

Ю. Н. ВАСИЛЬЕВ, А. М. ЗЛАТКИС, В. Н. КИРИЧЕНКО, В. П. ЮДИН

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИИ БЕНЗОЛА И ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТОГО УГЛЕРОДА НА ХАРАКТЕР ТРЕНИЯ ГРАФИТА

(Представлено академиком И. В. Петряновым-Соколовым 7 IX 1971)

Вопрос о влиянии адсорбции на характер трения графита чрезвычайно важен как для объяснения механизма трения, так и для прогнозирования работы графитовых антифрикционных материалов. Известно ⁽¹⁾, что графит утрачивает смазывающую способность, если степень заполнения его поверхности адсорбированными молекулами составляет менее 1—2%. Для объяснения этого явления было сделано предположение, что адсорбированные молекулы локализуются на краевых атомах кристаллитов ⁽²⁾. Однако исследования теплоемкости ряда веществ, адсорбированных на графите, показали, что адсорбированные молекулы находятся на базисных плоскостях и поведение их хорошо описывается уравнением состояния двумерного газа ^(3, 4).

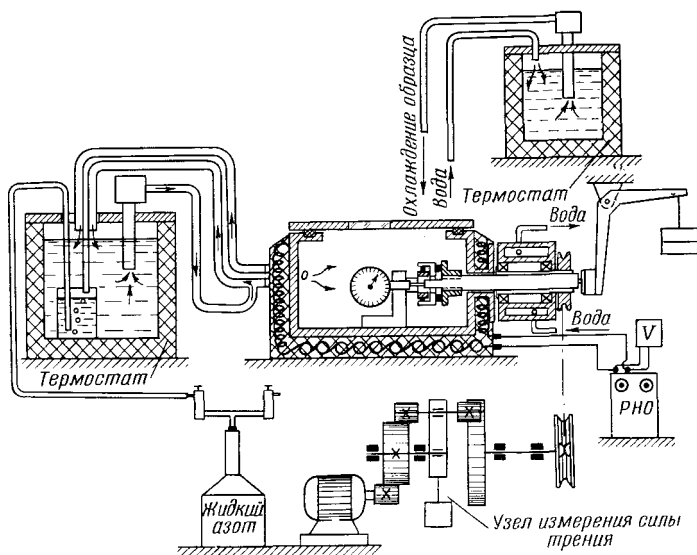


Рис. 1. Схема установки

Целью настоящей работы было найти объяснение, почему столь малая степень заполнения поверхности графита адсорбированными молекулами обеспечивает графиту смазывающую способность. Исследования проводили на антифрикционном искусственном графите, марки АГ-1500III, получаемого при температуре 2400—2600°С из смеси натурального графита, нефтяного кокса и каменноугольного пека. При исследовании применяли бензол марки ч.д.а. для криоскопии и четыреххлористый углерод марки ч.д.а.

Схема установки представлена на рис. 1. Испытания проводили при трении скольжения по торцевой схеме. Графитовый кольцевой образец диаметром 36 мм имел три кольцевых выступа, расположенных под углом

120°. Ширина выступов 1,5 мм, длина 7 мм. Образец крепили на термостатированной медной шайбе. Температуру образца замеряли хромель-копелевой термонарой, расположенной на расстоянии 1,0 мм от поверхности трения в теле образца. Контртело было изготовлено из закаленной стали ХВГ и имело чистоту обработки V9. Графитовый образец и контртело были помещены в камеру, через которую во время опытов непрерывно продували осушенный азот, насыщенный парами адсорбата до пужной концентрации.

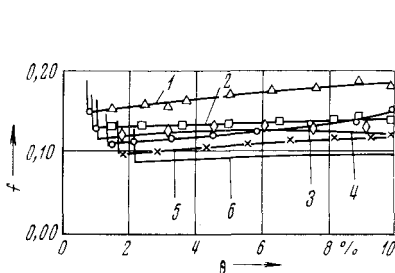


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения графита f от степени заполнения поверхности адсорбатом θ и от удельной нагрузки q . Адсорбаты: 1—3 — четыреххлористый углерод; 4—6 — бензол. q (кг/см²): 1—5; 2—10; 3—15; 4—10; 5—20; 6—40 кг/см²

