

щения одних из простейших представителей α -ГУР – α -ГЭР, окисляя последние. Поэтому подавление дефосфорилирования в присутствии метронидазола вероятнее всего происходит в результате окисления исследуемым веществом α -ГУР (I) до того как они успеют фрагментировать.

Таким образом, среди исследованных производных имидазола наиболее перспективным ингибитором фрагментации α -ГУР глицерофосфолипидов является метронидазол, который предотвращает дефосфорилирование Г1Ф как за счет взаимодействия с радикальными продуктами радиолиза воды, так и в результате окисления α -ГУР Г1Ф.

Литература

1. *Halliwell, B.* Free radicals in biology and medicine / B. Halliwell, J.M.C. Gutteridge. – Oxford: University Press, 2007. – 851 p.
2. Formation of phosphatidic acid, ceramide, and diglyceride on radiolysis of lipids: identification by MALDI-TOF mass spectrometry / O.I. Shadyro [et al.] // *Free Rad. Biol. Med.* – 2004. – Vol. 36, № 12. – P. 1612-1624.
3. *Бринкевич С. Д., Шадыро О. И.* Влияние кофермента Q₀, аскорбиновой кислоты и ее гликозида на радиационно-индуцированное дефосфорилирование органических фосфатов в водных растворах. 2009. Т. 43. № 6. С. 491-495.
4. *Бринкевич С. Д., Шадыро О. И.* Изучение методами радиационной и квантовой химии взаимодействия аскорбиновой кислоты с α -гидроксиэтильными радикалами // *Химия высоких энергий*. 2011. Т. 45. № 2. С. 123-128.
5. Взаимодействие гидроксиарилальдегидов с α -гидроксиэтильными радикалами / С.Н. Гапанькова [и др.] // *Химия высоких энергий*. 2011. Т. 45. № 3. С. 227-232.
6. *Freeman G. R.* Radiation chemistry of ethanol: A review of data on yields, reaction rate parameters, and spectral properties of transients. Washington: NBS. 1974.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИКОМПОНЕНТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ КРАХМАЛА С АЛЬГИНАТОМ НАТРИЯ

С. В. Ковалёк, Е. Г. Ковалева, Т. А. Савицкая

ВВЕДЕНИЕ

Для решения проблемы загрязнения окружающей среды из специальных полимерных материалов изготавливают фото-, био- и водоразлагаемую упаковку. Одним из первых природных полимеров, на основе которого стали производить биоразлагаемые упаковочные материалы, был крахмал, который подвергается биоразложению и имеет низкую цену.

Среди различных типов биodeградируемой упаковки съедобные покрытия и пленки составляют объект нового направления развития исследований и привлекают пристальное внимание всех: от ученых, до потребителей и производителей. При этом крахмал и здесь выступает в ка-

честве одного из основных пленкообразующих компонентов. Однако гидрофильность, гигроскопичность и ретроградация (изменение структуры при хранении) крахмала ограничивают его применение [1–4].

Целью данной работы явилось получение и исследование физико-механических свойств бикомпонентных пленок на основе композиций крахмала с альгинатом натрия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Реагенты

В экспериментах были использованы крахмал кукурузный (КК) с влажностью 11 % и альгинат натрия (АН) с 13 %-ной влажностью (страна производитель – Китай), дистиллированная вода и глицерин (чда, ГОСТ 6259-75)

Получение пленок

Пленки получали из водных 8 %-ных растворов КК и его композиций с АН состава КК:АН = 99,5:0,5; 99:1; 98:2; 95:5; 90:10; 80:20; 70:30; 60:40; 50:50, содержащих глицерин в качестве пластификатора, методом полива раствора на стеклянную поверхность с последующим равномерным распределением слоя раствора по поверхности стекла с помощью специального скребка. В процессе формования варьировали температуру раствора, время сушки, условия хранения пленки.

Измерение механических характеристик

Механические свойства пленок (прочность на разрыв (F_{max}) и относительное удлинение (ϵ)) измеряли с помощью разрывной машины Zwick/RoellZ 0.5 при комнатной температуре и 35 % относительной влажности. Тестирование проводили при следующих настройках прибора: расстояние между захватами – 20 мм; преднагрузка на образец – 1 Н; скорость преднагрузки – 10 мм/мин; скорость испытания – 40 мм/мин.

