

УДК 678.01

## ВЛИЯНИЕ СВЧ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНОГО КЛЕЯ

О.Ю. Еренков<sup>1</sup>, д.т.н., профессор,

С.П. Исаев<sup>1</sup>, д.т.н., доцент,

К.А. Шевчук<sup>2</sup>, ведущий инженер-технолог

<sup>1</sup>Тихоокеанский государственный университет

<sup>2</sup>ООО «ТД Хабаровск- Манхэттен»

г. Хабаровск

Ряд исследований [2, 4, 5 и др.] показали, что электрофизическое воздействия на клеевые системы способствуют повышению прочностных показателей адгезионных соединений. В связи с этим, учитывая, что адгезионное воздействия в системе полимер субстрат в значительной мере определяется поверхностной энергией взаимодействующих фаз на границе их раздела (твердое тело – жидкость), необходимо определить каким образом влияет СВЧ-обработка на поверхностное и межфазное натяжение клеев на водной основе (на примере поливинилацетатного клея).

Ранее проведенные исследования [3] позволили установить, что обработка СВЧ-излучением водного раствора поливинилацетатного клея заметно изменяет микростроение полимера.

Анализ микроструктур поливинилацетатного клея до и после обработки СВЧ-излучением показывает, что структура клеевой пленки имеет характерное глобулярное строение (рис.1).

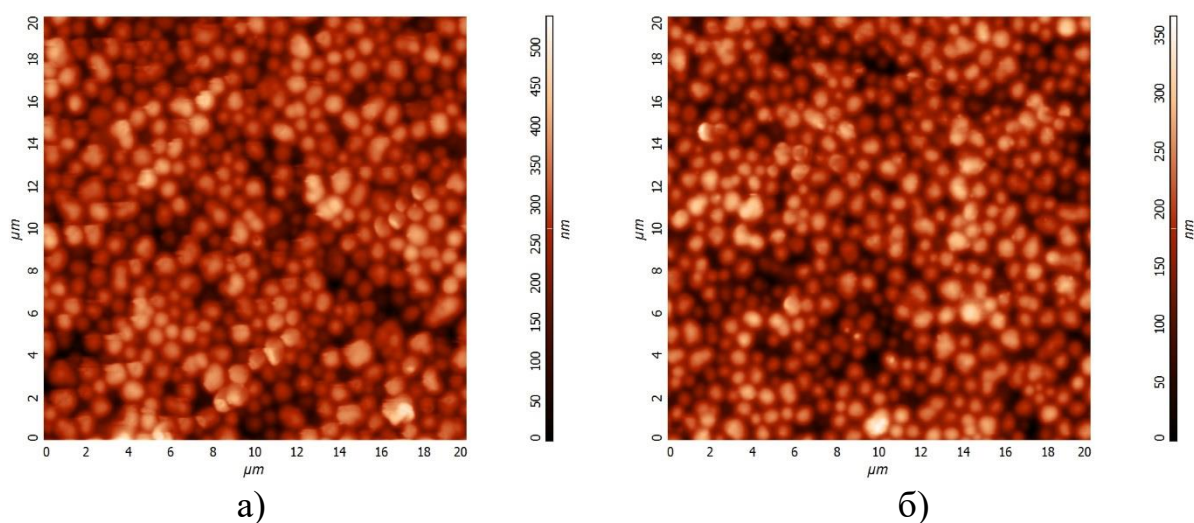


Рис. 1. Микроструктура поливинилацетатного клея ДОРУС 72:  
а – исходное состояние; б – состояние после СВЧ-облучения

Структура пленки, обработанной СВЧ-излучением, имеет более

высокую дисперсность по сравнению с исходным полимером, которая выражается в среднем уменьшении глобул в 1,4 раз. В исходном состоянии максимальный размер глобул составляет 500 *nm*. Обработка клеевого раствора СВЧ-излучением способствует образованию глобул меньших размеров, и максимальный размер глобул составляет 350 *nm*.

