

ВЛИЯНИЕ РАСТЯГИВАЮЩИХ СИЛ И КРУТЯЩИХ МОМЕНТОВ НА ОБРАЗОВАНИЕ КОМПАКТНОЙ СУПЕРСПИРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МОЛЕКУЛЫ ДНК

Камлюк А.Н., Ширко А.В.

Белорусский государственный технологический университет,
ф-т. Химической технологии и техники, каф. Теоретической механики,
Республика Беларусь, 220050, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Тел. (+37517)227-30-35,
E-mail: kamluk@mail.ru

При выполнении своих биологических функций (например, при транскрипции) молекула ДНК, находясь в ядре клетки, подвергается воздействию растягивающих усилий и крутящих моментов со стороны ферментов. В лабораторных условиях для того, чтобы определить характеристики упругости молекулы ДНК, полимерную цепь тянут с помощью сил внешнего поля и раскручивают или закручивают внешними крутящими моментами. Растяжение ДНК непосредственно связано с суперспирализацией: благодаря своему строению растяжение молекулы обязательно вызывает кручение двойной спирали [1]. Модель молекулы ДНК в виде упругого стержня с учетом ее внутренней структуры использовалась в работе [2] для описания геометрии сверхзакрученных структур.

При крутящих моментах, которые вызывают плотность супервитков $\sigma = \pm 0.01$, и значениях растягивающих сил, находящихся в интервале от 0 до 8 пН, зависимость кратности удлинения молекулы λ от плотности суперспирализации σ является практически симметричной и не зависит от направления крутящего момента. Для описания упругого поведения молекулы в этом случае можно использовать модель в виде однородного стержня без учета внутренней структуры. На основании указанной модели установлены зависимости между растягивающей или сжимающей силой и крутящим моментом, называемым критическим, при котором происходит потеря устойчивости молекулы. Установлено, что молекула способна сопротивляться сжимающим усилиям при длинах только порядка персистентной длины. При увеличении растягивающей силы критический крутящий момент возрастает, а при росте сжимающей силы – уменьшается. Естественно, что для более длинных молекул (более 10 персистентных длин), одной и той же растягивающей силе соответствует меньший критический крутящий момент.

Работа выполнена на кафедре теоретической механики БГТУ при поддержке БРФФИ грант № Ф07М-024.

Литература

1. Камлюк А.Н., Немцов В.Б. О взаимосвязи растяжения и кручения молекулы ДНК // УФЖ 47, № 8, 2002. Стр. 722-725.
2. Камлюк А.Н., Ширко А.В., Немцов В.Б. Особенности геометрии молекулы ДНК в сверхспирализованном состоянии // Биофизика 52, № 1, 2007. Стр. 36-40.