**Неоднородности в водных растворах термочувствительных ПНИПАМ-НТБА: применение спектроскопии электронного парамагнитного резонанса**

***Душкова Л.С., Зубанова Е.М.***

*Студент, 2 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*Химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* *ldushkova05@gmail.com*

Термочувствительные полимеры представляют собой полимеры, претерпевающие фазовый переход «клубок-глобула» в полярных жидкостях при изменении температуры. Наиболее распространены полимеры с нижней критической температурой растворения (НКТР): ниже данной температуры они растворимы, а выше образуют нерастворимые полимерные глобулы. Одним из важнейших применений термочувствительных полимеров является возможность получения клеточных пластов, так как ряд таких полимеров, прежде всего поли-(N-изопропил)акриламид (ПНИПАМ), адгезивен для клеток при температурах выше НКТР, а понижение температуры позволяет получать клеточные пласты за счет растворения полимера ниже НКТР. Для улучшения клеточной адгезии при физиологических температурах вместо ПНИПАМ используют блок-сополимеры (N-изопропил)акриламида с более гидрофобным мономером (N-третбутил)акриламидом (НТБА)[1].

Такие методы исследования водных растворов полимеров и взаимодействия полимеров с водой, как турбидиметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, не дают информацию о микронеоднородностях в растворах полимеров. Однако метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в рамках методики спинового зонда позволяет изучить полярность и вязкость внутри глобулы, динамику образующихся в ходе перехода «клубок-глобула» неоднородностей.

В данной работе обсуждается структура неоднородностей в растворах сополимеров ПНИПАМ-НТБА с различным содержанием НТБА. В качестве спинового зонда использовался нитроксильный радикал ТЕМПО. При температурах ниже НКТР спектр зонда в водном растворе полимера соответствует быстрому вращению нитроксильного радикала. При повышении температуры гидрофобный зонд захватывается глобулой, при этом интенсивность спектра ЭПР уменьшается из-за широкого сигнала зонда в глобуле, который начинает заметно проявляться температурах выше 50 °С. С помощью ионов Cu2+ в качестве «тушителей» сигнала быстровращающихся молекул ТЕМПО за счет спин-обменного взаимодействия был получены спектры радикала в глобуле. С использованием спектроскопии ЭПР образование неоднородностей в растворе ПНИПАМ-НТБА наблюдали уже при температурах на 2-3 °С ниже НКТР, установленной методами турбидиметрии и ДСК. Математическое моделирование зарегистрированных спектров ЭПР позволило получить магнитно-резонансные (константы сверхтонкого взаимодействия) и динамические (времена вращательной корреляции) параметры, а также доли радикалов в глобулах в зависимости от температуры.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (грант № 24–23–00196).*

**Литература**

#### Frolova A., Ksendzov E., Kostjuk S., Efremov Y., Solovieva A., Rochev Y., Timashev P., Kotova S. Thin Thermoresponsive Polymer Films for Cell Culture: Elucidating an Unexpected Thermal Phase Behavior by Atomic Force Microscopy // *Langmuir*. 2021. Vol. *37* (38). P. 11386-11396.