

Касаикин А.В., Матвеев В.Н.

Использование явления адсорбционного понижения прочности твердых тел (эффекта Ребиндера) при дистанционном разрушении почечных камней (экспериментальное исследование)

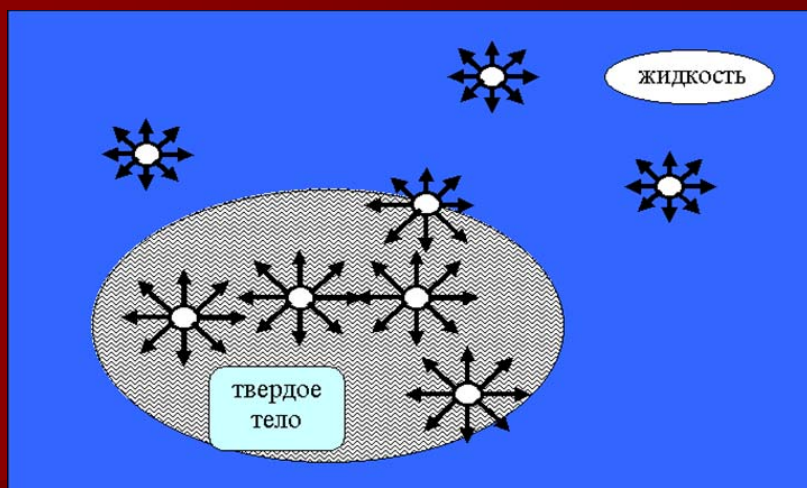
7 Центральный военный клинический авиационный госпиталь Минобороны России

7 Центральный военный клинический
авиационный госпиталь Минобороны
России

- А.В. Касаикин, В.Н. Матвеев
- **Использование явления адсорбционного понижения прочности твердых тел**
- **(эффекта Ребиндера) при дистанционном разрушении почечных камней**
- **(экспериментальное исследование).**

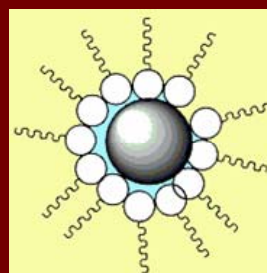
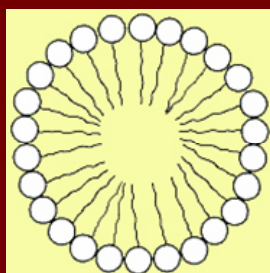
Моча - динамическая коллоидно-кристаллоидная система, в которой при нормальных уродинамических условиях коллоидная фаза, представленная органическими веществами (сероидентичными и несероидентичными белками и гликопротеидами), находится в химическом взаимодействии с ионами минеральных солей и, тем самым, удерживает их в растворенном состоянии и обеспечивает стабилизацию и выведение из организма зародышей твердой фазы.

Схема взаимодействия молекул твёрдого тела на поверхности и в объёме твёрдого тела

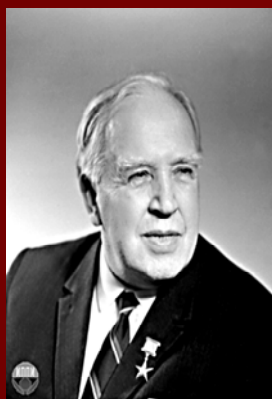


Количественной
характеристикой избыточной
энергии поверхности является
величина поверхностной
энергии или *поверхностное*
натяжение σ на границе
раздела фаз, в данном случае
на границе моча-камень.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – это амфифильные соединения, которые адсорбируются на границе раздела фаз и уменьшают избыток свободной энергии (поверхностное натяжение, σ) на границе раздела.



Эффект Ребиндера



Изменение механических свойств твердых тел вследствие физико-химических процессов, вызывающих уменьшение поверхностной (межфазной) энергии тела. Проявляется в снижении прочности и возникновении хрупкости, облегчении диспергирования.

Энергия, необходимая для разрушения твердого тела:

$$W_{\delta} = W_1 + W_2$$

$W_1 = \text{const}$, которая определяется химическим строением твердого тела и прочностью межмолекулярных взаимодействий в нем

$W_2 = \sigma \times \Delta S$, где σ - количественная характеристика избыточной энергии (удельная поверхностная энергия или т.н. поверхностное натяжение); ΔS - увеличение площади поверхности раздела твердого тела со средой.

