text{Na}_2\text{SiO}_3$   | 1.5                           | 0.29                                           | 13                         | 7.7            |

## Влияние желатины на коррозию железа в синтетической океанской воде

Для выяснения влияния защитных свойств желатины на коррозию железа в синтетической океанской воде был поставлен ряд опытов по методике, описанной выше. Результаты опытов приведены в табл. 8.

Таблица 8

| № опыта | Условия и среда опыта   | Потеря обр. в весе в мг за 21 день | Потеря обр. в весе в мг на 1 кв. см за 21 день | Относ. величина коррозии | Защитн. фактор |
|---------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------|----------------|
| 1       | Синтет. океанск. вода   | 13.4                               | 2.44                                           | 100                      | 1              |
| 2       | » » » + 0.05 % желатины | 10.0                               | 1.82                                           | 74.6                     | 1.3            |
| 3       | » » » + 0.1 % желатины  | 6.8                                | 1.23                                           | 50.4                     | 1.9            |
| 4       | » » » + 0.4 % желатины  | 6.6                                | 1.12                                           | 46                       | 2.2            |
| 5       | » » » + 0.6 % желатины  | 5.8                                | 1.05                                           | 43                       | 2.3            |
| 6       | » » » + 1 % желатины    | 2.9                                | 0.53                                           | 21.7                     | 4.6            |

В отличие от силиката натрия, который способствует локализации коррозии в синтетической океанской воде, желатина, наоборот, содействует равномерному распределению коррозионного процесса по всей поверхности соприкосновения металла с водой (см. фиг. 9, 10 и 11). Продукты коррозии пентизированы. Повышение концентрации желатины от 0.4 до 1 % уменьшает коррозию, но в меньшей степени, чем это имеет место при силикате натрия.

## Электродные потенциалы железа при контакте его с границей двух фаз

(электролит — керосин, бензин)

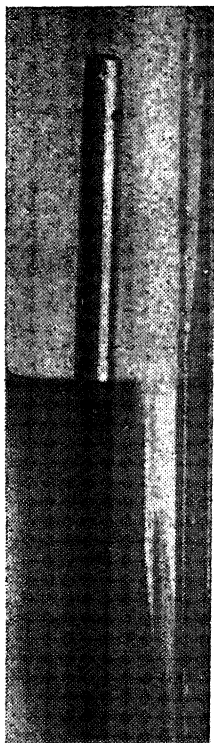
Принимая во внимание, что коррозионная способность металла определяется его электродным потенциалом, представляло интерес выяснить эту зависимость путем определения электродных потенциалов железа в растворах с различной концентрацией защитного вещества и без такового.

Измерения электродных потенциалов железа были произведены в воде, в 3 % растворе хлористого натрия и в морской воде с силикатом натрия и без него.

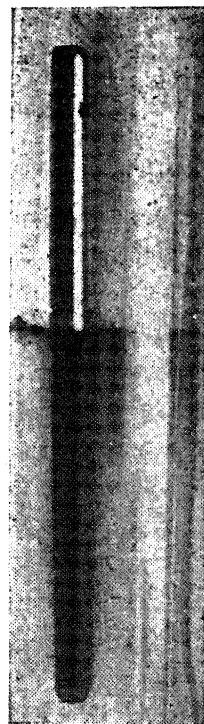
Как видно из нижеследующих результатов измерений, повышение концентрации силиката натрия в растворе, сопровождаемое уменьшением коррозионных потерь, влечет за собой возрастание потенциала железа (принятие им более электроположительного значения), т. е. переход его в менее активное состояние. Так, в 0.1 % растворе  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , в котором, как это было видно из табл. 5 опыта № 6, коррозии железа не наблюдается, потенциал железа принимает значение равное — 0.2242 в (см. табл. 9, опыт № 3). То же самое мы видим и на примере



Фиг. 9. Синтет.  
океанская вода.



Фиг. 10. Синт. океанск.  
вода + 0.2% желатина.



Фиг. 11. Синт. океанск.  
вода + 0.6% желатина.

с морской водой в присутствии силиката натрия. Здесь также при концентрации  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  0.8%, соответствующей минимальной коррозионной потере, наблюдается более благородный потенциал — 0.2444b, что видно из табл. 9, опыт № 9.

Таблица 9

| № опыта | Среда и условия опыта                                                | Электродный потенциал | Примечание                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1       | Вода . . . . .                                                       | — 0.4261              | Измерения во<br>всех опытах<br>производились<br>под слоем керо-<br>сина |
| 2       | Вода + 0.01% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . . . . .                     | — 0.4054              |                                                                         |
| 3       | Вода + 0.1% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . . . . .                      | — 0.2242              |                                                                         |
| 4       | 3% раствор $\text{NaCl}$ . . . . .                                   | — 0.4173              |                                                                         |
| 5       | 3% раствор $\text{NaCl}$ + 0.01% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . . . . . | — 0.4074              |                                                                         |
| 6       | Морская вода . . . . .                                               | — 0.4971              |                                                                         |
| 7       | Морская вода + 0.2% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . . . . .              | — 0.3842              |                                                                         |
| 8       | Морская вода + 0.8% $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . . . . .              | — 0.2444              |                                                                         |

## Выводы

На основании опытного материала данной работы, в согласии с फिल्मовой теорией акад. В. А. Кистяковского можно совершенно точно сказать, что ни бензин, ни керосин, ни нефть, сами по себе, при низких температурах металла не корродируют. Причиной же коррозии всегда является электролит.

