

## РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИСКАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ АСБЕСТОВЫХ ВОЛОКОН

*Е. О. Швайковская*

Изучение механизма пластической деформации представляет весьма важную проблему. На механизм пластической деформации влияет ряд факторов. В настоящей работе сделана попытка установить влияние скорости деформации на пластическую деформацию. В качестве испытываемого материала были взяты волокна асбеста. Волокна асбеста имеют связи гораздо прочнее внутри волокна, чем между волокнами. Следовательно, подобное волокно приближается к одномерной цепочке. Изучение механизма на таком материале представляет несомненный интерес.

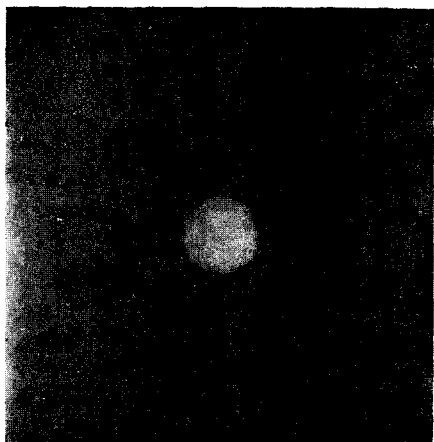


Рис. 1. Рентгенограмма с быстро деформированного образца

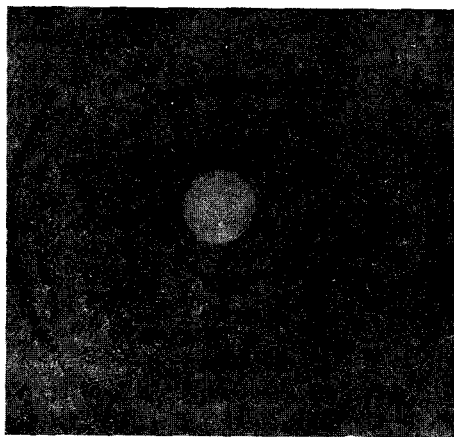


Рис. 2. Рентгенограмма с медленно деформированного образца

Рентгенографию производилось по методу Лауэ в Си-излучении. Режим работы трубки:  $U=25$  кв,  $J=12$  ма. Экспозиция образцов длилась 4—5 час.

Исследовались образцы, деформированные изгибом и ударом. После деформации образцы рентгенографировались. Изгиб асбестовых

волокон производился на трехгранной призме с двумя различными скоростями (количественной оценки не производилось). При быстрой деформации структура волокон почти не нарушалась или изменялась очень мало — нарушались связи между волокнами (рис. 1). При медленной же деформации наблюдалось значительное разрушение структуры (рис. 2).

Для сравнения изменения структуры приводим рентгенограмму с недеформированного образца (рис. 3). Образец стоял неподвижно; однако вследствие своеобразного расположения волокон, получилась типичная «рентгенограмма вращения». На рентгенограмме появились дебаевские кольца, что свидетельствует о значительном разрушении структуры (рис. 2).

Кроме деформации изгиба, асбестовые волокна подвергались ударным испытаниям. Удар производился с помощью подве-

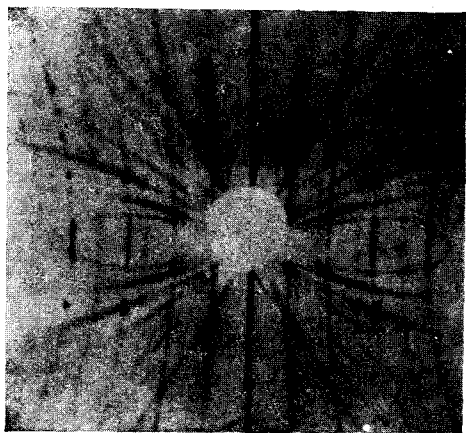


Рис. 3. Рентгенограмма с натурального волокна

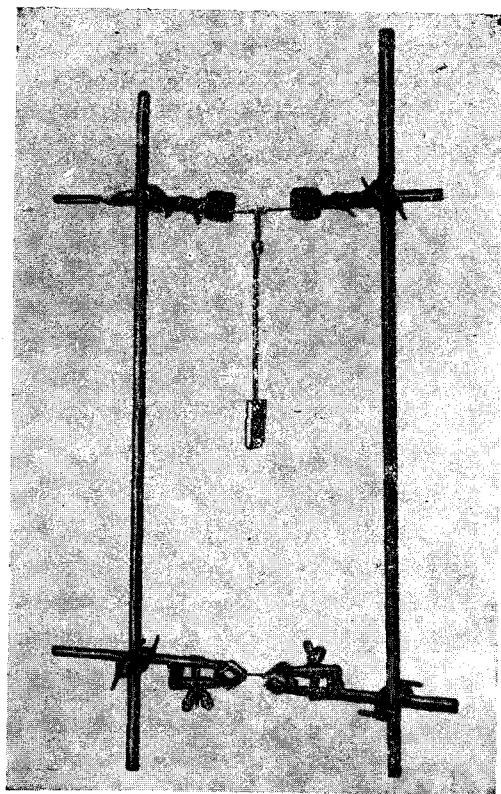


Рис. 4. Установка, с помощью которой производился удар образца на весу

шенного на нити маятника. Концы нити крепились держателями на двух штативах. Волокно находилось между двумя зажимами штативов (рис. 4). Удар образцов производился с высоты 24, 26,5 и 36 см. Как установлено, различная высота падения гири не сказывалась на рентгенограммах.