Эффект Ребиндера

Предпосылки:

- а) Чем выше удельная поверхностная энергия, тем энергетически менее выгодно образование новой поверхности.
- б) Разрушение твердого тела неизбежно сопровождается значительным увеличением его поверхности - суммарная поверхность образовавшихся в результате разрушения тела фрагментов во много раз превышает исходную поверхность.

Сущность эффекта Ребиндера состоит в облегчении разрушения твердых тел в результате понижения их поверхностной энергии под влиянием жидкой среды.

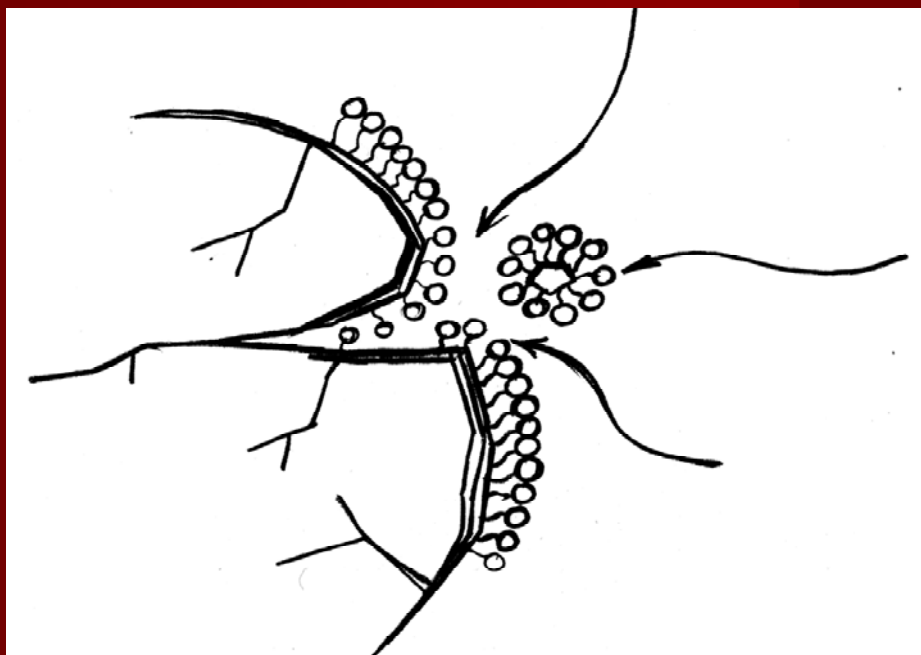
4 основных направления воздействия ПАВ:

- снижение σ
- облегчение создания новых трещин
- ускорение роста трещин
- препятствие обратной коагуляции обломков

Условия понижения прочности камня добавками ПАВ:

1. уменьшение величины σ на границе "камень-среда"
2. наличие механических напряжений в камне
3. кинетическое условие - возможность быстрого проникновения молекул ПАВ в зону преодоления сил сцепления и перестройки связей в развивающихся трещинах (оно, как правило, выполняется для небольших молекул ПАВ, обладающих достаточной подвижностью в водных средах)

Схема участия ПАВ в процессе разрушения камня



Количественным методом исследования характера взаимодействия «твердое тело – жидкость» и его изменений при адсорбции ПАВ является изучение краевого угла смачивания поверхности твердого тела каплей жидкости

Определение краевого угла смачивания θ исследуемой среды на шлифе мочевого камня.

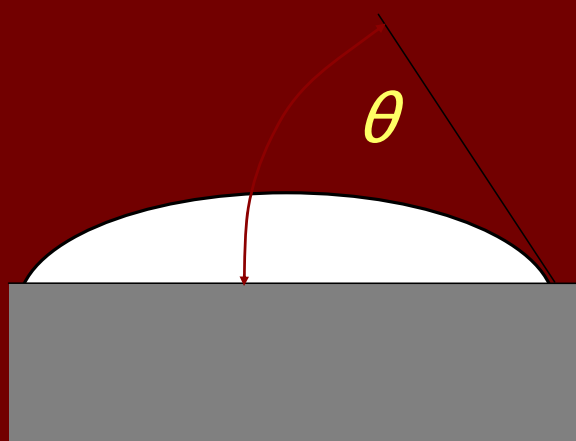
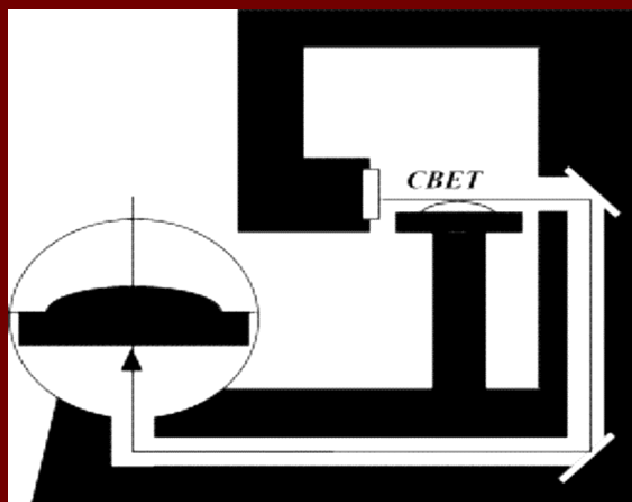
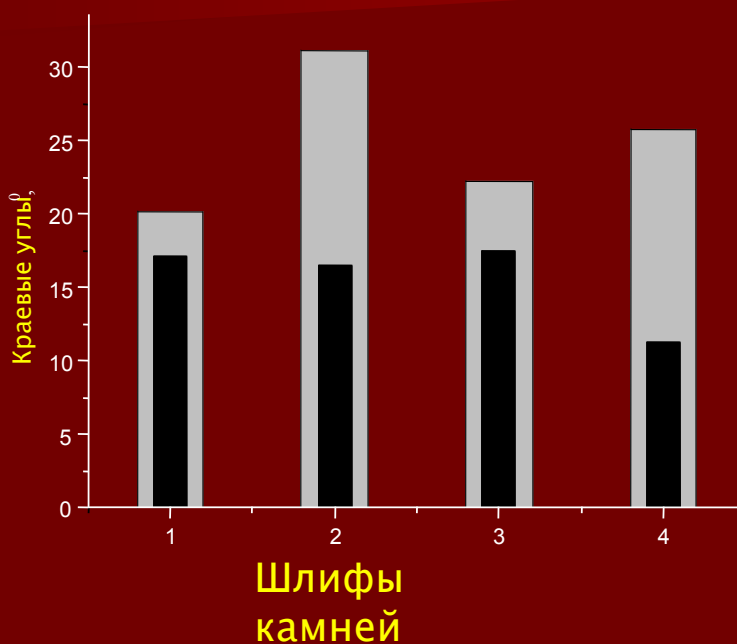


Схема измерения краевых углов смачивания методом проектирования капли на экран



Сравнение краевых углов смачивания шлифов почечных камней мочой здоровых и страдающих МКБ лиц



Средние значения краевых углов смачивания шлифов почечных камней растворами сорбционных добавок

№	Добавка	Номер шлифа			
		1	2	3	4
1	Вода – контроль	18.4	27.5±0.5	20.3±0.4	19.4±0.6
2	ТВИН-65 (0.05%)	19.4±0.6	29.1±0.7	28.8±0.6	19.8±0.4
3	СПАН-80 (0.05%)	25±0.1	34.5±0.7	19.7±0.3	17.3±0.4
4	молочная кислота (1%)	11.7±0.1	14.1±0.3	14.1±0.2	13.9±0.4
5	щавелевая кислота (0.1%)	24.4±0.3	36.9±0.4	28.9±0.5	26.0±0.4
6	хлоргексидин (0.5%)	14.3±0.3	26±0.5	полное растекание	

Результаты дистанционного разрушения почечных камней в присутствии сорбционных добавок

Использованные среды	(суммарная масса фрагментов <2мм / исходная масса камня)*100%					Средний показатель
	№1	№2	№3	№4	№5	
1. дистиллированная вода (контроль)	42	37	21	44	30	34.8
2. моча здорового человека	79	80	64	91	74	77.6
3. 0.5% водный раствор хлоргексидина	78	79	70	89	73	77.8
4. ТВИН-65 (0.05%)	39	45	20	44	27	35.0
5. 1% водный раствор молочной кислоты	59	74	62	64	68	65.4

- Таким образом, экспериментально доказана принципиальная возможность применения эффекта Ребиндера для облегчения дистанционного разрушения прочных мочевых камней. Наличие корреляции величины угла смачивания жидкости, в которую погружен камень, и эффективности его дробления *in vitro* в этих средах указывает на перспективность данного подхода и целесообразность дальнейшего направленного поиска веществ, которые снижали бы поверхностную энергию и облегчали дистанционное разрушение прочных камней в клинической практике.

Благодарю за внимание!

