

15-Oktyabr, 2025-yil

**ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА И СТРУКТУР ПОЛИМОЧЕВИНЫ
СИНТЕЗИРОВАННОГО НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ КАРБАМИДА С
ГЛИЦИНОМ**

О.Абдурахимов

М.Азизова

У.Уринов

*Ташкентский государственный технический
университет имени Ислама Каримова*

Аннотация: *В статье приведены результаты изучения механизма и структуры синтезированного полимочевины на основе реакции мочевины с глицином в расплаве.*

Изучением полученных экспериментальных и ИК-спектральных исследований определено, что взаимодействие мочевины с глицином в расплаве протекают первичные и вторичные реакции.

Исследованием процесса взаимодействия мочевины с α -аланином а также на основании полученных ИК спектральных данных сделано вывод, что реакция взаимодействия мочевины с α -аланином протекает за счет аминогруппы мочевины и карбоксила аминокислоты.

Ключевая слова: *мочевина, коррозия, глицин, биологически-активный вещества, амфотер, реагент, компонент, полоса поглощения, цвиттер ион, валентный колебания, вязкость, термограмма.*

Annotation: *The article presents the results of studying the mechanism and structure of synthesized polyurea based on the reaction of urea with glycine in the melt.*

By studying the obtained experimental and IR-spectral studies, it was determined that the interaction of urea with glycine in the melt proceeds primary and secondary reactions.

By studying the process of interaction of urea with α -alanine and also on the basis of the obtained IR spectral data, it was concluded that the reaction of interaction of urea with α -alanine proceeds due to the amino group of urea and the carboxyl of the amino acid.

Key words: *urea, corrosion, glycine, biologically active substance, amphoter, reagent, component, absorption band, zwitterion, stretching vibration, viscosity, thermogram.*

В настоящее время продукты, полученные из мочевины широко применяются в различных целях. Например, используются как средство гидроизоляции. Ещё продукты полимочевины применяются в защите металлов от химической коррозии. В строительстве используется для сохранения металлических крыш от наружных и внутренних повреждений. Удобство получения полимочевины в том, что

15-Oktyabr, 2025-yil

первоначальным сырьевым продуктом является мочеви́на. В настоящее время в нашей республике в больших количествах производится мочеви́на.

Большинство синтезированных веществ, получаемых из глицина, являются биологически-активными веществами. Например, сам глицин в медицине применяется в качестве успокоительного средства для нервной системы.

Глицин содержит кислотный и основной центры и является амфотерным соединением. В кристаллическом состоянии он существует в виде внутренних солей (биполярных ионов), которая образуются в результате внутримолекулярного переноса протона от более слабого основного центра (COO) к более сильному основному центру (NH₂).

Исходя из вышесказанного, для нас представляет интерес исследование реакции взаимодействия мочевины с глицином. Первоначально было запланировано исследование реакции в среде растворителей при относительно низких температурах. Однако не удалось найти растворитель, в котором растворялись бы оба реагента. В связи с этим, реакции взаимодействия мочевины с глицином проводились в расплаве. Так как температура плавления мочевины ниже, чем у глицина, сначала расплавляли мочеви́ну, потом добавляли глицин. При этом образовывалось белое вещество.

Было изучено воздействие различных факторов на реакцию: отношение исходных реагентов и длительность процесса взаимодействия компонентов.

Результаты исследования влияния соотношения исходных реагентов на выход конечных продуктов реакции приведены на рис. 1.