Волокно, которое подвергается исследованию, требует осторожного обращения. Примером может служить образец, представленный рентгенограммой (рис. 5), где кроме «рентгенограммы вращения», видно дебаевское кольцо, что свидетельствует о частичном разрушении волокна. Удар производился при двух положениях образца: 1) образец находился на основании штатива; 2) удар осуществлялся «на весу» (рис. 6).

Маятник привязывался к нити, концы которой крепились держателями двух штативов, расположенных друг против друга. Волокно крепилось другими двумя зажимами тех же штативов. Нить поджигалась, маятник падал и таким образом производил удар образца. Как установлено, различная высота подвеса не сказывалась на рентгенограммах. Кроме того, как уже указывалось, удар производился с помощью гирь разных величин. Образцы помещались на основании цилиндра. Гири нитью прикреплялись к держателю одного штатива, на площадке которого находился образец. Нить также поджигалась, гиря под действием собственного веса падала и ударяла по образцу. Удар производился с высоты 36 см, образцы имели различные диаметры, гири — различные веса. Как видно из полученных рентгенограмм (рис. 7), нагрузка не оказала существенного изменения в структуре асбестовых волокон. Рентгенограммы образцов одинакового диаметра, подвергавшихся

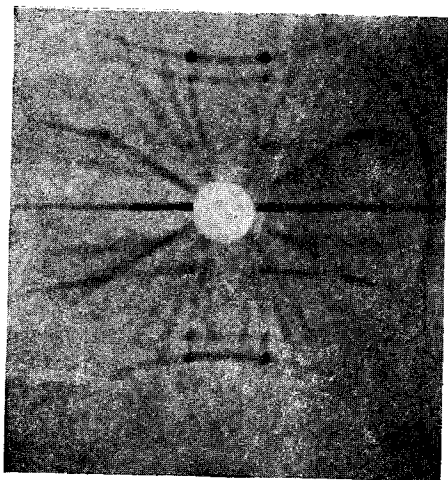


Рис. 5. Рентгенограмма частично разрушенного волокна до деформации (дебатовское кольцо)

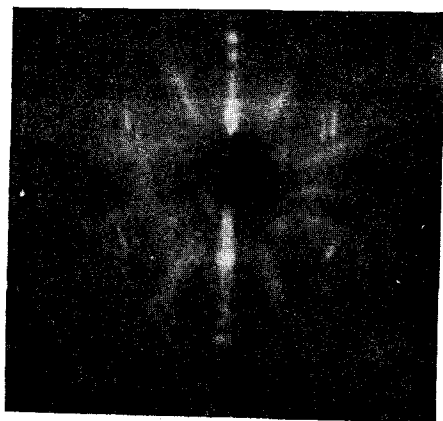


Рис. 6. Рентгенограмма образца, испытывавшего удар на весу

ударам гирь от 1 до 10 кг, мало отличаются друг от друга. Во всех случаях ударных испытаний нарушаются связи между волокнами, волокна „разошлись“, но ориентировка их не нарушена.

Несколько отличаются рентгенограммы образцов меньшего диаметра. В этих образцах происходило мелкое дробление волокон, опять-таки разрушались связи между волокнами. Дезориентации волокон не наблюдалось.

Рентгенограммы с образцов меньших диаметров сходны с рентгенограммами образцов, претерпевших удар „на весу“. Даже при различных нагрузках деформированные образцы дали вполне идентичные рентгенограммы. Но при этом высота, с которой производился удар, и диаметр образцов были одинаковы.

Таким образом, ударные испытания показали, что структура образцов в результате удара изменилась очень мало. Произошло лишь расщепление волокон и незначительная их дезориентировка.

Образцы, претерпевшие удар, дали рентгенограммы весьма сходные с рентгенограммами, полученными на быстро изогнутых образцах.

Кроме асбестовых волокон исследовалась железная проволока, тянутая с различной скоростью. Вследствие большого коэффициента поглощения рентгеновских лучей исследование железа по методу

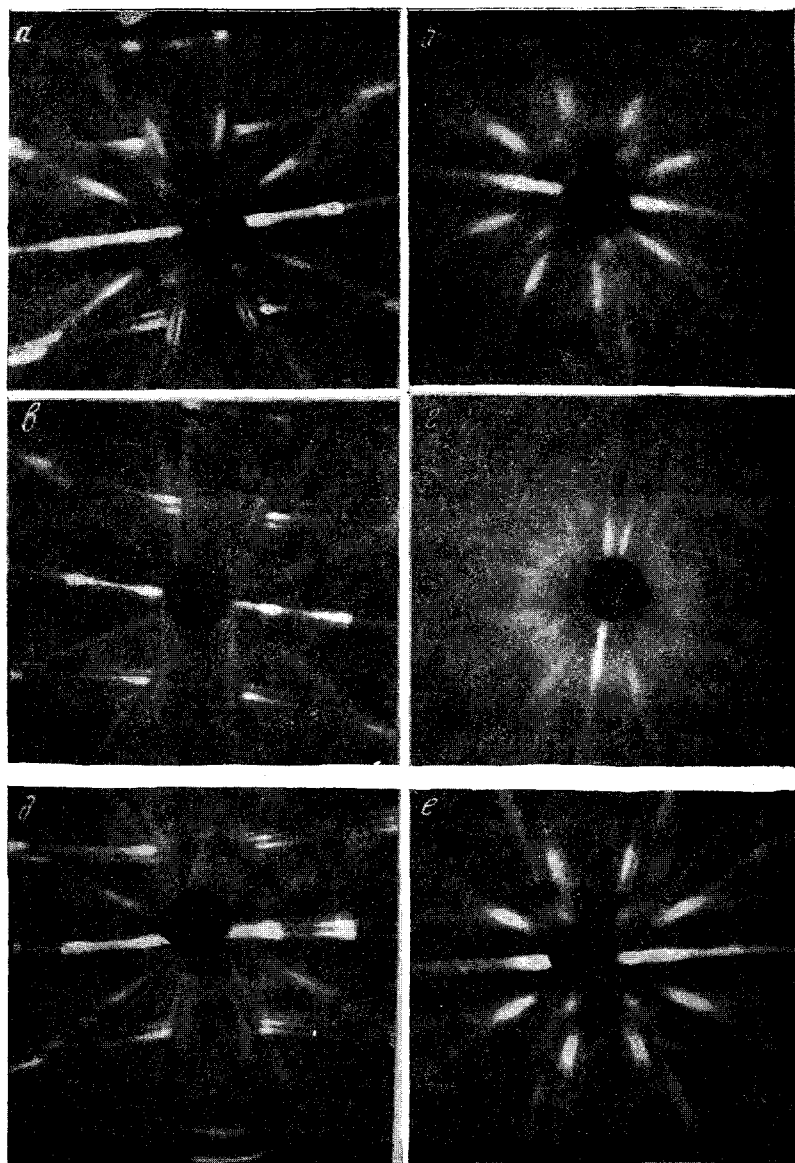


Рис. 7. Рентгенограммы образцов после ударных испытаний:  
 $a-d=1$  мм;  $p=0,2$  кг;  $b-d=0,5$  мм,  $p=0,5$  кг;  $b-d=1$  мм,  $p=1$  кг;  $z-d=0,38$  мм,  $p=5$  кг;  $d-d=1$  мм,  $p=5$  кг;  $e-d=1$  мм;  $p=10$  кг

Лауэ затруднено. Поэтому рентгенограммы производились методом обратной съемки в камере ЗАКСа на кобальтовом излучении. Режим работы трубки  $U=30$  кВ,  $I=10$  мА. Использовались электронные трубки типа БСВ. Образцы проволок, тянутых с тремя различными скоростями (66, 240 и 430 м/мин), предварительно с двух сторон

спиливались, затем травились в крепкой азотной кислоте для снятия наклепанного слоя, промывались и, наконец, просушивались. Обработанные таким образом образцы рентгенографировались. Расстояние от образца до пленки 4,5 см, экспозиция 6 час., диаметр коллиматора 0,8 мм.

Во всех трех случаях на рентгенограммах дебаевские кольца оказались одинаковыми. Изменений в текстуре не было обнаружено. Рентгенограммы не приведены из-за слабой интенсивности колец на фотографиях.

### Выводы

1. Наибольшее разрушение структуры наблюдалось при медленной деформации. При быстром деформировании искажения образцов ничтожны.

2. Ударные испытания подтвердили результаты, полученные при деформации изгибом. Рентгенограммы, полученные после ударных испытаний для целого ряда образцов (с наибольшими изменениями) сходны с рентгенограммами, полученными на образцах, подвергнутых быстрой деформации изгиба.

3. Для создания пластической деформации важна не только величина приложенного усилия, но и время его действия.

4. Отсутствие разницы в структуре железной проволоки, тянутой с различной скоростью, объясняется недостаточными существующими интервалами скоростей волочения. С увеличением интервалов скоростей, по-видимому, появятся искажения кристаллической решетки, а следовательно, и различия в структуре деформированных материалов.

Полученные выводы основаны на следующих представлениях о механизме пластической деформации.

Хотя детальные закономерности смещений атомов не установлены, однако по заключению различных исследователей, при пластической деформации происходят изменения как в расположении атомов, так и в электронных оболочках. Пластическая деформация может происходить как путем двойникования, так и путем трансляций.

Как известно, при ударных испытаниях, а также во время деформации при низких температурах часто получается двойникование. Следовательно, характер приложенного усилия не вызывает смещения атомов по всему объему. При медленных же деформациях, а также при высокой температуре осуществляются условия, необходимые для такой трансляции.

---