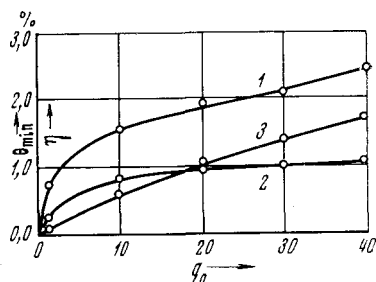


Рис. 3. Зависимость минимально допустимой степени заполнения поверхности C_6H_6 (1) и CCl_4 (2) и площади реального контакта (3) от удельной нагрузки

Анализ газа в камере проводили через каждые 30 мин. на хроматографе ХЛ-6. Изотермы адсорбции бензола на графите АГ-1500Ш получали хроматографическим методом (5).

Замер коэффициента трения проводили при помощи машины трения, марки МИ-1, ролик которой использовали в качестве привода. Абсолютная ошибка измерения коэффициента трения $\pm 0,5$. Скорость скольжения 1,8 м/сек.

Рычажная система нагружения позволяла создавать удельные нагрузки в пределах от 2 до 50 кг/см². Для получения чистой поверхности графитовый образец испытывали в токе осушенного азота до начала катастрофического износа, сопровождаемого резким возрастанием коэффициента трения. Катастрофическое разрушение поверхности образца наступало через 1—5 час. работы в осушенном азоте. После получения чистой поверхности устанавливали на образце пужную температуру и продували камеру азотом с заданной концентрацией адсорбата. Потом включали машину трения и начинали опыт. Измерение коэффициента трения и концентрации адсорбата проводили через 30 мин., температуру регистрировали непрерывно. Испытания проводили до получения постоянного значения коэффициента трения. Время одного опыта 10—20 час.

На рис. 2 представлена зависимость коэффициента трения графита f от степени заполнения его поверхности θ молекулами C_6H_6 и CCl_4 . Видно, что величина минимально допустимой степени заполнения, при которой нормальная работа еще возможна, зависит от удельной нагрузки. Отсюда следует, что смазывающая способность графита не может быть связана ни с необходимостью покрытия краевых атомов кристаллитов, ни с облегчением отщепления поверхностных слоев за счет снижения поверхностной энергии.

На рис. 3 представлена зависимость минимально допустимой степени заполнения поверхности θ_{min} от номинальной удельной нагрузки q для C_6H_6 и CCl_4 . Там же отложена зависимость площади реального контакта η от удельной нагрузки, подсчитанная по формуле Демкина (6). Из рис. 3 видно, что кривые подобны, а абсолютные значения величины различаются

не более чем в 2 раза. По нашему мнению, наблюдаемые явления можно объяснить тем, что все адсорбированные молекулы локализируются в точках реального контакта, поскольку адсорбционный потенциал в узких щелях, образуемых выступами контртела и поверхностью графита, должен иметь максимальную величину. Слой адсорбированных молекул разделяет контактирующие поверхности и тем самым резко снижает адгезионное взаимодействие металл — графит. Снижение адгезионного взаимодействия приводит к снижению коэффициента трения, что в соответствии с критерием Крагельского — Непомнящего ⁽⁵⁾ приводит к изменению характера износа от абразивного к усталостному.

Таким образом, смазывающее действие графита, вероятно, связано в основном с нелокализованным характером адсорбции, что позволяет адсорбированным молекулам при трении постоянно находиться в точках реального контакта.

Авторы выражают глубокую благодарность проф. И. В. Крагельскому и проф. А. В. Киселеву за ценные советы и критические замечания.

Поступило
2 IX 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. H. Savage, Ann. N. Y. Acad. Sci., **53**, 862 (1951). ² R. F. Deason, J. F. Goodman, Proc. Roy. Soc. A, **243**, 464 (1958). ³ Б. Г. Аристов, А. Г. Безус и др., В сборн. Основные проблемы теории физической адсорбции, Тр. I Всесоюз. конф. по теоретическим вопросам адсорбции, «Наука», 1970, стр. 367. ⁴ Г. И. Березин, А. В. Киселев и др., ЖФХ, **43**, 224 (1969). ⁵ И. В. Крагельский, Трение и износ, М., 1968.