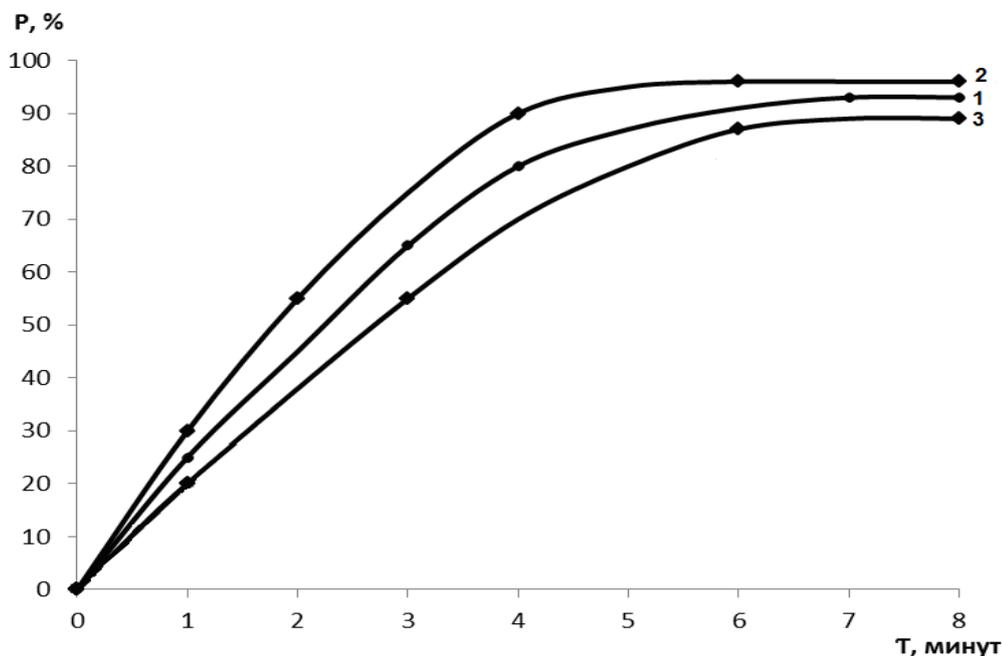


Рис. 1. Зависимость выхода конечных продуктов, полученных на основе мочевины с глицином в расплаве при соотношении реагентов: 1 -1:1; 2-1:2; 3-2:1.

Как видно из рисунка 1, в реакции взаимодействия мочевины с глицином при их различных соотношениях наибольший выход продукта достигается при соотношении

15-Oktyabr, 2025-yil

равном 1:2. При добавлении ацетона обнаружено, что вещество полностью не растворяется, а часть его остаётся не растворенной. Осадок (а) отфильтровывали, сушили при комнатной температуре, а раствор (б) кипятили для упаривания ацетона. При этом образуется вязкое вещество, которое сушили в вакуум-эксикаторе при комнатной температуре. Выход конечного вещества составляет 80-82 %.

Для определения структуры синтезированных соединений (а) и (б), на основе мочевины и глицина проведены ИК-спектральные исследования. Для сравнения были сняты и ИК-спектры исходных реагентов мочевины и глицина (рис. 2).

В ИК-спектрах мочевины появляются специфические полосы поглощения, связанные с колебаниями связей NH_2 и $\text{C}=\text{O}$, которые проявляются в области $3500\text{--}3300\text{ см}^{-1}$ и $1360\text{--}100\text{ см}^{-1}$ (рис. 7). Поглощение в области $3500\text{--}3300\text{ см}^{-1}$ обусловлено валентным колебанием связи NH_2 . Валентные колебания $\text{C}=\text{O}$ групп находятся в области 1720 см^{-1} (рис. 3).

Известно, что аминокислоты в расплаве и твердом состоянии находятся в цвиттер-ионной форме. В ИК-спектрах глицина наблюдается поглощение при 3210 см^{-1} , которое можно отнести к H_3N^+ - группе. Полоса поглощения типичное для COO -группы наблюдается при $1560\text{--}1621\text{ см}^{-1}$. Карбонильное поглощение $\text{C}=\text{O}$ группы при $1700\text{--}1730\text{ см}^{-1}$ (рис. 4).

В ИК-спектрах продукта (а) наблюдаются появление новой полосы при 3100 и 1100 см^{-1} , которая характерна валентным колебаниям --NH групп, а в области 1605 см^{-1} полосы характерной $\text{C}=\text{O}$ групп.

