

Гурина Г.И. канд. хим. наук, доцент, зав. каф. химии,
gigurina@ukr.net (Харьковский национальный технический университет
городского хозяйства имени А.Н. Бекетова)

Дружинин Е.И. канд. техн. наук, доцент,
druzhinin_e_i@ukr.net (Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»)

ВОПРОСЫ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ АЛКИДНЫХ И УРАЛКИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Пути интенсификации, ресурсо- и энергосбережения в процессах производства алкидных и уралкидных смол являются оптимизация и корректировка рецептур или состава смол, а также сокращение времени процессов переэтерификации и поликонденсации при синтезе смол.

Наиболее эффективным путем повышения интенсивности процесса синтеза смол является сокращение времени нагрева реактора от температуры окружающей среды до температуры синтеза на стадии переэтерификации, а именно до 240-260°C. Для этого целесообразно использовать пожаробезопасную систему обогрева реактора, например, с керамическими элементами [1].

С целью выяснения возможностей корректировки состава смол в результате расчета и варьирования избытка гидроксильных групп N (%), степени завершенности реакции $P_{кр}$ (%) и кислотного числа в момент желатинизации G (мгКОН/г) проведен анализ рецептур алкидных смол.

Показано, что предварительный теоретический анализ рецептур алкидных смол служит условием безопасного и одновременно экономически целесообразного проведения процесса синтеза смол при уменьшении величины избытка гидроксильных групп и снижении жирности смолы, что является одним из путей сокращения длительности процесса синтеза алкидных смол.

Выполнен сравнительный анализ известных методов расчета кислотного числа в момент желатинизации, которые позволяют рассчитать теоретическое кислотное число при гелеобразовании по отдельным формулам для глифталей и для пентафталей [2] и предложен метод расчета кислотного числа в момент желатинизации G для использования при расчетах с полиолами различной функциональности по формуле:

$$G = \frac{56100(A_2 - B)}{W + 9 \cdot B - \left[9(A_1 + A_2)^2 + 4,5 \cdot A_1 \cdot A_2 \right] / (0,5 \cdot A_1 + A_2)}, \quad (1)$$

где B – число эквивалентов многоатомного спирта;
 A_1 – число эквивалентов одноосновной кислоты;
 A_2 – число эквивалентов двухатомной кислоты;
 M_B – молекулярная масса многоатомного спирта;
 M_{A1} – молекулярная масса одноатомной кислоты;
 M_{A2} – молекулярная масса двухатомной кислоты;
 M_m – молекулярная масса масла,

$$W = B_1 \cdot M_{B_1} + B_2 \cdot M_{B_2} + A_1 \cdot M_{A_1} + A_2 \cdot M_{A_2}, \quad B = B_1 + B_2,$$

$$B_1 = W / M, \quad B_2 = W_B / M_B, \quad A_1 = 3W_m / M_m + W_K / M_K, \quad A_2 = W_A / M_A,$$

$$M_m = 880, \quad M_B = 92, \quad M_B = 136, \quad M_A = 280, \quad M_A = 148, \quad M_K = 300.$$

Полученная формула была использована для расчета кислотного числа в момент желатинизации при анализе рецептур наиболее многотоннажных алкидных лаков. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Таблица 1. – Значения кислотных чисел в момент желатинизации, рассчитанные по формуле (1) для различных марок алкидных лаков

Марка лака	ГФ-01	ПФ-060	ПФ-053	ПФ-020	ГФ-091	ГФ-117	ГФ-046
G, мг КОН/г	-14,37	-2,20	-6,24	-9,94	-6,05	-6,80	-14,85
Марка лака	ГФ-091	ПФ-170	ПФ-283	ПФ-171	ГФ-091	Смола 188	Смола 135
G, мг КОН/г	-6,05	-4,10	-12,51	-9,94	-13,38	-11,62	-28,20

Отрицательные величины теоретически рассчитанных кислотных чисел в момент желатинизации свидетельствуют о возможности проведения процесса до к.ч. = 10–20 мг КОН/г по требованиям нормативно-технической документации для большинства алкидных лаков без опасности желатинизации в реакторе. Так как при снижении жирности смолы даже при зафиксированном избытке гидроксильных групп N критическая степень завершенности реакции $P_{кр}$ снижается, а теоретическое кислотное число в момент желатинизации увеличивается (рис. 1), то это определяет обязательную необходимость проведения технологической пробы перед синтезом в реакторе для практического подтверждения возможности использования оптимизированной рецептуры.

