



Отчёт о выполнении лабораторной работы № 1
(Дислокации)

Афанасьев Арсений Александрович (Б02-113)

26 февраля 2022 г.

1 Зависимость времени достижения края от размеров одномерного кристалла

На графике 1 представлены результаты симуляции для движения дислокаций одного типа и двух типов в одномерном кристалле. Измерения проводились на кристалле длиной от 1 до 20 с присутствием 1 дислокации.

Из графиков видно, что увеличение площади одномерного кристалла влияет на время достижения края только при небольших количествах дислокаций, так как даже 1 дислокация ограничена сверху и снизу и если она попадает в край, то время движения останавливается. Если дислокаций уже две, то хоть они и ограничивают движение друг друга в горизонтальном направлении, но при этом вторая дислокация продлевает время жизни системы, так как теперь время движения не оставится, когда 1 дислокация столкнётся с краем. Далее время движения резко растёт. В конце время устанавливается, так как вне зависимости от боковых ограничений, дислокации всегда ограничены верхним и нижним краем кристалла, что не даёт им возможности двигаться вверх и вниз даже при наличии или отсутствии соседей слева и справа.

При моделировании движения нескольких типов дислокаций общие результаты практически не меняются, так как дислокации разных типов не взаимодействуют друг с другом, а значит, не влияют на вид зависимости.

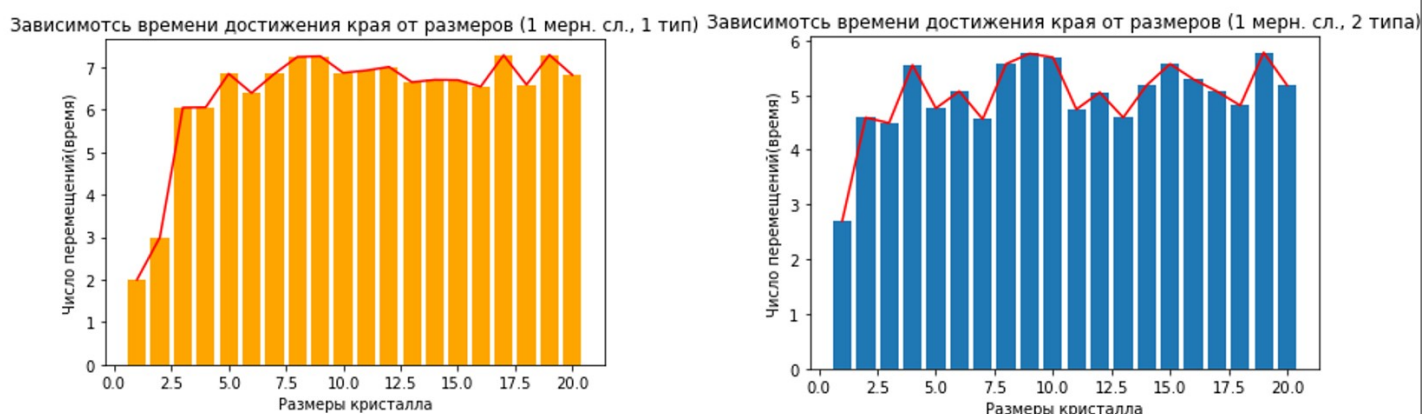


Рис. 1: Зависимость времени достижения края от размеров одномерного кристалла

2 Зависимость времени достижения края от размеров двумерного кристалла

На графике 2 представлены результаты симуляции для движения дислокаций одного типа и двух типов в двумерном кристалле. Измерения проводились на кристалле размером от 1 до 10x10 и присутствии 1 дислокации.

Из графиков можно видеть, что при увеличении размеров кристалла время движения дислокаций увеличивается практически квадратично. Это связано с тем, что кристалл - квадрат, и при увеличении его стороны в n раз, площадь кристалла увеличивается в n^2 раз.

При добавлении второго типа дислокаций общий вид зависимости не меняется, потому что дислокации разных типов не взаимодействуют друг с другом, то есть не оказывают

влияния на движение друг друга и так как их количество одинаковое, то примерно в одно время достигают края.

