

трубу пиролизный газ сжимается с помощью компрессора под давлением $P_c = 0,8$ МПа.

Общий расход сжатого газа принят $V=8100$ м³/ч или $G = 20250$ кг/ч, при общей холодопроизводительности вихревого устройства $Q = 137700$ ккал/ч.

С учетом исходных данных получены следующие конструктивные размеры вихревой трубы: длина — 8200 мм, диаметр диафрагмы — 302 мм, проходное сечение круглого сопла — 5500 мм², внутренний диаметр трубы — 450 мм. Критическая скорость потока для данной конструкции составляет $a_x = 600$ м/с.

Анализ результатов теоретических исследований указывает на возможности практического использования «закалки» газов отходящих из реактора высокотемпературного пиролиза.

Таким образом, в результате обезвреживания твердых бытовых отходов, по предложенному способу, получается экологически чистый энергетический газ, повышается коэффициент полезного действия процесса утилизации отходов, а также нейтрализуется вероятность повторного синтеза диоксиноподобных соединений.

Литература

1. **Горда В.И.** Термомодуль ВТЕП для утилизации ТБО в черте города // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конференции. г.Донецк, г. Авдеевка, 01-04 июня 2004 г. — Донецк, ДонНТУ. — С. 207–211.
2. **Лулева О.В., Горда В.И., Матлак Е.С.** Основы практической теории предотвращения образования токсичных продуктов при термической утилизации твердых бытовых отходов // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія, 2005. — № 95. — С. 117–123.
3. **Горда В.И.** Патент № 35979А, Украина, на изобретение. Способ утилизации бытовых отходов., заявлен 16.06.99г., опубликован 16.04.2001г., бюл. №3, 2001.
4. **Юфит С.С.** Мусоросжигательные заводы — помойка на небе. Промышленные полигоны — конец мусорному кризису. Лекции. — Н.Новгород: Изд-во НГМА, 1999. — 85 с.
5. **Меркулов А.П.** Вихревой эффект и его применение в технике. — М.: Машиностроение, 1969. — 183 с.
6. **Лулева О.В., Костенко В.К., Горда В.И., Матлак Е.С., Приходько С.Ю.** Патент № 13629, Украина, Способ утилизации отходов, заявлен 26.09.2005г., опубликован 17.04.2006г., бюл. №4.
7. **Мартынов А.В., Бродянский В.М.** Что такое вихревая труба? — М.: Энергия, 1976. — 152 с.
8. **Парфенюк А.С., Антонюк С.И., Топоров А.А.** Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов // Экотехнологии и ресурсосбережение, 2002. — № 6 — С. 40–44.

О Лулева О.В., Матлак Е.С., Костенко В.К., 2006

УДК 541.64:547.495.9

Янова К.В., Кутянина В.С., Рогатова Т.В., Герасименко В.А. (Украинский государственный химико-технологический университет)

ИЗУЧЕНИЕ СИНТЕЗА ПОЛИАЛКИЛЕНАМИНОГУАНИДИНОВ

Разработаны оптимальные условия синтеза полиалкиленаминогуанидинов путем поликонденсации аминов общей формулы $H_2N[-(CH_2)_2-NH]_m-H$, где $m=1, 4$ и гуанидингидрохлорида в расплаве. Показано, что продолжительность поликонденсации не зависит от числа m , а с его ростом оптимальная температура процесса повышается.

Одним из перспективных направлений полимерной химии является синтез и изучение свойств катионных полиэлектролитов (ПЭ). Благодаря уникальности и своеобразию свойств, они находят широкое применение в технике, в качестве вспомогательных веществ, улучшающих свойства различных материалов или ускоряющих технологические процессы производства [1,2].

Наиболее известными катионными ПЭ являются поличетвертичные аммониевые соли (ионены), которые содержат в основной цепи кватернизованный атом азота [2]. Среди алифатических катионных ПЭ наиболее известны полиэтиленимин и его производные [3–5], а также полигексаметиленгуанидин [6–8], содержащие в основной цепи макромолекул соответственно amino- и гуанидиновые группы.

