

УДК 616.62:548.23:089.615

А.И. Неймарк, В.В. Поляков, Н.А. Титаренко

Влияние структуры уролитов на их прочностные свойства**Введение**

Развитие новых методов лечения мочекаменной болезни, альтернативных хирургическому вмешательству, вызывает необходимость исследования механических и прочностных свойств уролитов в зависимости от их состава и структуры. Формирующиеся в организме человека мочевые камни представляют собой органо-минеральные агрегаты весьма сложного строения, параметры которого определяются значительным числом случайных факторов [1]. В связи с этими обстоятельствами не установлены общие закономерности влияния структуры на механические свойства мочевых камней. Особый интерес для клинической практики представляет задача изучения таких характеристик, которые описывают локальную прочность агрегатов, ответственную за их разрушение [2, с. 15–17]. В настоящей работе эта задача решается путем измерения микротвердости уролитов различного происхождения.

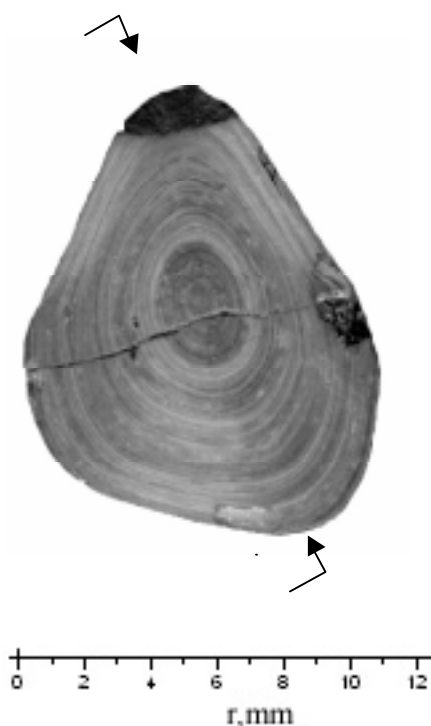
1. Экспериментальный метод

В качестве характеристики локальной прочности уролитов была использована микротвердость HV [3]. Эта величина измерялась на микротвердомере ПМТ-3М по стандартной методике, заключающейся во вдавливании алмазной пирамидки с определением с помощью микроскопа диагонали возникающего после снятия нагрузки отпечатка.

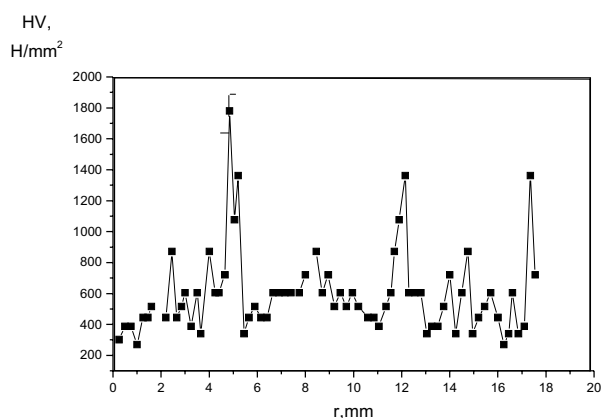
Измерение микротвердости проводилось по специально разработанной методике. Мочевые камни распиливались по диаметру, шлифовались, полировались и закреплялись в эпоксидной смоле. В связи с высокой неоднородностью получаемых шлифов проводилась статистическая обработка по большому числу измерений. Погрешность измерений составляет 10–12%. Структура шлифов контролировалась путем компьютерного сканирования, позволявшего в дальнейшем проводить необходимую обработку изображений без фотографирования объекта, и с помощью оптического микроскопа НЕОРНОТ-32.

2. Особенности строения уролитов

Для исследования были выбраны три характерных группы мочевых камней разного химического состава, существенно отличающихся по своему строению: ураты, образованные из солей мочевой



а



б

Рис. 1. Структура и микротвердость уролита со сферическим строением:
а – микрофотография шлифа; б – радиальная зависимость микротвердости, сечение указано на рисунке

кислоты; оксалаты, состоящие из солей щавелевой кислоты; камни смешанного типа, формирующиеся преимущественно из солей фосфорной кислоты.