В связи с тем, что адгезионные воздействия в системе полимер субстрат в значительной мере определяется поверхностной энергией взаимодействующих фаз на границе их раздела (твердое тело – жидкость), была поставлена задача исследовать влияние СВЧ обработки на поверхностное натяжение широко применяемого в различных технологиях склеивания поливинилацетатного клея.

Поверхностное натяжение имеет двойной физический смысл – энергетический (термодинамический) и силовой (механический). Энергетическое (термодинамическое) определение: поверхностное натяжение – это удельная работа увеличения поверхности при её растяжении при условии постоянства температуры. Силовое (механическое) определение: поверхностное натяжение – это сила, действующая на единицу длины линии, которая ограничивает поверхность жидкости [1, 7].

Принимая во внимание, что поверхностное натяжение клеевого раствора может быть представлена как сумма дисперсионной  $\gamma_1^d$ , и полярной  $\gamma_1^p$ , составляющих:  $\gamma_1 = \gamma_1^p + \gamma_1^d$ , тогда определив экспериментальным путем  $\gamma_1^d$ , рассчитаем  $\gamma_1^p$ . Учитывая, что дисперсионные взаимодействия существуют в объеме любой фазы и на границе раздела контактирующих фаз, для экспериментального определения  $\gamma_1^d$  применим метод Ву [6], основанный на получении экспериментальных данных результатов замеров краевого угла смачивания исследуемой жидкостью (клеевой раствор) поверхности неполярного твердого тела (например, полиэтилен или фторопласт), у которого  $\gamma_2^p = 0$ .

В результате реализации эксперимента было получено ряд зависимостей, характеризующих изменение поверхностного натяжения поливинилацетатного клея под влиянием СВЧ обработки.

Анализируя зависимость, изображенную на рис. 2, следует констатировать, что увеличение продолжительности обработки СВЧ-излучением поливинилацетатного клея ДОРУС 072 при постоянной удельной мощности излучения приводит к снижению поверхностной энергии клеевого раствора.

Это можно объяснить образованием системы клеевого раствора с размерами глобул ПВА меньшего размера по сравнению с исходными параметрами. При воздействии СВЧ-излучения с увеличением продолжительности обработки происходит интенсивное дробление глобул, создавая на поверхности клеевого раствора «моногобулярный слой», в котором энергия взаимодействия между глобулами увеличивается, а поверхностная энергия на границе раздела фаз жидкость-газ снижается.

Увеличение удельной мощности СВЧ-излучения при обработке клеевого

раствора ДОРУС 072 приводит к росту поверхностной энергии. В данном случае увеличение поверхностной энергии клеевого раствора объясняется возникновением индукционного взаимодействия поляризованных глобул, величина которого прямопропорциональна значению поляризуемости глобул и обратнопропорциональна расстоянию между ними.