Нами были получены новые катионные ПЭ одновременно с amino- и гуанидиновыми группами в основной цепи — алифатические полиалкиленаминогуанидины (ПАГ) путем поликонденсации аминов общей формулы $\text{H}_2\text{N}[-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}]_m-\text{H}$, где $m=1\div 4$ и гидрохлорида гуанидина (ГХ) в расплаве [9,10]. Было исследовано влияние исходного состава мономерной смеси (χ), и показано, что, независимо от типа применяемого амина, достижение максимальных значений приведенной вязкости ($\eta_{\text{прив}}$) полимера наблюдается при эквимольных соотношениях реагирующих исходных мономеров ($\chi=1$) [10], что соответствует правилу эквивалентности функциональных групп [11].

Для оптимизации синтеза ПАГ-гидрохлоридов представляет интерес изучение влияния технологических параметров (температуры и продолжительности) на процесс поликонденсации ГХ с указанными выше аминами (этилендиамином (ЭДА), диэтилентриамином (ДЭТА), триэтилтетраамином (ТЭТА) и тетраэтиленпентамином (ТЭПА)).

Представленные результаты эксперимента (рис. 1) показывают, что при $\chi=1$ для всех изучаемых полимеров с ростом температуры синтеза наблюдается увеличение значений $\eta_{\text{прив}}$ до достижения максимальных значений.

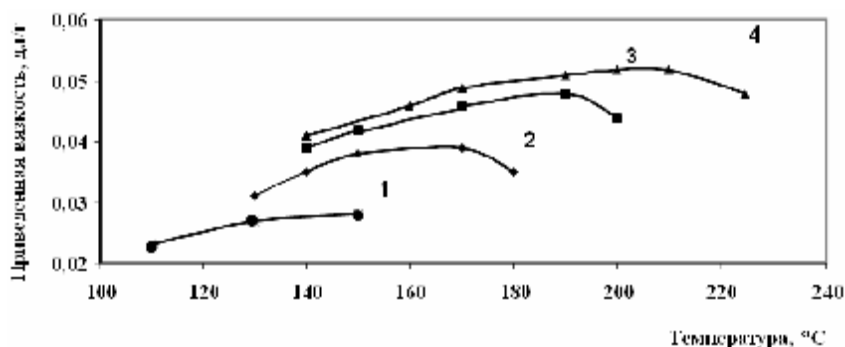


Рис. 1. Изменение значений приведенной вязкости в зависимости от температуры проведения поликонденсации ГХ и ЭДА (1), ДЭТА (2), ТЭТА (3) и ТЭПА (4) в расплаве.

Причем, с ростом числа m , т.е. при переходе от ЭДА к ТЭПА, достижение максимальных величин приведенной вязкости требует проведения процесса синтеза при более высокой температуре. Так, оптимальными температурами поликонденсации ГХ с ЭДА, ДЭТА, ТЭТА и ТЭПА являются соответственно значения 130, 150, 170 и 200 °C. Превышение оптимальной температуры процесса приводит к снижению значения $\eta_{\text{прив}}$, что можно объяснить началом

деструкции полимеров, подтверждаемой результатами термогравиметрического анализа (ТГА).

Данные исследования осуществляли на дериватографе Q-1500Д системы Ф.Паулик, Й.Паулик и Л.Эрдей фирмы MOM (Венгрия). Испытания проводили в специальных керамических тиглях на воздухе в интервале температур 298–873°K; скорость подъема температуры — 10 град/мин, в качестве эталонного вещества использовали Al_2O_3 , навеска вещества — 200 мг. Определялись температуры начала потери массы (T_0), 10%-ной (T_{10}), 20%-ной (T_{20}) и 30%-ной потери массы (T_{30}) соответственно [12].

Результаты ТГА, представленные в таблице 1, показали, что ПАГ-гидрохлориды являются достаточно термостабильными продуктами — значительная потеря массы наблюдается при температуре 370–390°С. Начало потери массы ПАГ находится в пределах 180–225°С, причем T_0 увеличивается с ростом числа m , что коррелирует с оптимальными температурами синтеза полимеров.

Таблица 1. Термостойкость исследуемых ПАГ-гидрохлоридов

Синтезированные ПАГ-гидрохлориды с m :	T_0 , °С	T_{10} , °С	T_{20} , °С	T_{30} , °С
2	180	340	360	390
3	200	330	350	380
4	225	330	350	370

За ходом процесса поликонденсации аминов с ГГХ следили по количеству аммиака, выделяющегося в процессе синтеза, проводимого при оптимальных температурах, выбранных для каждого ПАГ-гидрохлорида. Выделение NH_3 , свидетельствующее о начале реакции, начинается при температуре 70–75°С и не зависит от типа применяемого амина.