Измерение влагопроницаемости

Влагопроницаемость полученных образцов измеряли в соответствии со стандартом ASTM E 96-95. Измерения проводились методом испарения воды через пленку, которое контролировали гравиметрически в течение 10 дней каждые 12 часов.

Реологические измерения

Реологические измерения проводили на ротационном реометре BrookfieldR/S с системой коаксиальных цилиндров в качестве измерительной ячейки в диапазоне скоростей сдвига $0,5 - 1000 \text{ с}^{-1}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Совмещение КК с АН в воде как общем растворителе позволило получить бикомпонентные пленки, для которых зависимость физико-механических характеристик от состава в области малых добавок АН носит экстремальный характер. Так, 2 %-ная добавка АН вызывает увеличение прочности КК пленки на 36 %, в то время как удлинение растет почти вдвое. Как следует из данных рисунка 1, последующее увеличение содержания АН приводит к монотонному росту прочности, что не удивительно, если принять во внимание высокую прочность пленки АН, которая почти в 3 раза выше прочности пленки КК. Относительное удлинение бикомпонентных пленок при этом уменьшается, но не становится ниже, чем у пленки КК.

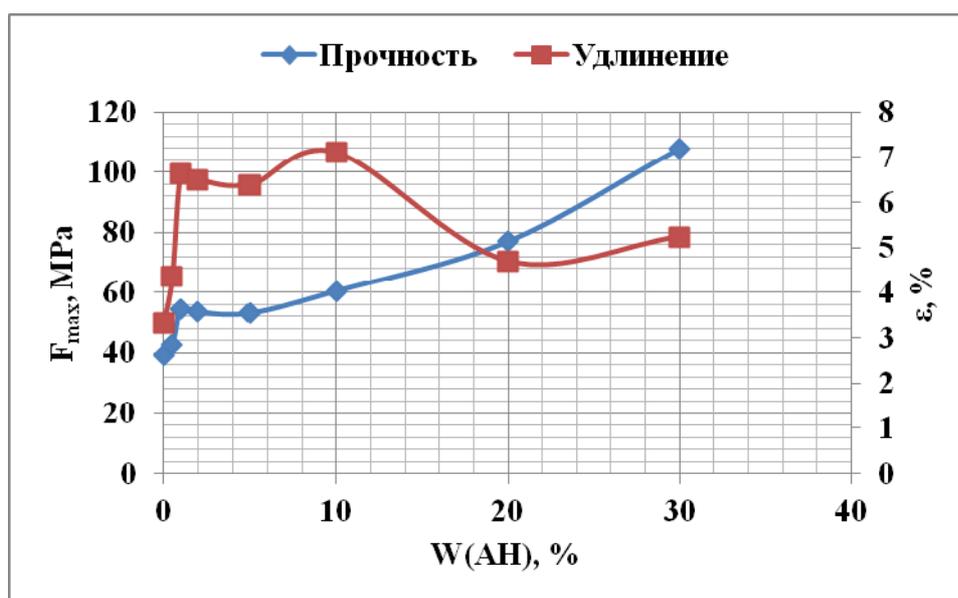


Рис. 1. Зависимость прочности и удлинения бикомпонентных пленок КК:АН от содержания АН.

Введение АН в состав композиций повышает однородность формовочного раствора за счет уменьшения температуры гелеобразования растворов КК, которые выполняют роль полимерной матрицы. Это позволяет получать бикомпонентные пленки при более низкой температуре, чем пленки на основе КК, без понижения их прочности (рисунок 2).

