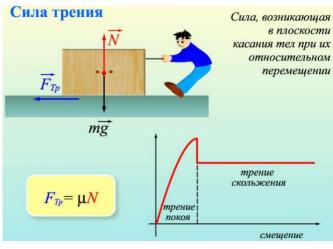


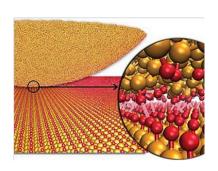
Триботехника

Лекция на тему: «Поверхность и поверхностные явления»

Корнаев Алексей Валерьевич





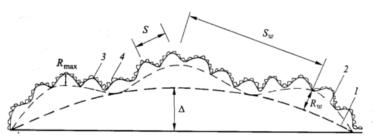




План лекции

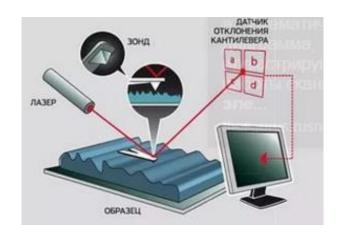
План лекции:

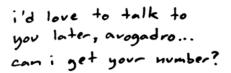
- 1. Геометрические параметры поверхности
- 2. Поверхность как физический объект
- 3. Методы и средства экспериментального исследования поверхности
- 4. Методы математического моделирования поверхности



Составляющие профиля поверхности: 1 — макроотклонение, Δ ; 2 — волнистость; 3 — шероховатость; 4 — субшероховатость; S_w , R_w — шаг и высота волнистости; S, R_{\max} — шаг и высота шероховатости









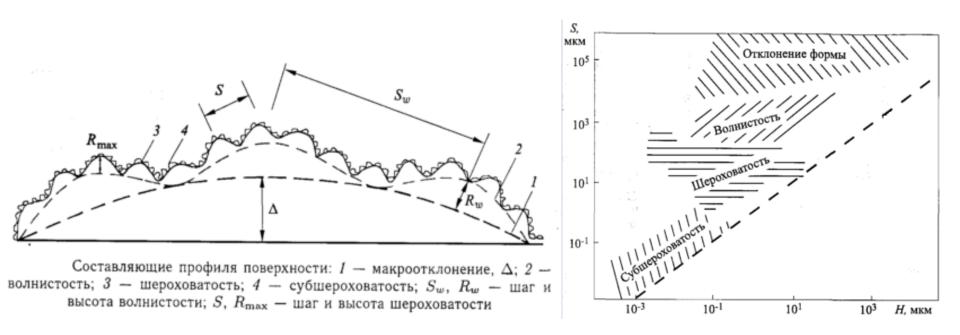


Макроотклонения определяются как отклонения формы реальной поверхности от идеальной геометрической формы. $\Delta = 1...50$ мкм, $S_m = 1...1000$ мм.

Волнистость — совокупность периодически повторяющихся выступов и впадин, длина которых обычно превышает базовую длину определения шероховатости. R_w =1...500 мкм, S_w =0.8...10 мм.

Шероховатость - совокупность неровностей с относительно малым шагом. R_w =0.01...400 мкм, S_w =2...800 мкм.

Субмикрошероховатость - совокупность неровностей на поверхности шероховатости. Не нормируется стандартами. *Rw=2...20 нм*, *Sw=2...20* нм.



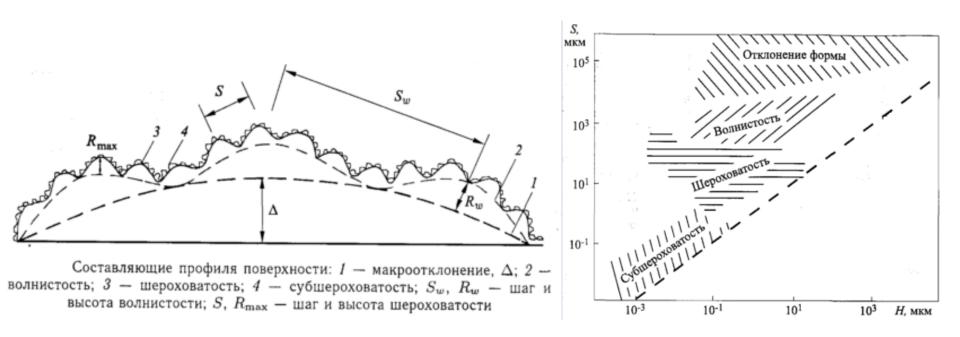


Макроотклонения определяются как отклонения формы реальной поверхности от идеальной геометрической формы. Δ =1...50 мкм, S_m =1...1000 мм.