Представленный рис.2 наглядно иллюстрирует, что в результате реакции выделяется близкое к теоретическому количество аммиака, которое подтверждает направление процесса в сторону образования целевого продукта.

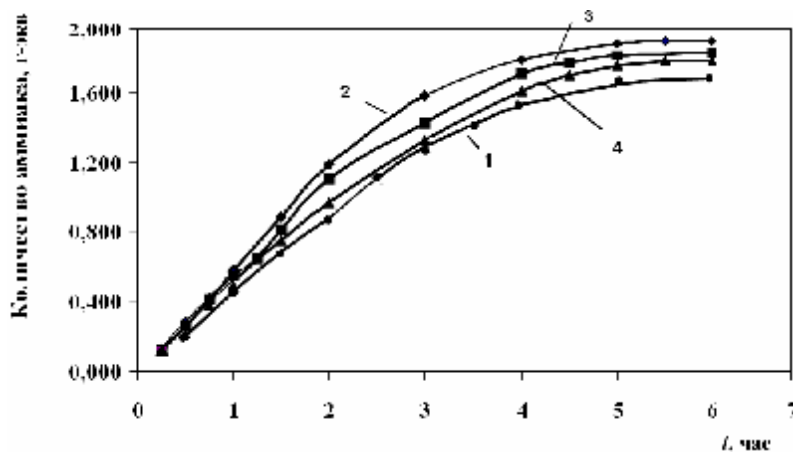


Рис.2. Количество выделяющегося аммиака в процессе проведения поликонденсации ГГХ и ЭДА (1), ДЭТА (2), ТЭТА (3) и ТЭПА (4) в расплаве.

Наибольшее количество NH_3 выделяется в первые 4–4,5 часа проведения процесса поликонденсации при оптимальной температуре, независимо от типа используемого амина.

Из рис. 3 видно, что за первые 4–4,5 часа синтеза при оптимальных температурах наблюдается максимальное увеличение значений $\eta_{\text{прив}}$, что коррелирует с данными по количеству выделяющегося аммиака. После этого нарастание вязкости замедляется, что можно объяснить диффузным торможением процесса, вызванным малой подвижностью макромолекул в вязкой среде.

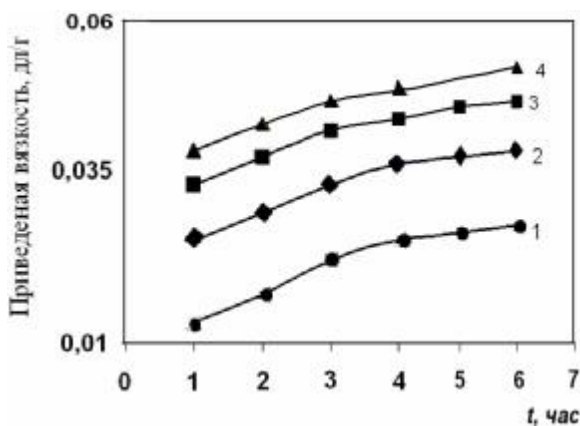


Рис.3. Нарастание приведенной вязкости 5%-ных водных растворов ПАГ-гидрохлоридов, синтезированных поликонденсацией ГХ и ЭДА (1), ДЭТА (2), ТЭТА (3) и ТЭПА (4) в оптимальных условиях в расплаве.

Приведенные данные (рис.3) свидетельствуют о том, что достижение максимальных значений $\eta_{\text{прив}}$ требует 5,5–6ч проведения процесса в расплаве независимо от типа применяемого амина. Полученные в оптимальных условиях ПАГ-гидрохлориды имели молекулярную массу в пределах 8000÷10000 и характеризовались высокой степенью чистоты. Так, остаточное содержание исходных мономеров (аминов) с точностью до 0,05%, определяемое методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ), в исследуемых полимерах не обнаружено. Для анализа использовали хроматограф «Цвет-100», ЛХМ-80, модифицированный для анализа высококипящих соединений [13].