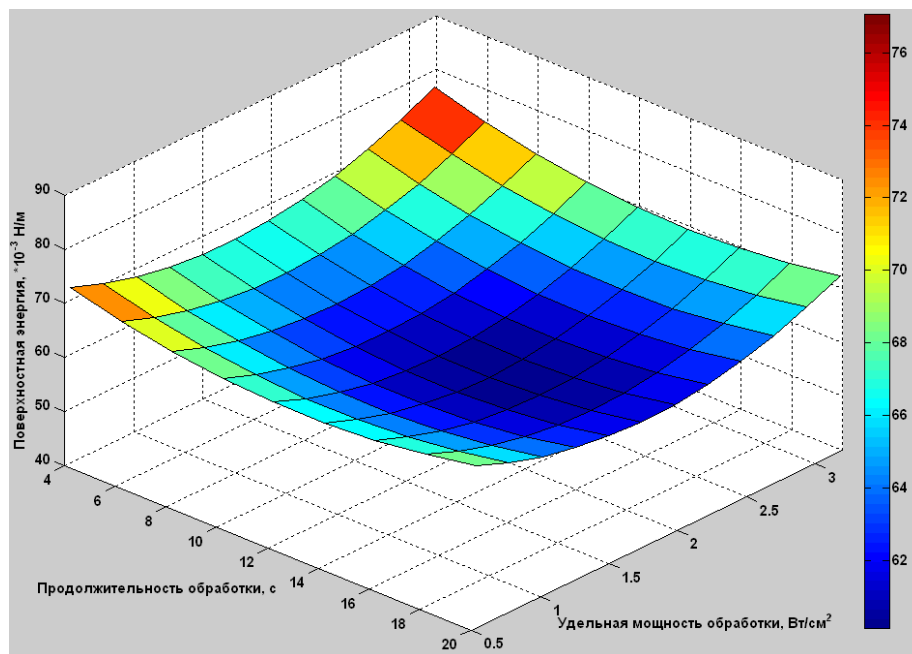


Рис. 2. Зависимость поверхностной энергии клеевого раствора ДОРУС 072 от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ - излучением

Минимальные значения поверхностной энергии отмечаются в центральной части поверхности отклика и определяются интервалами вокруг средних значений продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ-излучения. Здесь наблюдается два процесса: 1 – диспергирование глобул и 2 – их поляризация, в результате которых при значительном сближении диспергированных поляризованных глобул происходит их отталкивание.

Поляризуемость клеевого раствора ДОРУС 072 в значительной степени зависит от удельной мощности обработки СВЧ-излучением (рис. 3).

Повышение значения полярной компонентой поверхностной энергии клеевого раствора обусловлено поляризуемостью глобул. Причем полярная компонента поверхностной энергии достигает максимального значения при минимальной продолжительности и максимальной удельной мощности обработки. Поляризуемость глобул ПВА вызвана величиной удельной мощностью обработки СВЧ-излучения, в результате воздействия которого возникают индукционные силы, создающие электрическое поле, диспергирующие раствор на более мелкие глобулы и поляризующее их.

Увеличение продолжительности обработки сопровождается снижением

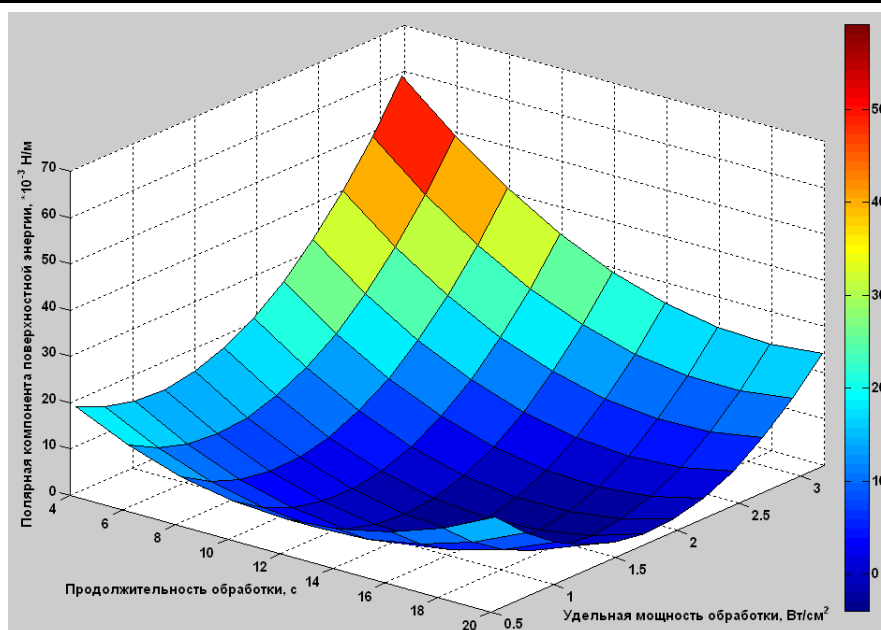


Рис. 3. Зависимость полярной компоненты  
поверхностной энергии клеевого раствора ДОРУС 072  
от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ – излучением

полярной компоненты поверхностной энергии клеевого раствора, что вызвано  
взаимоотталкиванием поляризованных глобул, в результате чего уменьшается  
действие индукционных сил, и система клеевого раствора переходит в квази-  
стационарное состояние со стабилизацией дисперсионной компоненты  
поверхностной энергии со значением  $(55 \pm 5) \cdot 10^{-3}$  Н/м в широком диапазоне  
изменения управляемых факторов (рис. 4).