Волнистость — совокупность периодически повторяющихся выступов и впадин, длина которых обычно превышает базовую длину определения шероховатости. R_w =1...500 мкм, S_w =0.8...10 мм.

Шероховатость - совокупность неровностей с относительно малым шагом. R_w =0.01...400 мкм, S_w =2...800 мкм.

Субмикрошероховатость - совокупность неровностей на поверхности шероховатости. Не нормируется стандартами. *Rw=2...20 нм*, *Sw=2...20* нм.



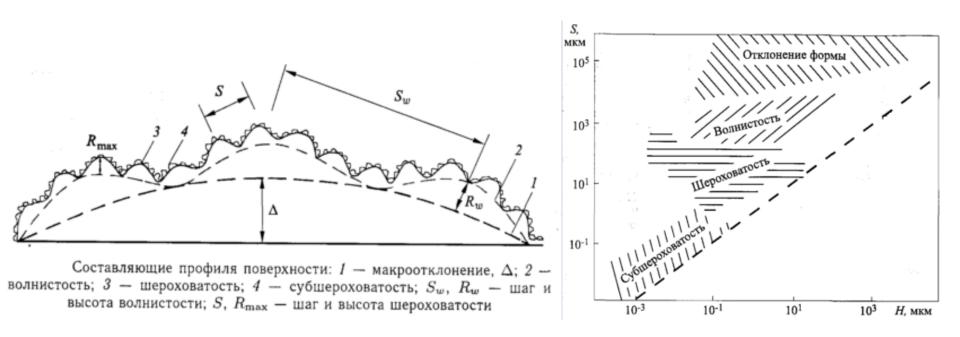


Макроотклонения определяются как отклонения формы реальной поверхности от идеальной геометрической формы. $\Delta = 1...50$ мкм, $S_m = 1...1000$ мм.

Волнистость — совокупность периодически повторяющихся выступов и впадин, длина которых обычно превышает базовую длину определения шероховатости. R_w =1...500 мкм, S_w =0.8...10 мм.

Шероховатость - совокупность неровностей с относительно малым шагом. R_w =0.01...400 мкм, S_w =2...800 мкм.

Субмикрошероховатость - совокупность неровностей на поверхности шероховатости. Не нормируется стандартами. *Rw=2...20 нм*, *Sw=2...20* нм.



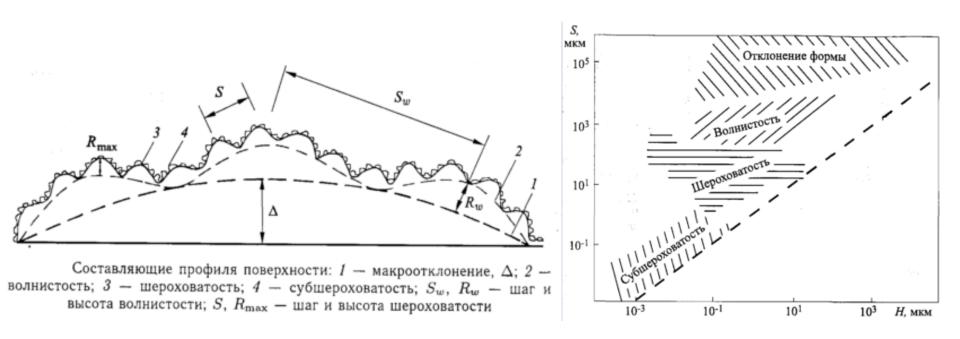


Макроотклонения определяются как отклонения формы реальной поверхности от идеальной геометрической формы. $\Delta = 1...50$ мкм, $S_m = 1...1000$ мм.

Волнистость — совокупность периодически повторяющихся выступов и впадин, длина которых обычно превышает базовую длину определения шероховатости. R_w =1...500 мкм, S_w =0.8...10 мм.

Шероховатость - совокупность неровностей с относительно малым шагом. R_w =0.01...400 мкм, S_w =2...800 мкм.

Субмикрошероховатость - совокупность неровностей на поверхности шероховатости. Не нормируется стандартами. *R*_w=2...20 нм, *S*_w=2...20 нм.





Параметрический подход описания шероховатости.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a :

$$R_a = \int_{0}^{l} |z(x)| dx \qquad R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} |z_i|$$

Средняя высота неровностей по 10 точкам (5 впадин + 5 выступов) Rz:

$$R_{\mathbf{q}} = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^{5} |zh_i| + \sum_{i=1}^{5} |zl_i| \right)$$

Наибольшая высота профиля R_{max} измеряется расстоянием между линией впадин и выступов.