Типичная микрофотография шлифа уратного камня приведена на рисунке 1а. Поверхность шлифа имеет вид концентрических сферических слоев разной ширины, сформировавшихся из общего центра. Микрофотография шлифа оксалата представлена на рисунке 2а. Особенностью строения

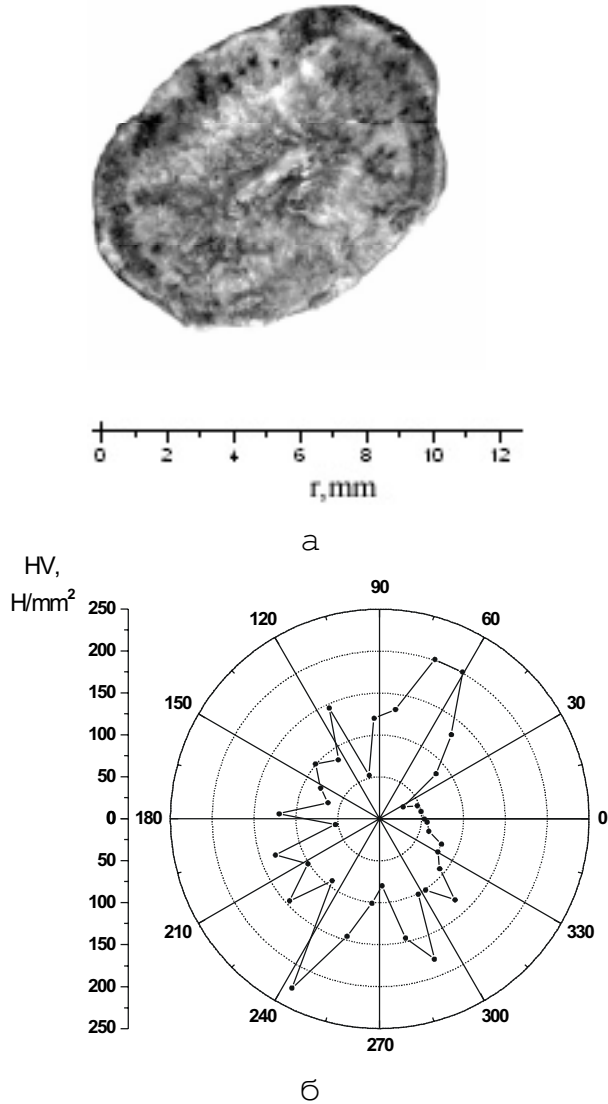


Рис. 2. Структура и микротвердость уrolита с радиальным строением:

а – микрофотография шлифа; б – ориентационная зависимость микротвердости

является его отчетливый радиальный вид, проявляющийся в своеобразных «лучах», исходящих из центра камня. Типичный шлиф смешанного камня изображен микрофотографией на рисунке 3а. В этом случае периодичность в структуре не наблюдается, шлиф практически однороден. Таким