В ИК-спектрах синтезированных нами полимеров и, исследованных на спектрофотометре SPECORD-75IR в области 500–4000 см^{-1} присутствуют характеристические полосы поглощения в области 2950 см^{-1} и 1460 см^{-1} , характерные для валентных и деформационных колебаний метиленовых группировок, характеристические полосы в областях 1570 см^{-1} и 1650 см^{-1} , характерные для деформационных и валентных колебаний (N-H) и (C=N) иминогрупп гуанидина, а также полоса в области 1290 см^{-1} , характерная для валентных колебаний $-\text{CH}_2\text{NH}-$ [14]. В области 3100–3400 см^{-1} присутствует широкая полоса, вызванная наложением характеристических полос иминогруппы (в области 3200–3240 см^{-1}) и характерной для полимеров полосы межмолекулярной водородной связи (в области 3200–3400 см^{-1}). Отсутствие полос поглощения в области 1030–1200 см^{-1} , характерных для C-N третичного атома азота, свидетельствуют о получении полимеров линейного строения.

Результаты спектрофотометрического анализа по изменению окраски эозина-Н [15], обнаружили высокое содержание основного вещества (до 99–99,7%).

Синтезированные ПЭ могут быть использованы в традиционных для этого класса полимеров отраслях техники.

Литература

1. **Зезин А.Б.** Полиэлектролиты. Химическая энциклопедия в 5-ти томах. М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 4. — С. 43.
2. **Зезин А.Б.** Полиэлектролиты // Энциклопедия полимеров в 3-х томах. М.: Советская энциклопедия, 1972. — Т. 3. — С. 90.
3. **Гембицкий П.А.** Полиэтиленимин // Химическая энциклопедия в 5-ти томах. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 4. — С. 85.

4. Гембицкий П.А., Жук Д.С., Каргин В.А. Полиэтиленимин. — М.: Наука, 1971. — 203 с.
5. Об областях применения полиэтиленимина / Жук Д.С., Гембицкий П.А., Чмарин А.И. и др. // Исследование в области химии полиэтиленимина и его применение в промышленности. — М.: НИО ИНХС АН СССР, 1977. — С. 9.
6. Гембицкий П.А., Воинцева И.И. Полимерный биоцидный препарат полигексаметиленгуанидин. — Запорожье: Полиграфист, 1998. — 42 с.
7. Получение полигексаметиленгуанидинов / Сафонов Г.А., Гембицкий П.А., Родионов А.В. и др. // Хим. Промышленность, 1989. — № 12. — С. 23–25.
8. Синтез метацида / Гембицкий П.А., Бокша Л.Ф., Болденков Г.Ф. и др. // Хим. Промышленность, 1984. — № 2. — С. 18–19.
9. Янова К.В., Кутянина В.С., Соловьев В.М. Синтез новых олигомерных алкиленгуанидинов // Вопр. химии и хим. Технологии, 2000. — № 4. — С. 72–74.
10. Пат. 34325 А України, МКИ 6 C07C279/02, C07C279/00. Спосіб одержання солей поліаміногуанідинів / Кутяніна В.С., Соловійов В.М., Янова К.В. (Україна). — № 99063596; Заявл. 25.06.1999; Опубл. 15.02.2001, Бюл. №1.
11. Соколов Л.Б. Основы синтеза полимеров методом поликонденсации. — М.: Химия, 1979. — 263 с.
12. Уэндландт У. Термические методы анализа. — М.: Мир, 1978. — 526 с.
13. Андерсон А.А. Газовая хроматография аминсоединений. — Рига: Зинатне, 1982. — 287 с.
14. Казицына Л.А. Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. — М.: Высшая школа, 1971. — 265 с.
15. Методика выполнения измерения содержания ПГМГ в воде фотометрическим методом. МосводоканалНИИпроект, 1994. — МВИ-01-94.

О Янова К.В., Кутянина В.С., Рогатова Т.В., Герасименко В.А., 2006

УДК 666.924

Посторонко А.И. (Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Славянск)

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА КАРБОНИЗАЦИИ ИЗВЕСТКОВОГО МОЛОКА

Предложен центробежный насос-мешалка со струнными элементами для интенсификации карбонизации известкового молока в производстве химически осажденного мела. Показана высокая эффективность предложенного устройства.

Химически осажденный мел находит широкое применение в промышленности в качестве светлого наполнителя, качество которого определяется дисперсностью частиц.

Разработке технологии производства высокодисперсного карбоната кальция посвящено ряд работ [1–3].

Карбонизация суспензии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (известкового молока) является основной стадией процесса получения химически осажденного мела, определяющей как технико-экономические показатели процесса, так и качество продукта.

В производственной практике карбонизация известкового молока осуществляется в аппаратах периодического действия, производительность которых составляет около 3 т мела в сутки, что обуславливается малой скоростью данного процесса. Длительность карбонизации зависит от качества известкового молока. Увеличение производства мела при существующей