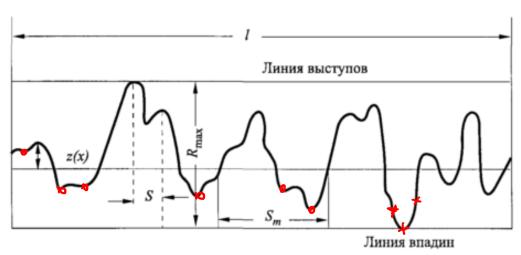
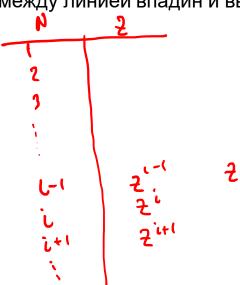
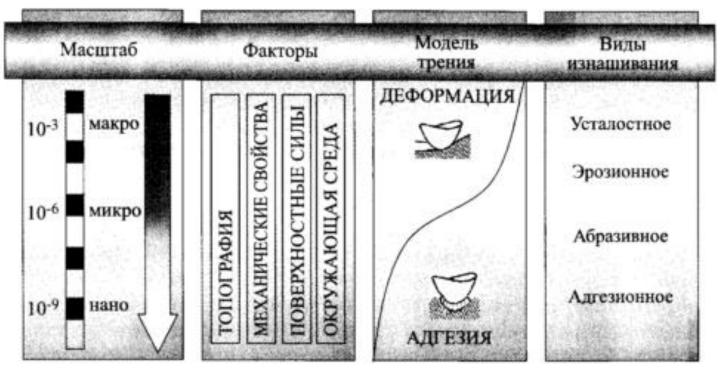


Рис. 1.6. Профиль шероховатости z(x)





Методы исследования поверхности существенно зависят от масштабного уровня исследования







https://www.youtube.com/watch?v=Rfumfv-8hfM&t=41s

Виды химических связей молекул веществ:

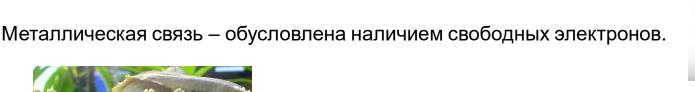
Ионная связь – осуществляется взаимодействием противоположно

заряженных ионов

Ион натрия Атом натрия

Ковалентная связь – осуществляется посредством перекрытия электронных полей атомов



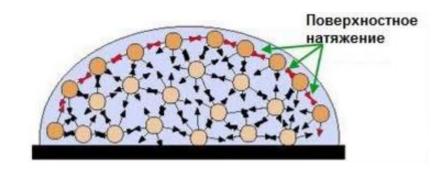


Между любыми атомами или молекулами результате сближения может возникнуть взаимодействие.





Объемные и поверхностные силы (энергии).



С уменьшением размеров тела, величина объема уменьшается быстрей величины площади, поэтому начиная с некоторого малого размера поверхностные силы (поверхностная энергия) начинает преобладать над объемной. Это явление есть суть нанотехнологий.



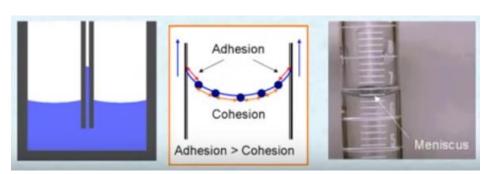


Объемные и поверхностные силы (энергии).

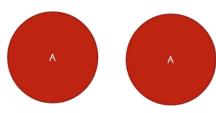
Явления *адгезии* и *когезии* обусловлены молекулярными взаимодействиями между телами и внутри тела соответственно.



суть адгезионного взаимодействия молекул



преобладание адгезии



суть когезионного взаимодействия молекул





преобладание когезии (поверх.натяж.)

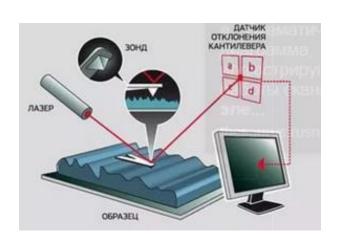


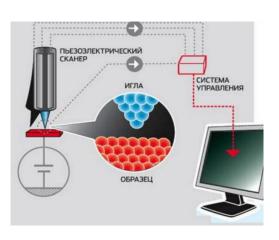
3. Методы и средства экспериментального исследования поверхности

Микроуровень

Наноуровень





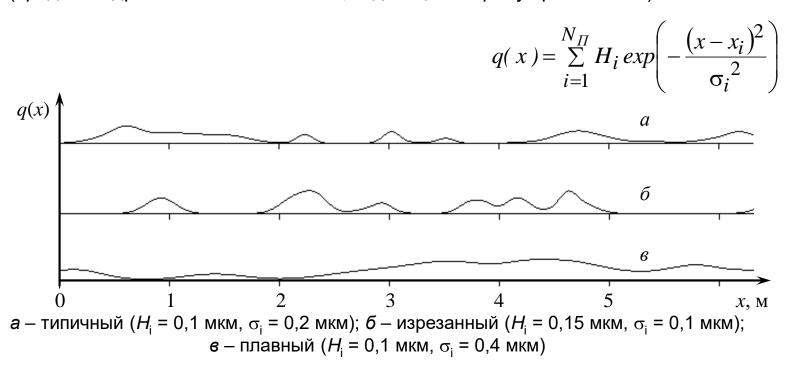


https://youtu.be/gLRCboMGQo4



Микроуровень: моделирование шероховатой поверхности.

Для генерации рельефа шероховатой поверхности q(x) можно использовать алгоритм, позволяющий получить достаточно плавную функцию q(x). Функция q(x) задается как суперпозиция гауссовских пиков с параметрами x_i (положение шероховатости), H_i (высота шероховатости) и σ_i (среднеквадратическое отклонение, задающее ширину препятствия):

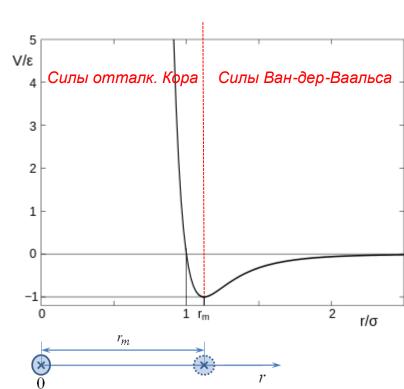




Наноуровень: моделирование межатомного взаимодействия.

Потенциал Леннарда-Джонса:
$$U_{i,j}(r_{i,j}) = 4\xi \left[\left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^{6} \right]$$
. V/є Силы отталк. Кора

Уравнение движения:
$$m_i \frac{d\vec{V_i}}{dt} = \sum\limits_{j=1}^N \frac{dU_{i,j}}{dr_{i,j}} \frac{\vec{r}_{i,j}}{\|\vec{r}_{i,j}\|}.$$



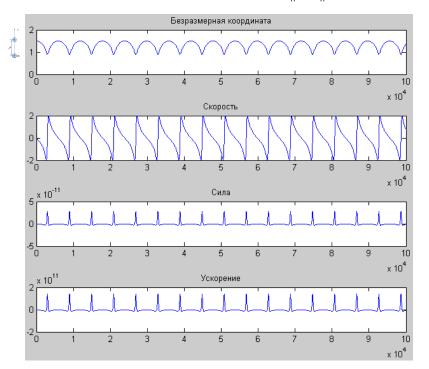
Потенциал Леннарда-Джонса

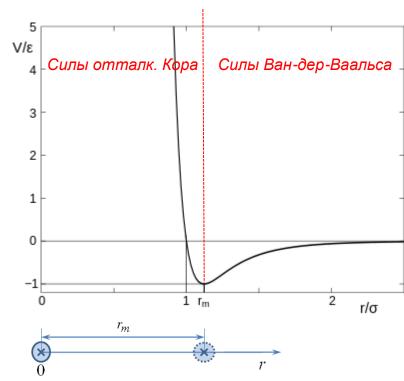


Наноуровень: моделирование межатомного взаимодействия.

Потенциал Леннарда-Джонса:
$$U_{i,j}(r_{i,j}) = 4\xi \left[\left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r_{i,j}} \right)^{6} \right]$$
. V/ ϵ Силы отталк. Кора

Уравнение движения: $m_i \frac{d\vec{V_i}}{dt} = \sum\limits_{j=1}^{N} \frac{dU_{i,j}}{dr_{i,j}} \frac{\vec{r_{i,j}}}{\left\|\vec{r_{i,j}}\right\|}.$





Потенциал Леннарда-Джонса





Методы молекулярной динамики

Достоинства

- возможность исследования свойств смазочного материала на молекулярном уровне;
- возможность исследования свойств поверхностей трения;
- возможность исследования различных механизмов трения на молекулярном уровне;
- возможность исследования нестационарных, неизотермических задач.

Недостатки

- -сложность испытания свойств материалов на молекулярном уровне
- -ограниченное количество исследуемых частиц;
- -ограниченный временной интервал расчета;
- -сложность разработки оптимизационных моделей.

i'd love to talk to you later, avogadro ... can i get your number?