Сравнением ИК-спектров исходных веществ мочевины, глицина и их совместных продуктов (б) установлено, что в спектре продукта наблюдается исчезновение валентных колебаний H_3N^+ групп при 3210 см^{-1} и появление новой полосы при 3105 и 1127 см^{-1} , которая относится к валентным колебаниям --NH групп, наблюдается исчезновение полос COO - и появление новой полосы характерной $\text{C}=\text{O}$ группе при 1596 см^{-1} (рис. 3).

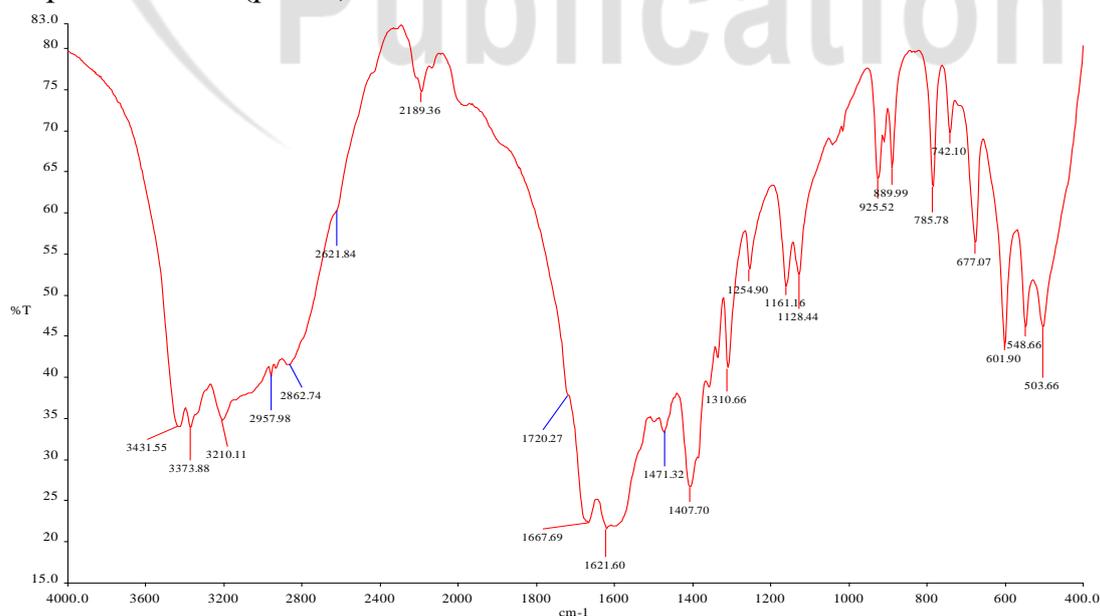


Рис. 3. ИК-спектр глицина.

15-Oktyabr, 2025-yil

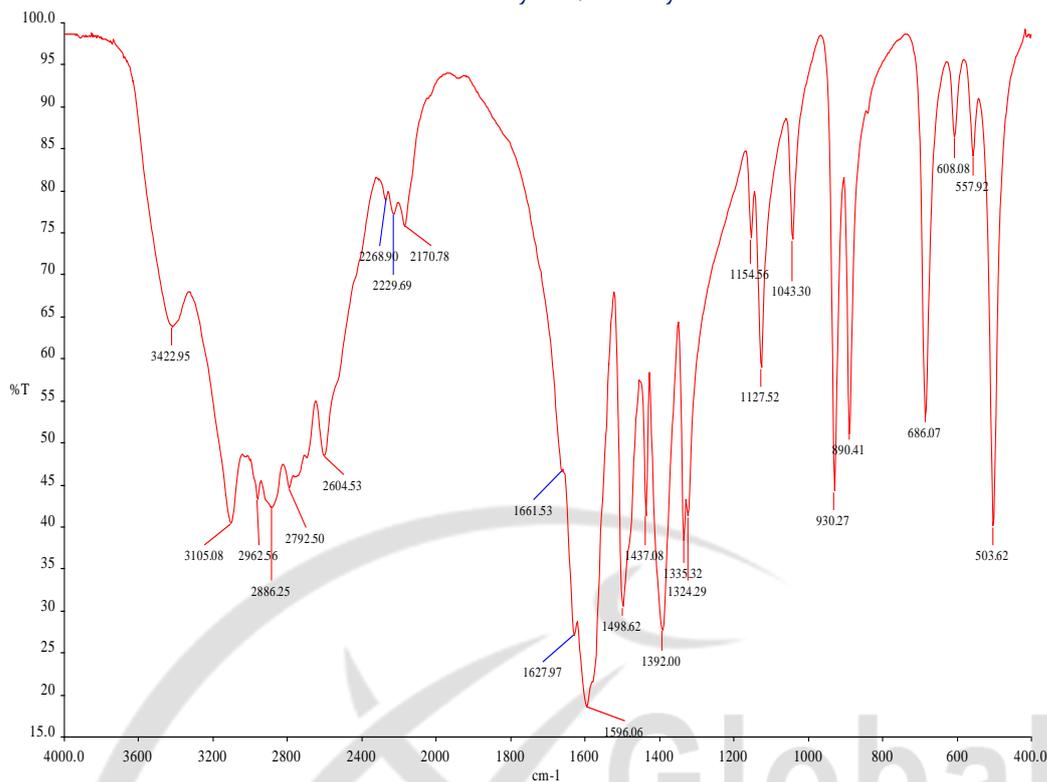
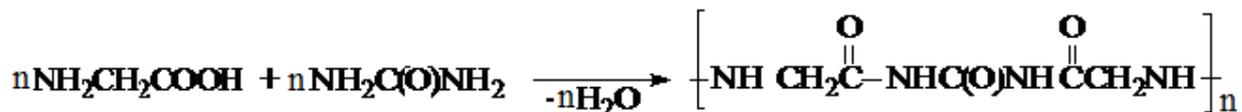


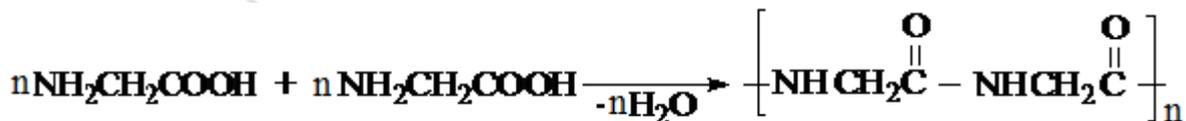
Рис. 4. ИК-спектр синтезированного вещества на основе мочевины и глицина (б).

Полученные данные экспериментальных и ИК-спектральных исследований дают возможность констатировать, что при взаимодействии мочевины с глицином в расплаве протекают две реакции:

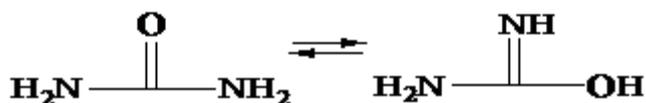
1. Первичные реакции, при взаимодействии мочевины с глицином можно выразить следующим образом:



2. Вторичные реакции:

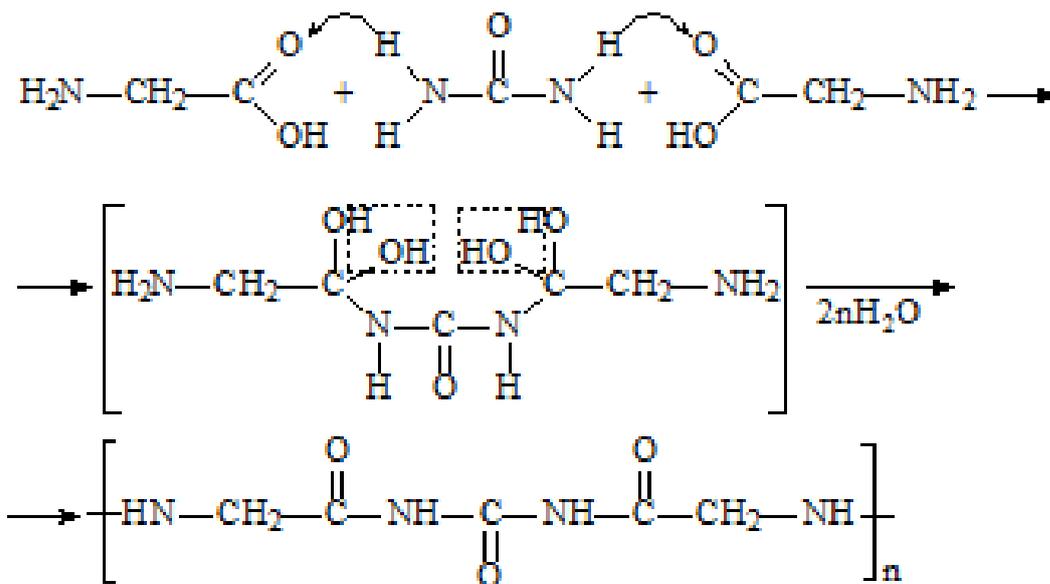


Механизм первичной реакции можно представить следующим образом: известно, что водород аминогруппы мочевины является подвижным:



В связи с этим подвижный водород присоединяется к карбонильной группе карбоксила глицина следующим образом (при соотношении мочевины:глицин=1:2):

15-Oktyabr, 2025-yil



Изучены физико-химические свойства синтезированных олигомерных продуктов: вязкостные характеристики, растворимость (табл.1).

Таблица 1.

Свойства олигомеров полученных на основе мочевины и глицина

Соотноше ние реагентов, мочевина: глицин	Вре мя, мин ут	η пр, дл/г в H ₂ O	Растворители					
			вода	ацето н	спир т	бензо л	ДМФ	диок сан
1:1	5	0,035	-	-	+	+	+	-
1:2	10	0,063	-	-	-	-	-	-
2:1	3	0,048	-	*	*	+	-	+
3:2	3	0,044	-	*	-	-	-	+
2:2	5	0,036	-	*	-	-	-	+
1:1	10	0,041	-	*	*	+	+	+

+ хорошо растворяется при комнатной температуре;

+* при нагревании хорошо растворяется;

— плохо растворяется.

15-Oktyabr, 2025-yil

Из полученных экспериментальных данных таблица 8 видно, что соотношения исходных реагентов влияют на вязкостные свойства синтезированных олигомеров. Так, с увеличением количества глицина приведенная вязкость повышается почти в два раза. Видно, что продолжительность реакции незначительно влияет на приведенную вязкость, с увеличением продолжительности реакции с 5 до 10 минут приведенная вязкость увеличилась с 0,035 на 0,041 дл/г.

Для определения термогравиметрических параметров синтезированных олигомерных продуктов на основе мочевины с глицином проведены термоаналитические исследования (рис. 5). При этом снимали дериватограмму и самого глицина (рис. 5).