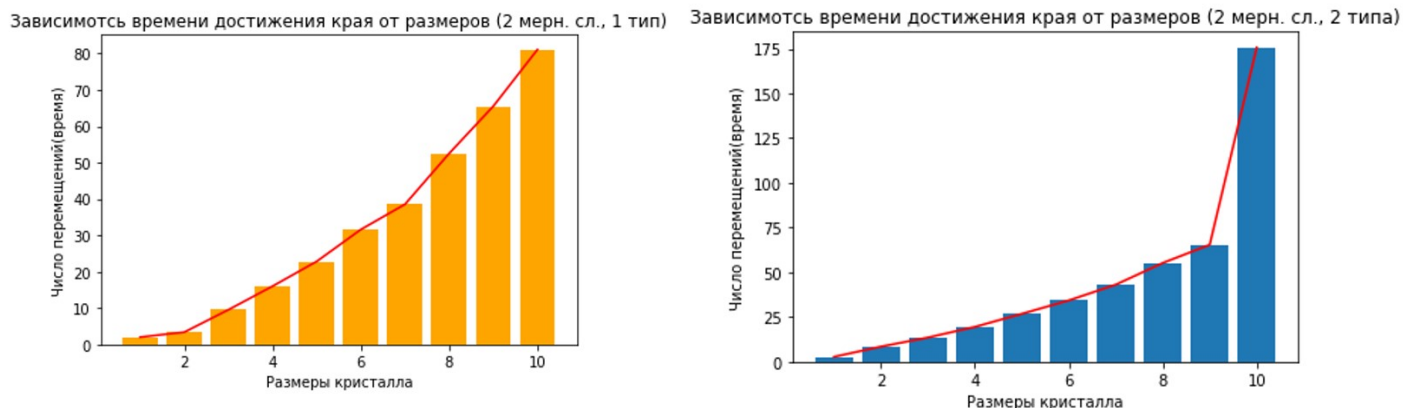


Рис. 2: Зависимость времени достижения края от размеров двумерного кристалла

3 Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей для одномерного кристалла

На графике 3 представлены результаты симуляции для движения дислокаций одного типа и двух типов в одномерном кристалле. Измерения проводились на кристалле размером 100 и присутствии от 1 до 20 дислокаций.

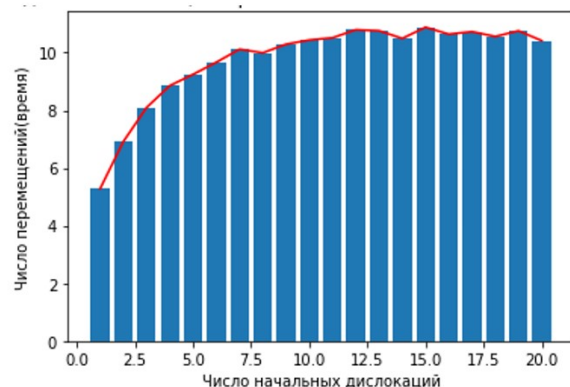
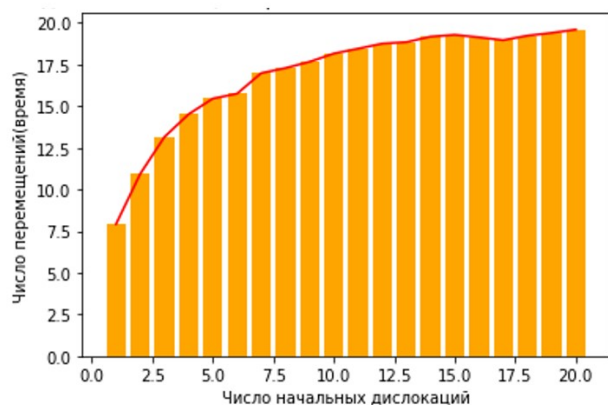
Из графиков можно видеть, что при увеличении начального числа дислокаций (отношения площади дислокаций к площади кристалла) их время движений увеличивается достаточно резко при небольшом числе дислокаций и примерно устанавливается при достаточно большом числе дислокаций. Эту зависимость можно объяснить, если снова принять во внимание постоянную ограниченность движения дислокаций сверху и снизу и увеличением возможности движения при небольшом увеличении числа дислокаций (при увеличении количества подвижных дислокаций время увеличивается, так как теперь время не останавливается, когда затормозила только одна дислокация, а идёт до тех пор, пока не затормозит последняя дислокация). При дальнейшем увеличении числа дислокаций они начинают мешать друг другу двигаться вбок, и при этом всегда ограничены сверху и снизу, поэтому время движения приходит к установившемуся состоянию.

Второй тип дислокаций так же не влияет на общую зависимость, потому что дислокации разных типов не взаимодействуют.

4 Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей для одномерного кристалла

На графике 4 представлены результаты симуляции для движения дислокаций одного типа и двух типов в двумерном кристалле. Измерения проводились на кристалле размером 10x10 и присутствии от 1 до 40 дислокаций.

Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей(1 мерн. сл., 1 тип)



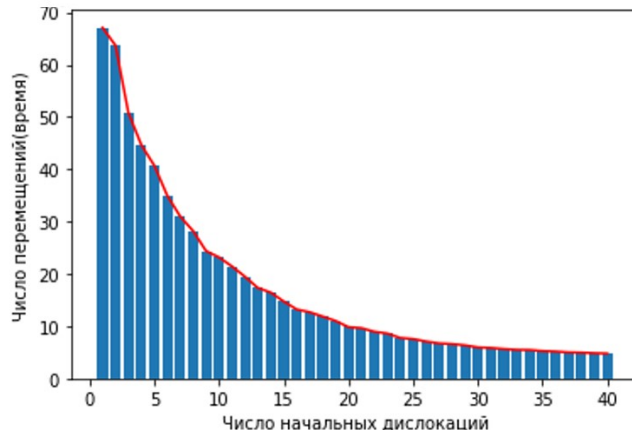
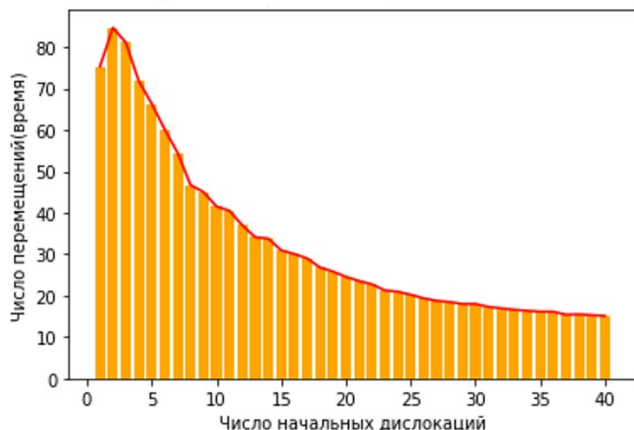
Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей(1 мерн. сл., 2 типа)

Рис. 3: Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей для одномерного кристалла

Из графиков можно видеть, что при увеличении начального числа дислокаций (отношения площади дислокаций к площади кристалла) их время движений уменьшается достаточно резко вначале и очень мало в конце измерений. Это может быть связано с тем, что увеличение числа дислокаций при небольшом начальном количестве значительно ограничивает свободу движения, а при большом числе дислокаций добавление ещё одной не сильно ограничивает свободу движения, так как в любом случае большое число дислокаций на маленькой площади в скором времени коснулись бы друг друга.

Второй тип дислокаций так же, как в предыдущих опытах, не влияет на общую зависимость, потому что дислокации разных типов не взаимодействуют.

Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей(2 мерн. сл., 1 тип)



Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей(2 мерн. сл., 2 типа)

Рис. 4: Зависимость времени достижения стационарного состояния от отношения площадей для одномерного кристалла

Однако стоит отметить, что данные графиков для двух типов дислокаций хоть и имеют одинаковый вид зависимости, численно всё же отличаются. Можно заметить, что данные времени движения на графиках для двух типов дислокаций в общем в 2 раза меньше, чем на графиках для движения дислокаций одного типа. Такая зависимость может быть связана с тем, что несмотря на отсутствие взаимодействия между дислокациями, так как

они двигаются на одном и том же поле, и расчёт ведётся в среднем по двум типам, время движения сокращается.

5 Вывод

Результаты моделирования движения одного и двух независимых типов дислокаций в разных конфигурациях кристаллов совпадают по виду зависимости, так как дислокации не взаимодействуют с противоположным типом, однако численные значения времени движения могут отличаться.