И если в электролите, под слоем бензина, коррозионный процесс железа, обработанного бензином, несколько активнее, чем у железа, обработанного керосином и нефтью, то это необходимо объяснить тем, что в первом случае в соприкосновение с электролитом приходит относительно обезжиренная поверхность железа, легко поражаемая коррозией, в случае же керосина и нефти эта поверхность покрыта адсорбционным слоем поверхностно-активных веществ, который отделяет его поверхность от электролита и задерживает тем самым возникновение коррозионных центров.

В особенности это относится к нефти, слой которой, нанесенный на железо до соприкосновения его с электролитом, может служить защитой от коррозии.

Коррозия железа, особенно интенсивная в месте соприкосновения его с границей раздела электролит — нефтепродукты, не наблюдается совсем или наблюдается в незначительной степени, если в электролите присутствует достаточное количество силиката натрия ( $0.1—0.8\%$ ).

Уменьшение коррозионной способности железа с возрастанием концентрации силиката натрия в электролите может быть объяснено, как это видно из данных табл. 9, переходом железа в менее активное состояние, т. е. принятием им более благородного (более электроположительного) значения потенциала ( $-0.2242$  в).

В заключение считаем своим приятным долгом поблагодарить акад. В. А. Кистяковского за ценные указания и постоянный интерес к работе.

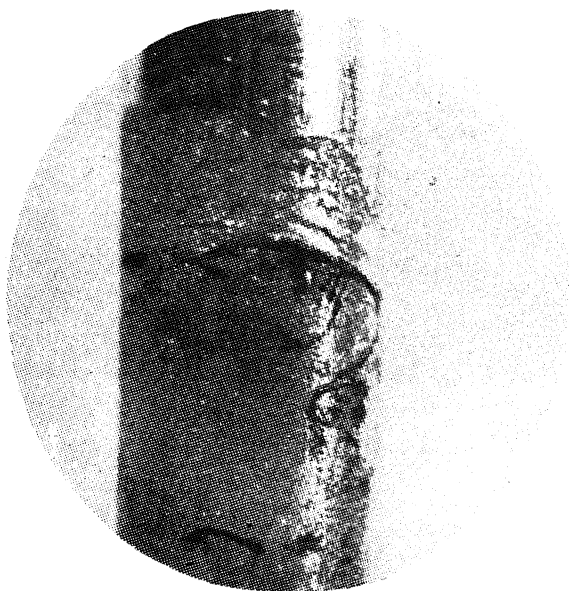
## ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Кистяковский. К методам изучения проблемы коррозии металлических частей нефтеналивных судов. ДАН-А, стр. 239—244, 1931.
2. В. А. Кистяковский. Коррозия железа при контакте с границей двух фаз. Труды июньской сессии Акад. Наук СССР, стр. 9—18, 1932.
3. I. G. Vail. I. Soc. Chem. Ind., 44 (1925).
4. I. R. Evans. Trans. Liverpool Eng. Soc. 1926.

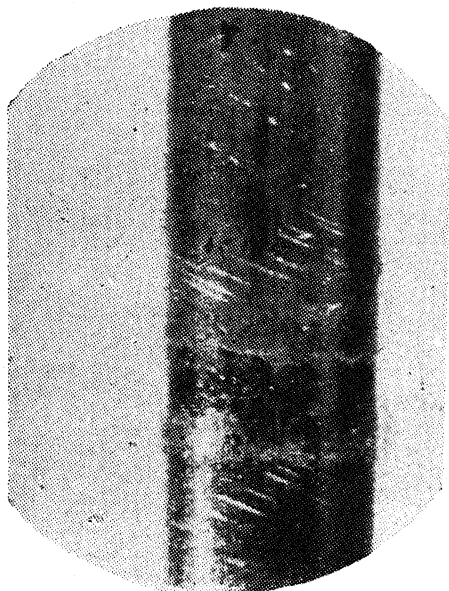
**A. STRELNKOFF und D. MIRLISS. DIE KORROSION DES EISENS BEI DEM KONTAKT MIT DEM GRENZE: ELEKTROLYT UND DIE ORGANISCHEN STOFFE (ERDÖL, PETROLEUM, BENZIN).**

## ZUSAMMENFASSUNG

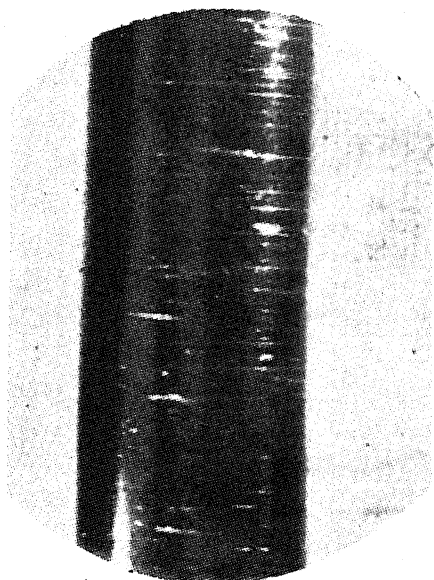
Bei niedrigen Temperaturen korrodiert an und für sich das Benzin, Petroleum und Erdöl das Eisen nicht. Das Elektrolyt ist immer die Ursache der Korrosion. Die Korrosion des Eisens nimmt ab oder ist völlig abwesend, wenn in dem Elektrolyt hinreichende Menge des Natriumsilicats vorhanden ist. Die Korrosionsfähigkeit des Eisens vermindert sich bei Zunahme der Konzentration von Natriumsilicat im Elektrolyt was sich durch Annahme von elektropositiveren Potenzial ( $-0.2242$  v.) erklärt — d. h. durch Übergang des Eisens in inaktiveren Zustand.



1. Дистилл. вода  $\pm 0.01\%$   $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .



2. Дистилл. вода  $\pm 0.08\%$   $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .



3. Дистилл. вода  $\pm 0.09\%$   $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .