

УДК 661.635.64

М.И.Кузьменков, канд. техн. наук,
А.С.Семенова (БТИ)

НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ПОЛИФОСФАТА НАТРИЯ

Ранее было показано, что одним из условий повышения эффективности использования стеклообразного полифосфата натрия $\text{Na}_n\text{H}_2\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ является применение его с определенными молекулярно-массовыми характеристиками [1]. Так, введение полифосфата натрия со средней степенью полимеризации \bar{n} , равной 21-24, в качестве связки в горкрет-массу с магнезитовым наполнителем позволило достичь предела ее прочности при сжатии на уровне 210-220 кГс/см². Незначительное отклонение вели-

чины n от оптимальной области вызывает резкое снижение прочности до 145–150 кгс/см² [2]. Аналогичная картина наличия оптимальной степени полимеризации (20–30) полифосфата натрия наблюдается и при использовании его в качестве упрочняющей добавки в гранулированном карбамиде и при флотации сильвинита, где $\text{Na}_n\text{H}_2\text{P}_n\text{O}_{3n+1}$ является эффективным депрессором взамен части $\text{Na} - \text{KMЦ}$.

Все это обуславливает необходимость производства полифосфата натрия с заданной степенью полимеризации для каждого конкретного потребителя.

Удобной формой для оперативного определения условий, обеспечивающих получение полифосфата натрия заданной степени полимеризации, является номограмма.

Технологические параметры, влияющие на степень полимеризации: мольное отношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ (R), температура (t) и время термической поликонденсации (τ). При непрерывном способе производства полифосфата натрия время пребывания плава в полимеризационной печи практически постоянно и равно примерно 1 ч, поэтому при разработке номограммы нами рассматривались только первые два параметра.

На основании лабораторных и полупромышленных исследований [3] была установлена зависимость величины \bar{n} от R , представленная в табл. 1.

Предварительный анализ данной зависимости позволяет выразить ее следующим образом:

$$\bar{n} = R^\alpha t^\beta \quad (1)$$

Прологарифмировав уравнение (1), переводим модель в линейную форму:

$$\ln \bar{n} = \alpha \ln R + \beta \ln t + \ln a \quad (2)$$

Приняв $\ln \bar{n} = y$, $\ln R = X_1$, $\ln t = X_2$, $\ln a = a_0$, получим множественное линейное уравнение регрессии

$$y = a_0 + \alpha X_1 + \beta X_2 \quad (3)$$

Табл. 1. Влияние мольного отношения $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$ и температуры на степень полимеризации

Значения \bar{n}	9,7	10,5	11,2	11,7	23,2	25,3	29,8	35,6
Температура, °С	700	800	900	1000	700	800	900	1000
Мольное отношение $\text{Na}_2\text{O}/\text{P}_2\text{O}_5$	1,15	1,15	1,15	1,15	1,05	1,05	1,05	1,05

коэффициенты которого рассчитывались с использованием ЭВМ "Мир-2" [4].

Полученная регрессионная модель

$$\ln \bar{n} = -10,5578 \ln R + 0,8681 \ln t - 1,9971 \quad (4)$$

хорошо описывает экспериментальные данные (см. табл. 1).

Стандартное отклонение остаточных величин равно 0,06, коэффициент множественной детерминации — 1 и, следовательно, факторы, включенные в модель, полностью объясняют изменчивость зависимой переменной.