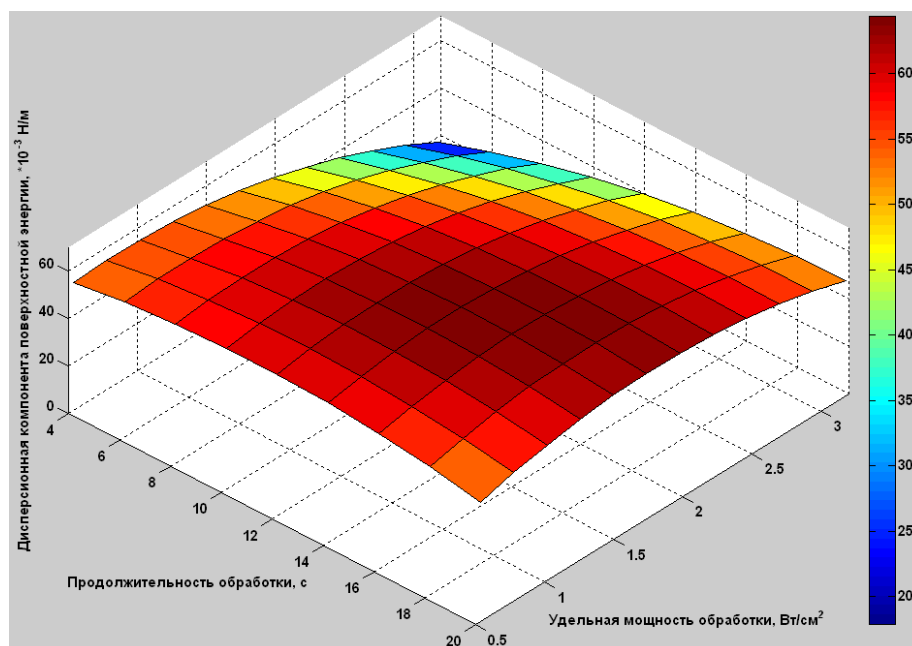


Рис. 4. Зависимость дисперсионной компоненты  
поверхностной энергии клеевого раствора ДОРУС 072  
от продолжительности и удельной мощности обработки СВЧ - излучением

Таким образом, можно констатировать, что обработка клеевого раствора поливинилацетатного клея ДОРУС 072 СВЧ – излучением позволяет активно воздействовать на его надмолекулярную структуру при этом одновременно происходит изменение термодинамические характеристики, что подтверждает возможность низкотемпературной электромагнитной модификации СВЧ-излучением водных клеевых растворов.

### Список литературы

1. *Зимон, А.Д.* Коллоидная химия: учебник для вузов / А.Д. Зимон. – М.: Агар, 2007. – 344 с.
2. *Иванов, А.В.* Повышение прочности клеевых соединений древесины путем воздействия на клей магнитным полем условиях: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.05 / Иванов Андрей Владимирович. – Воронеж, 2010. – 19с.
3. *Исаев С.П.* Влияние СВЧ-обработки на структуру пленок клеев на водной основе / С.П. Исаев, К.А. Шевчук // Изв. С.-Петербур. Лесотехн. Акад. 2016. Вып.216. С. 200-209.
4. *Калганова, С.Г.* Электротехнология не тепловой модификации полимерных материалов в СВЧ электромагнитном поле: автореф. дис. ... д-ра. техн. наук: 05.09.10 / Светлана Геннадьевна Каганова. – Саратов, 2009 – 32с.
5. *Лаврентьев В.А.* Влияние СВЧ электромагнитного поля на физико – механические свойства эпоксидного компаунда: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.10 / Владимир Александрович Лаврентьев. – Саратов, 2009. – 19 с.
6. *Пугачевич. П.П.* Поверхностные явления в полимерах / П.П. Пугачевич, Э.М. Бегляров, И.А. Лавыгин. – М.: Химия, 1982. – 200 с.
7. *Сумм, Б.Д.* Основы коллоидной химии / Б.Д. Сумм. – М.: Академия, 2007. – 240 с