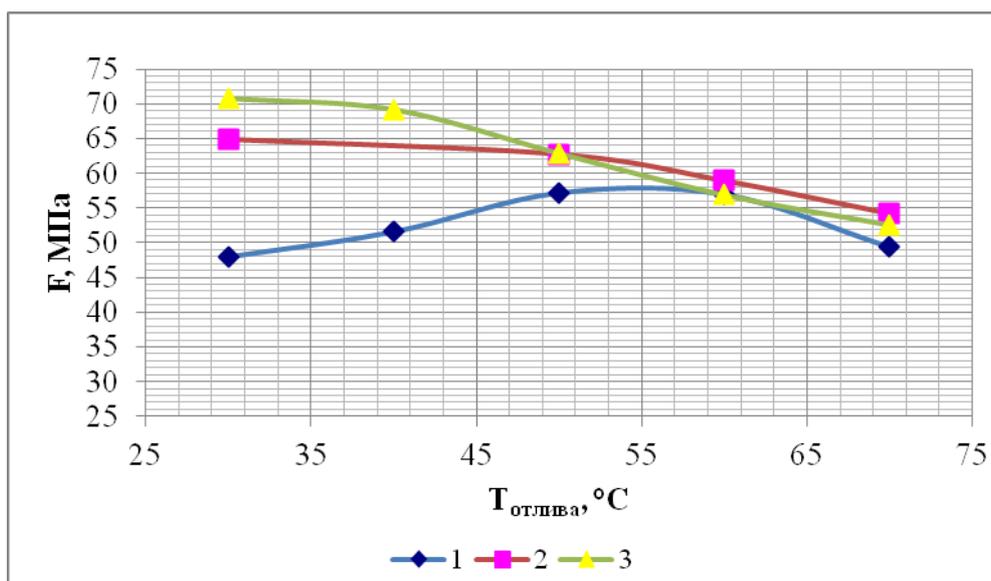


Рис. 2. Зависимость удельной прочности бикомпонентных пленок от температуры формования, где 1 – 10 %, 2 – 20 %, 3 – 30 % добавка АН.

Экстремальный характер имеет и зависимость влагопроницаемости от содержания АН. Максимальная влагопроницаемость наблюдается у пленок с содержанием АН 5 % и 10 %, а минимальная – 20 % и 30 %. Снижение влагопроницаемости можно связать с ростом содержания в смеси АН как более высококристаллического полимера, что приводит к образованию пленки с более компактной структурой и меньшим свободным объемом для миграции молекул воды.

Наличие экстремумов на зависимостях физико-механических свойств бикомпонентных пленок от состава коррелирует с немонотонной зависимостью характеристик вязкого течения формовочных растворов.

Так, на рисунке 3 представлена зависимость энергии активации вязкого течения от состава раствора. Энергию активации оценивали по тангенсу угла наклона графической зависимости уравнения Эйринга в координатах «логарифм вязкости – обратная температура» для усредненного значения скорости сдвига в интервале 4 – 140 с⁻¹.

Как следует из рисунка 3, энергия активации вязкого течения растворов смеси полимеров имеет минимальное значение при соотношении компонентов в растворе КК: АН = 98: 2. Экстремальное поведение смесей полимеров, содержащих малые добавки одного из полимеров, в литературе описывается в рамках представлений о взаимной растворимости полимеров или их термодинамической совместимости [5]. Образование раствора одного полимера в другом возможно, но ограничено очень узкой концентрационной (до бинодали на фазовой диаграмме) и температурной областями.

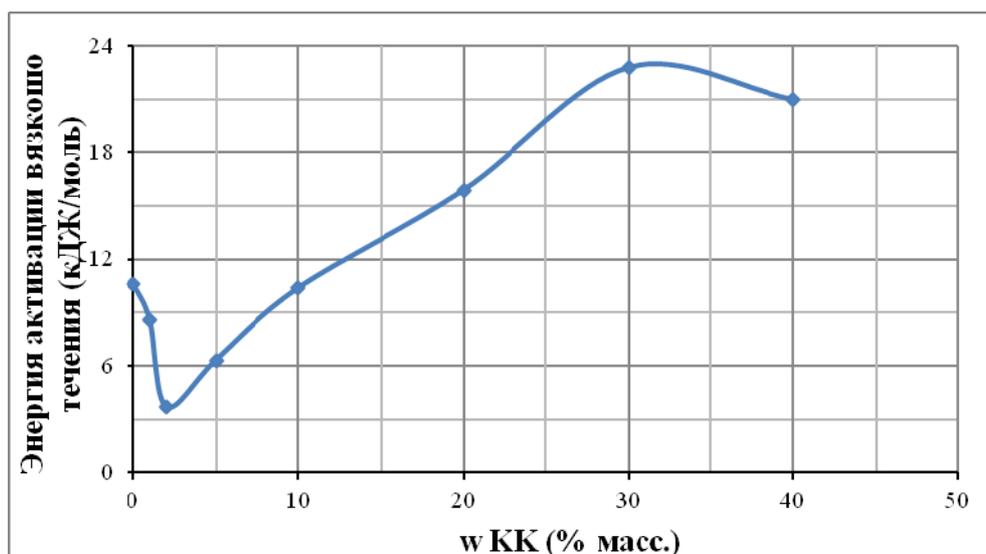


Рис. 3. Энергия активации вязкого течения при постоянной скорости сдвига в зависимости от содержанием АН в 8 %-ном растворах смесей КК:АН.