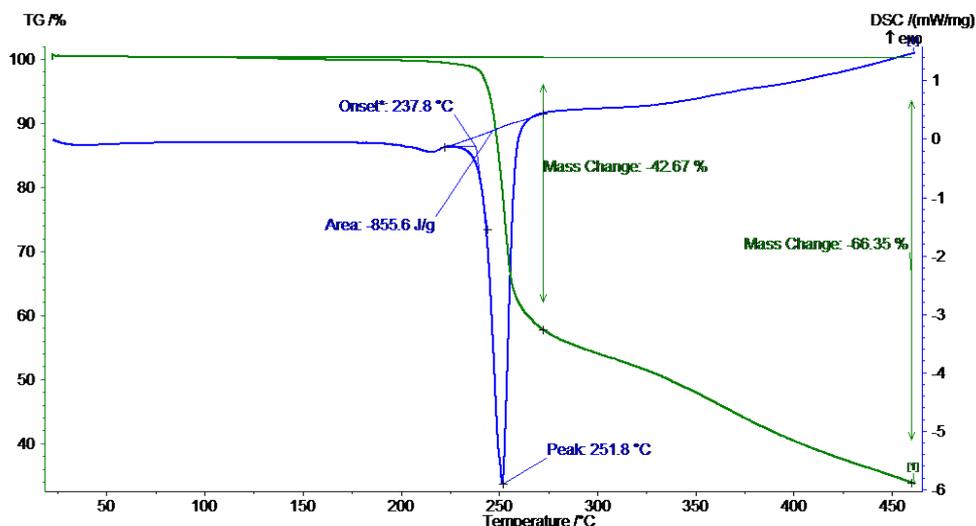
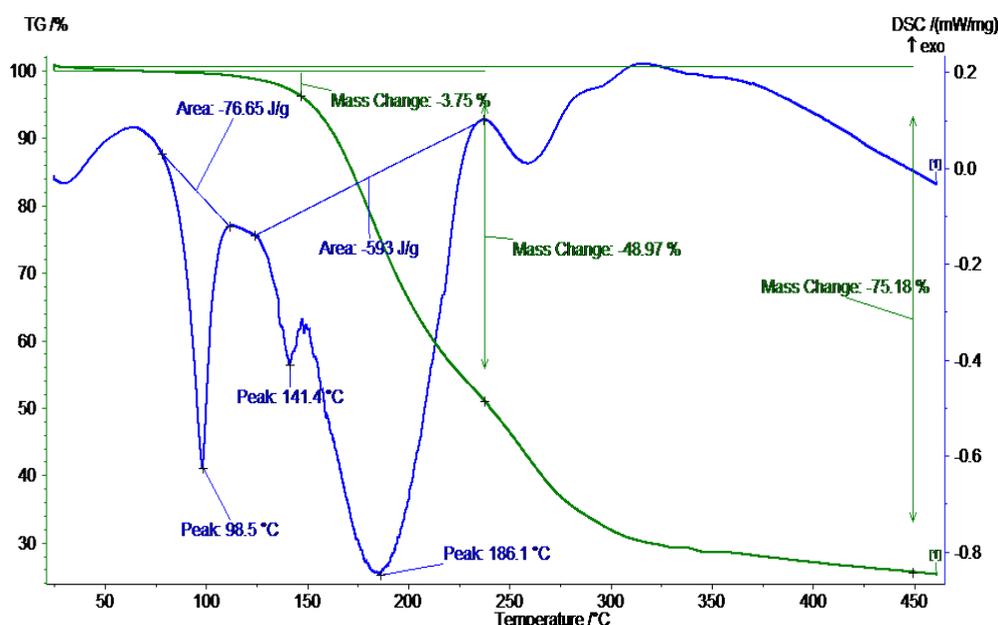


Рис. 5. Термогравиметрическая диаграмма глицина.

Далее снимали дериватограмму образца олигомера на основе мочевины с глицином № 3 (рис. 6).



15-Oktyabr, 2025-yil

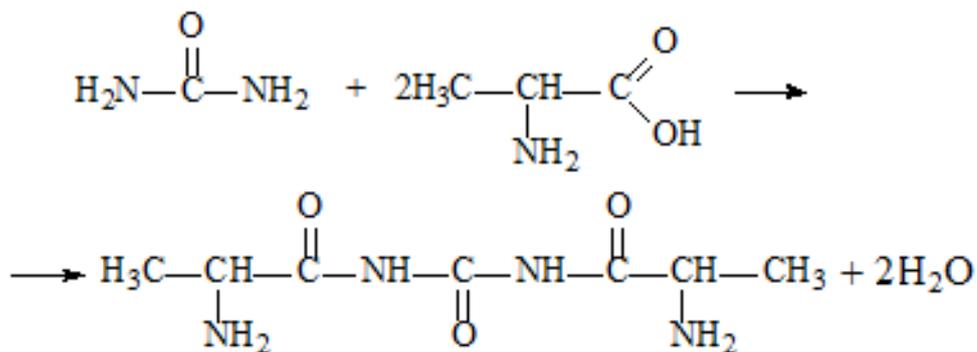
Рис. 6. Термогравиметрическая диаграмма образца олигомера на основе мочевины с глицином № 3.