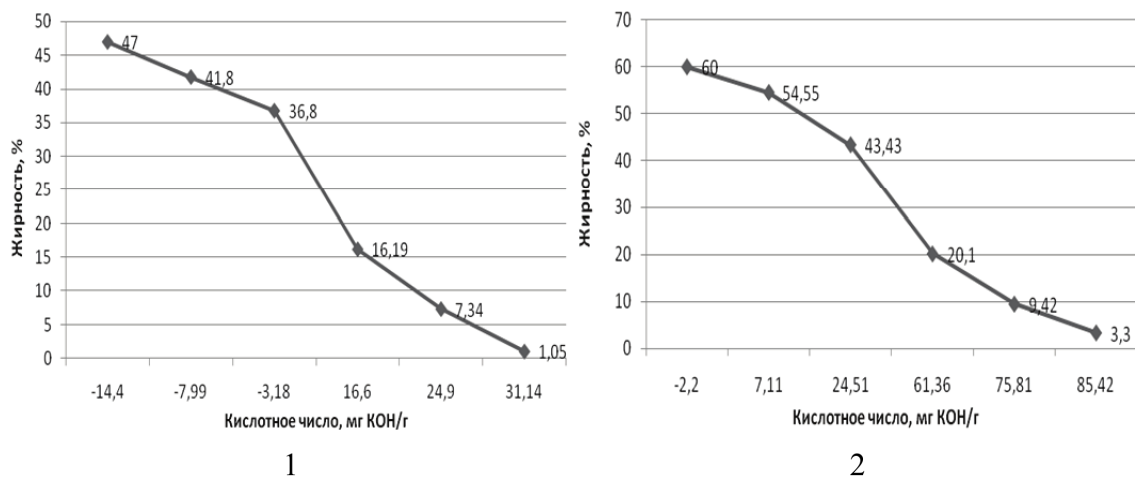


Рис. 1. – Зависимости кислотных чисел в момент желатинизации, рассчитанных по формуле (1), от жирности основы лаков. 1 – для лака ГФ-01; 2 – для лака ПФ-060.

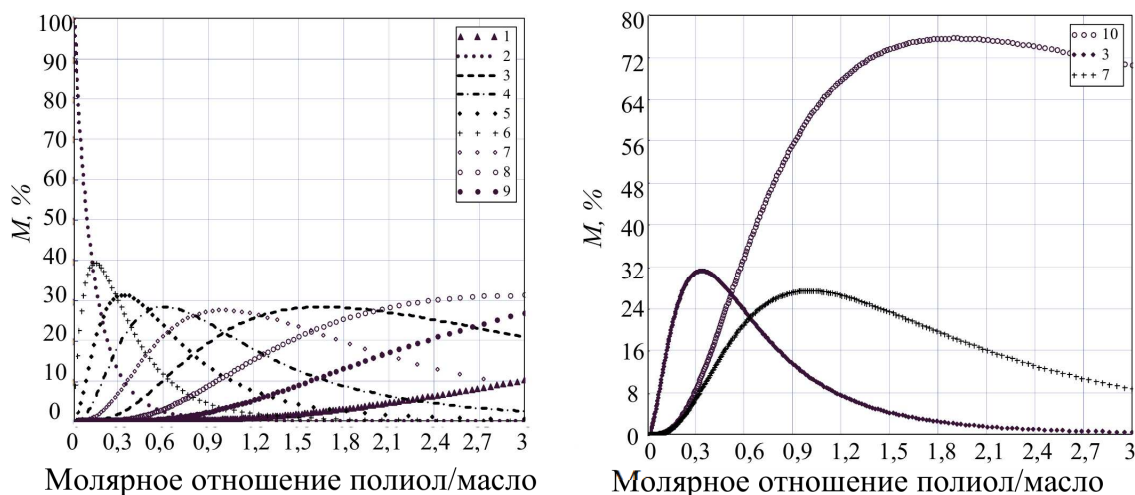


Рис. 2 – Зависимость состава продуктов алкоголиза масла пентаэритритом (М,%) в состоянии равновесия от исходного отношения пентаэритрита к маслу. 1 – пентаэритрит; 2 – триглицерид; 3 – моноглицерид; 4 – диглицерид; 5 – трипентаэритрид; 6 – тетрапентаэритрид; 7 – дипентаэритрид; 8 – монопентаэритрид; 9 – глицерин; 10 – суммарная доля би- и трифункциональных эфиров.

Еще одной возможностью управления синтезом алкидных смол является оптимизация мольного соотношения полиол: масло в рецептурах лаков. В качестве математической модели, описывающей соотношение между девятью продуктами алкоголиза при участии масла и пентаэритрита для различного мольного отношения полиол : масло, был использован бинот Ньютона восьмой степени. На примере анализа рецептуры лака ПФ-053 показано, что оптимальными соотношениями

полиол/масло являются величины 1,55–1.80, которые соответствуют области максимума интегральной кривой выхода би- и трифункциональных продуктов реакции переэтерификации в зависимости от соотношения полиол/масло (рис. 2). Таким образом, для обеспечения эффективного протекания последующей реакции поликонденсации в анализируемых рецептурах необходимо выбирать оптимальные соотношения исходных компонентов для реакции переэтерификации.

Одним из путей ресурсосбережения при синтезе поликонденсационных смол является использование отходов производства в качестве сырьевых компонентов. Показана возможность и рассчитаны рецептуры алкидных и шести уралкидных лаков с различной жирностью с использованием в рецептурах более 25% вторичного полиэтилентерефталата как на стадии переэтерификации, так и поликонденсации. Синтезированы смолы и определены физико-механические и защитные свойства покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Товажнянский Л. Л., Ведь В. Е, Гурина Г. И. Энергоэффективная организация электронагрева реакторов в производстве лаков и красок. Журнал Академии Наук республики Молдова. Институт энергетики, 2014, 2 (25), с. 98–104
2. Патон Т. К. Технология алкидных смол, М: «Химия», 1970, с. 127