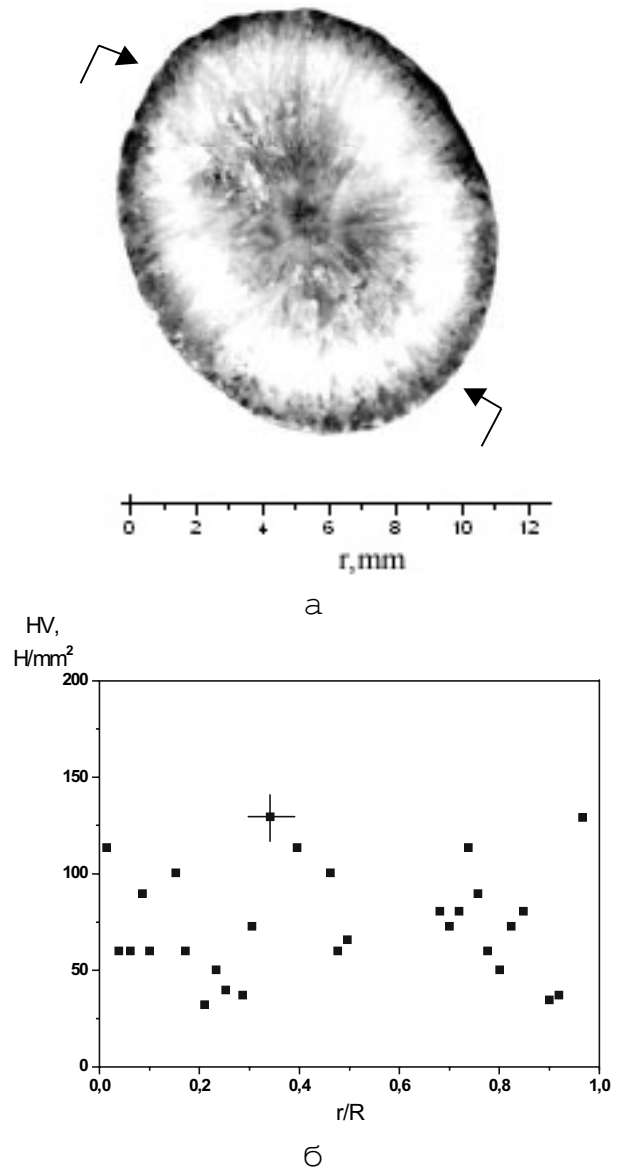


Рис. 3. Структура и микротвердость уrolита с однородным строением

а – микрофотография шлифа; б – усредненная радиальная зависимость микротвердости

образом, имеют место существенные различия в строении уrolитов, сложным образом связанные с биохимическими процессами в организме человека.

3. Экспериментальные результаты и обсуждение

На рисунке 1б приведены типичные данные измерений микротвердости в зависимости от расстояния r , измерявшегося от поверхности вдоль случайного сечения шлифа, для камня уратного типа. Для наглядности соседние экспериментальные точки соединены. Как видно из рисунка 1б, в, наблюдается периодичность зависимостей $HV(r)$,

свидетельствующая о значительных (до 3 раз) колебаниях прочностных характеристик при переходе от одной концентрической зоны к другой. Пониженное значение микротвердости в районе ядра может быть связано с тем, что центральная часть камня образована органическим веществом с меньшей, чем у минерального компонента, прочностью. Увеличение величины HV при переходе от слоя к слою, по-видимому, обусловлено периодическими повышениями концентрации минеральных составляющих урата.

Зависимость микротвердости от расстояния r вдоль случайной секущей камня оксалатного типа с радиальной симметрией обладает более высоким значением HV в приграничной области, это может быть связано с формированием кристаллической структуры при эволюции камня из органического ядра. Своеобразие механических свойств камней с радиальной симметрией наиболее наглядно иллюстрирует рисунок 2б. На этом рисунке представлены данные измерений микротвердости на окружности фиксированного радиуса $r = 4,5$ мм. Отчетливо выявляется анизотропия

микротвердости, отражающаяся в ее периодических колебаниях при изменении направления от центра камня к точке испытаний. Эти колебания можно связать с наличием органических прослоек в кристаллической структуре, отвечающих за уменьшение HV.

На рисунке 3б приведены данные измерений микротвердости для камня смешанного типа, отличающегося однородным строением. Микротвердость остается практически постоянной вдоль всей поверхности шлифа. Меньшие по сравнению с рисунком 1 и 2 значения HV коррелируют с низкой прочностью камня.

Заключение

Полученные в работе данные позволили установить существенное влияние структуры уролитов на их локальные прочностные характеристики. Значение выявленных зависимостей связано с тем, что они позволяют прогнозировать особенности процессов разрушения мочевых камней при различных видах воздействия, используемых в медицинской практике при литотрипсии [4, с. 15–20].

Литература

1. Полиенко А.К., Щубин Г.В., Ермолаев В.А. Онтогония уролитов. Томск, 1997.
2. Степанов В.Н., Перельман В.М., Истратов В.Г., Кадыров З.А.. Влияние физико-химических свойств и структуры мочевых камней на результаты дистанционной ударно-волновой литотрипсии // Урология и нефрология. 1994. №1.
3. Золоторевский В.С. Механические свойства металлов. М., 1983.
4. Неймарк А.И., Федерко Н.И., Жуков В.Н. Влияние экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии на показатели энзимурей у больных нефролитезом // Урология и нефрология. 1994. №5.