Из термограммы ТГ-ДСК видно, что наблюдается один эндотермический пик при 251°C (рис. 6). При этом, образец не претерпевает никаких изменений до 237,8 °С, после чего начинается процесс плавления, совмещенный с процессом разложения и возгонки (на ДСК-кривой виден эндотермический пик $T_{\max}=251,8^{\circ}\text{C}$), поглощаемая энергия вместе с энергией активации составляет -855,6 Дж/г.

Навеску исследуемого вещества в количестве 4 мг исследовали в температурном диапазоне 20-450°C (рис. 6). Наблюдается три эндотермических пиков при 98, 141 и 186°C, соответственно. Из термограммы ТГ-ДСК видно, что образец не претерпевает никаких изменений до 75°C, после чего начинается процесс плавления, совмещенный с процессом разложения и возгонки (на ДСК-кривой виден эндотермический пик $T_{\max}=76,65^{\circ}\text{C}$), поглощаемая энергия вместе с энергией активации составляет -593 Дж/г.

Процесс разложения олигомера происходит в довольно широком температурном диапазоне 100-260°C с выделением летучих веществ (NH_3 , CO_2 , H_2O). Данному процессу соответствует потеря массы 75,18%. Оставшиеся 10,0% массы исходной навески в температурном интервале 250-350°C подвергаются дальнейшему разложению. В результате, суммарная потеря массы исходной навески составляет 95,20%.

Также нами изучен процесс взаимодействия мочевины с α -аланином. Реакцию можно описать следующим образом:



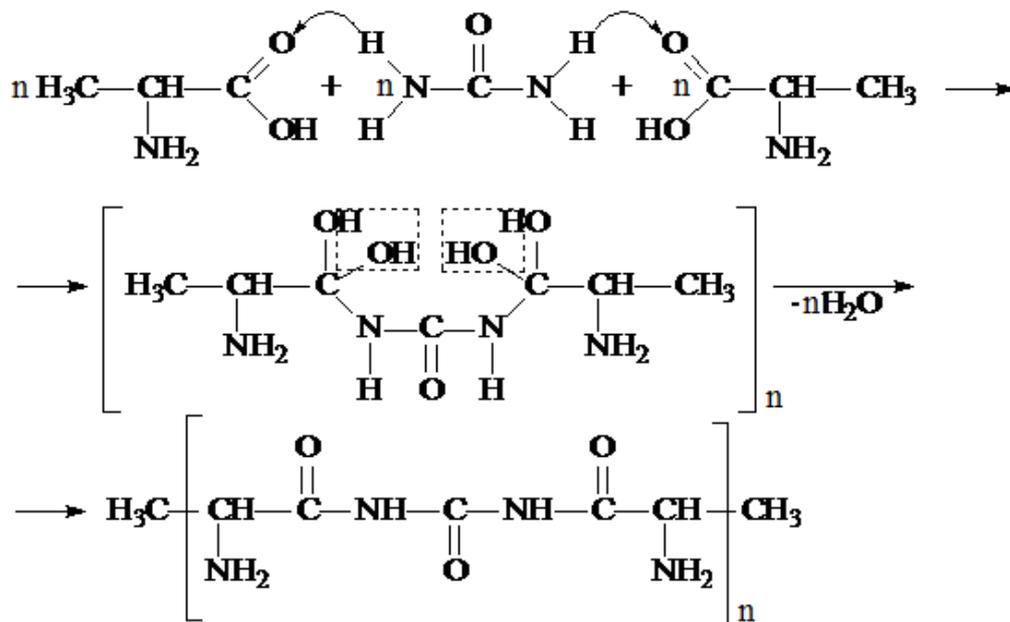
Изучены ИК-спектры α -аланина и продукта его взаимодействия с мочевиной. В ИК-спектрах α -аланина в области 1200-1300 cm^{-1} наблюдаются валентные колебания С-О группы, асимметричные и симметричные валентные колебания метильных групп при 3200-2800 cm^{-1} . Валентные колебания метиленовых групп проявляются при 1470-1420 cm^{-1} , поглощение симметричных колебаний H_3N^+ групп наблюдается при 2800-2000 cm^{-1} , а их асимметричные деформационные колебания в области 1640-1535 cm^{-1} .