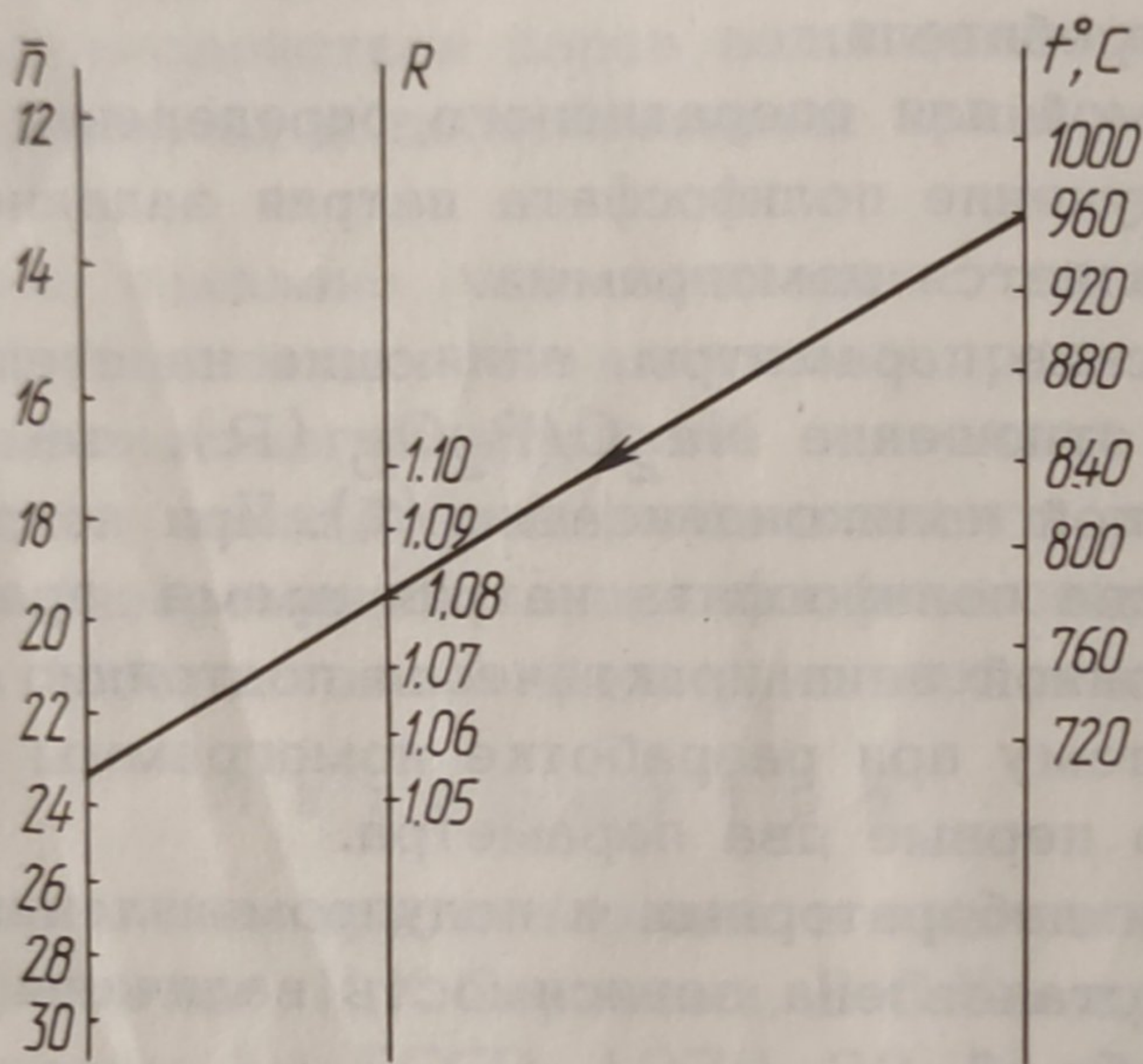


Рис. 1. Номограмма для определения условий получения полифосфата натрия заданной степени полимеризации.

По зависимости (4) строим номограмму из выравненных точек с тремя параллельными шкалами [5]. Обозначив $f_1 = -10,5578 \ln R$, $f_2 = 0,8681 \ln t$, $f_3 = \ln \bar{n} - 1,9971$, получим выражение $f_1 + f_2 = f_3$. Уравнения шкал номограммы для формы запишутся следующим образом:

$$\text{шкала } R: X = 0, Y = m(f_1 - a);$$

$$t: X = H, Y = n(f_2 - b);$$

$$\bar{n}: X = \frac{mH}{m+n}, Y = \frac{m \cdot n}{m+n}(f_3 - a - b),$$

где a, b, m, n, H — параметры номограммы, определенные помощью ЭВМ "Мир-2".

Приняв длину шкал R и расстояние между ними H равными 200 мм, получим $a = -0,515$, $b = 5,6869$, $m = -208$, $n = 645$.

Уравнения элементов номограммы:

$$\text{шкала } R: X = 0, Y = -208(-10,5578 \ln R + 0,515);$$

$$t: X = 200, Y = 645(0,8681 \ln t - 5,6869);$$

$$\bar{n}: X = -95, Y = -95(\ln \bar{n} - 1,9971 + 0,515 - 5,6969).$$

Номограмма, построенная по этим уравнениям, приведена на рис. 1. На ней пунктирной линией показано решение конкретной задачи (дано $R = 1,08$, $t = 960^\circ$. Ответ: степень полимеризации $\bar{n} = 23,4$).

Л и т е р а т у р а

1. Кузьменков М.И., Печковский В.В., Черчес Г.Х. О производстве полифосфата натрия с контролируемой степенью полимеризации. - Химическая промышленность, 1978, № 3, с. 230.
2. Влияние средней степени полимеризации стекловидного фосфата натрия на прочностные свойства магнезитовых масс / Ю.А.Пирогов, Л.А.Бабкина, М.И.Кузьменков и др. - Огнеупоры, 1973, № 5, с. 55.
3. Печковский В.В., Черчес Г.Х., Кузьменков М.И. Получение стекловидных полифосфатов натрия с определенным молекулярным весом. - В сб.: Химия и химическая технология. Минск, 1975, вып. 8, с. 49.
4. Кухарек Г.А., Куплевич Л.М. Программа расчета уравнений множественной линейной регрессии. - В сб.: Машины для инженерных расчетов. Киев, 1972, вып. 6.
5. Хованский Г.С. Основы номографии. - М., 1976. - 352 с.