Начальный момент расслоения (в узкой области концентраций между бинодалью и спинопалью) приводит к выделению одного из полимеров в виде тонкодисперсной фазы коллоидных размеров, что сопровождается резким увеличением межфазной поверхности в системе. Возрастание межфазной поверхности вызывает резкое увеличение свободного объема, служащего важнейшей характеристикой реологического поведения любой жидкости. Наряду с этим вследствие уменьшения межмолекулярных взаимодействий в смеси полимеров, претерпевающей фазовое разделение, процесс течения в ней облегчается. Следствием этого является уменьшение энергии активации вязкого течения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совмещение КК с АН в водных растворах позволило получить би-компонентные пленки на основе КК как полимерной матрицы. Установлено, что зависимость прочности, удлинения и влагопроницаемости пленок от содержания АН в области малых добавок имеет экстремальный характер. Появление экстремума в области малых добавок АН предположительно обусловлено увеличением межфазной поверхности вследствие выделения этого полимера в виде отдельной фазы и увеличением свободного объема, уменьшающего энергию активации вязкого течения. Показана корреляция физико-механических свойств с реологическими характеристиками и энергией активации растворов, из которых сформованы пленки.

Литература

1. *Jimenez A., Pau Talens, Amparo Chiralt.* Edible and Biodegradable Starch Films: A Review //Food Bioprocess Technology– 2012. – Vol. 5. – P.2058-2076
2. *Bergo P.V., Carvalho R.A., Sobral P. J.* Physical properties of Edible Films Based on Cassava starch as Affected by the Plasticizer Concentration//Packaging technology and Science- 2008.- Vol. 21.-P.85-88
3. *Fazilah A., Maizura M.* Physical and mechanical properties of sago starch – alginate films incorporated with calcium chloride // International Food Research Journal- 2011. - Vol. 3, P. 1027-1033
4. *Che L.M., Wang Li D., Özkan L.J., Chen X.D.* Rheological Properties of Dilute Aqueous Solutions of Cassava Starch. *Carbohydrate Polymers*, **74**, 385-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.03.007>
5. *Лунатов, Ю.С.* Коллоидная химия полимеров. – Киев: Наукова думка,1984. – 344 с.

АЛКИЛИРОВАНИЕ ТЕТРАЗОЛОВ И 1,2,4-ТРИАЗОЛА ДИОЛАМИ В ПРИСУТСТВИИ КИСЛОТ

В. С. Комлик

ВВЕДЕНИЕ

В 90-х г. прошлого века сотрудниками НИИ ФХП БГУ было обнаружено, что алкилирование 5-монозамещенных тетразолов в концентрированной серной кислоте спиртами,¹ имеющими структуру, способствующую стабилизации образующихся из них карбокатионов, протекает селективно с образованием N²-замещенных тетразолов с выходом более 75 %. Проведенные исследования кинетики алкилирования позволили утверждать, что субстратом алкилирования является симметричный катион 1,4-дигидро-5-R-тетразолия, образующийся при протонировании тетразолов в средах с высокой кислотностью.² В указанном катионе лишь атомы N²(N³) являются доступными для атаки электрофилом, что и обуславливает селективное протекание алкилирования.

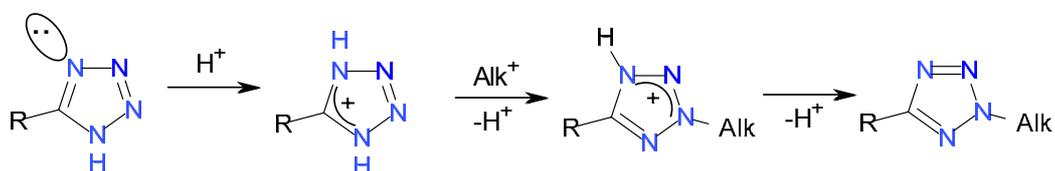


Рис.1. Механизм N²-алкилирования 5-R-тетразолов в кислотных средах

Реакция носит достаточно общий характер для азолов, но имеет ряд особенностей, обусловленных природой алкилирующего агента и субстрата.³ В качестве алкилирующих агентов в нее вступают вторичные и третичные моноатомные спирты, а также олефины. На примере 2,5-