В ИК-спектрах продукта взаимодействия мочевины с α -аланином наблюдается появление спектров поглощения аминогрупп в областях 3600-3200 cm^{-1} , валентные колебания карбонильных групп при 1709 cm^{-1} , NH групп при 3500-3100 cm^{-1} . На основании полученных данных можно предположить, что реакция взаимодействия

15-Oktyabr, 2025-yil

мочевины с α-аланином протекает за счет аминогруппы мочевины и карбоксила аминокислоты.

Механизм реакции взаимодействия мочевины с α-аланином можно описать следующим образом:



Таким образом, исследована реакция взаимодействия мочевины с глицином в расплаве и установлено, что в процессе образуется олигомер, структура которого установлена данными ИК-спектрального анализа. Было изучено взаимодействие различных факторов на скорость реакции и выход конечного продукта: соотношение исходных реагентов и продолжительности процесса.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Загидуллин Р.Н., Абдрахманов И.Б., Мустафин А.Г., Загидуллина С. К., Загидуллина Р.Р. Способ получения производных этиленмочевины и этилентиомочевины. Патент РФ № 2471775, 2013.
2. Е.А. Шитикова, Т.П. Дьячкова. Влияние мочевины и тиомочевины на коррозию углеродистой стали в кислых хлоридных средах. Вестник ТГУ им. Г.Р. Державина. – 2006. – № 3 (5). – Т.8. – С.209-216.
3. Ибатаев Ж.А. Синтез, строение и биологическая активность новых гетероциклических соединений на основе тиомочевины и ее производных. Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд.хим.наук. Караганда, 2010. –18 с.
4. Томчин А.Б. Производные тиомочевины и тиосемикарбазида. Синтез гутимина и амтизола //Химико-фармацевтический журнал, 1998. –№ 10. – С.38-44.
5. С.С.Калиева, А.А.Бакибаев, А.К.Ташенов, О.С.Любимова. Синтез новых азотсодержащих соединений на основе бетулина и мочевины //XVI Международная научно-практическая конференция имени профессора Л.П.Кулёва студентов и

15-Oktyabr, 2025-yil

молодых ученых Химия и химическая технология в XXI веке. Томск 26-29 Мая 2014.
Том II. –С.136-140.

6. Денисов А.К., Дедов А.С., Мачехин Г.Н., Захаров В.Ю., Масляков А.И., Абрамов О.Б., Боровнева Н.И., Голубев А.Н., Татауров В.Л. Способ получения кристаллического продукта из трихлоруксусной кислоты и карбамида. Патент РФ № 2148575, 2000.

7. Воронков М.Г., Власова Н.Н., Григорьева О.Ю., Белоусова Л.И., Власов А.В. Ацилиодиды в органическом синтезе. Взаимодействие ацетилиодида с карбамидом, тиокарбамидом и их N,N'-производными // ЖОрХ. – 2009. – Т. 45, вып. 4. – С. 501-505.

8. Хименес Майорга Хуан Мигель, Бачтана Хорди, Онтория Хесус Мария, Наварро Ромеро Элойса. Производные мочевины, способы их получения и фармацевтическая композиция на их основе. Патент РФ № 2296120, 2007.

