

УДК 66.047.57

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ СО СМЕШАННЫМ РЕЖИМОМ ТЕРМООБРАБОТКИ И УКРУПНЕННАЯ БЛОК-СХЕМА АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА СУШКИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Байтуреев А.М.**

*Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Таразский государственный университет имени М.Х. Дулати» Министерства образования и науки Республики Казахстан, Тараз, e-mail: bam150348@mail.ru*

Рассмотрена математическая модель на примере кинетического уравнения процесса сушки измельченных материалов в сушильном барабане со смешанным режимом термообработки и разработана укрупненная блок-схема алгоритма обработки экспериментальных данных сушки поваренной соли.

**Ключевые слова:** сушильный барабан, угол наклона, влажность, температура

**MATHEMATICAL MODELING OF THE DRYING PROCESS AND INTEGRATED BLOCK DIAGRAM OF CALCULATION ALGORITHM OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS WHILE DRYING MATERIALS IN BARREL TYPE DRYER WITH MIXED REGIME OF HEAT TREATMENT**

**Baitureyev A.M.**

*The Republican state government enterprise «Taraz State University after M.H. Dulaty» of the Ministry Science and Education of the Republic of Kazakhstan, Taraz, e-mail: bam150348@mail.ru*

Mathematical model on the example of kinetic equation of the drying process material in barrel type dryer with mixed regime of heat treatment and integrated is considered, block diagram of algorithm of the common salt processing experimental data is designed.

**Keywords:** dry drum, corner of the slopping, moisture, temperature

В данной статье рассмотрена задача оптимального управления процессом сушки в сушильном барабане со смешанным режимом термообработки [1] на примере кинетического уравнения сушки измельченных материалов в барабанной сушилке с углом наклона в сторону загрузки (1) – (4) [2] и разработана укрупненная блок-схема алгоритма обработки экспериментальных данных сушки поваренной соли (рисунок).

Ранее нами была опубликована статья «Математическое моделирование и получение номограммы для определения коэффициента влажности  $K^{0,34}$ » в теоретическом журнале «Хранение и переработка сельхозсырья» Российской академии сельскохозяйственных наук [3] и статья «Математическое моделирование и получение номограммы для определения коэффициента температуры –  $\Pi$ » в теоретическом журнале «Хранение и переработка сельхозсырья» Российской академии сельскохозяйственных наук [4].

$$G = M\Pi(\rho\vartheta)D^2t_{\text{вх}}^{0,425}, \quad (1)$$

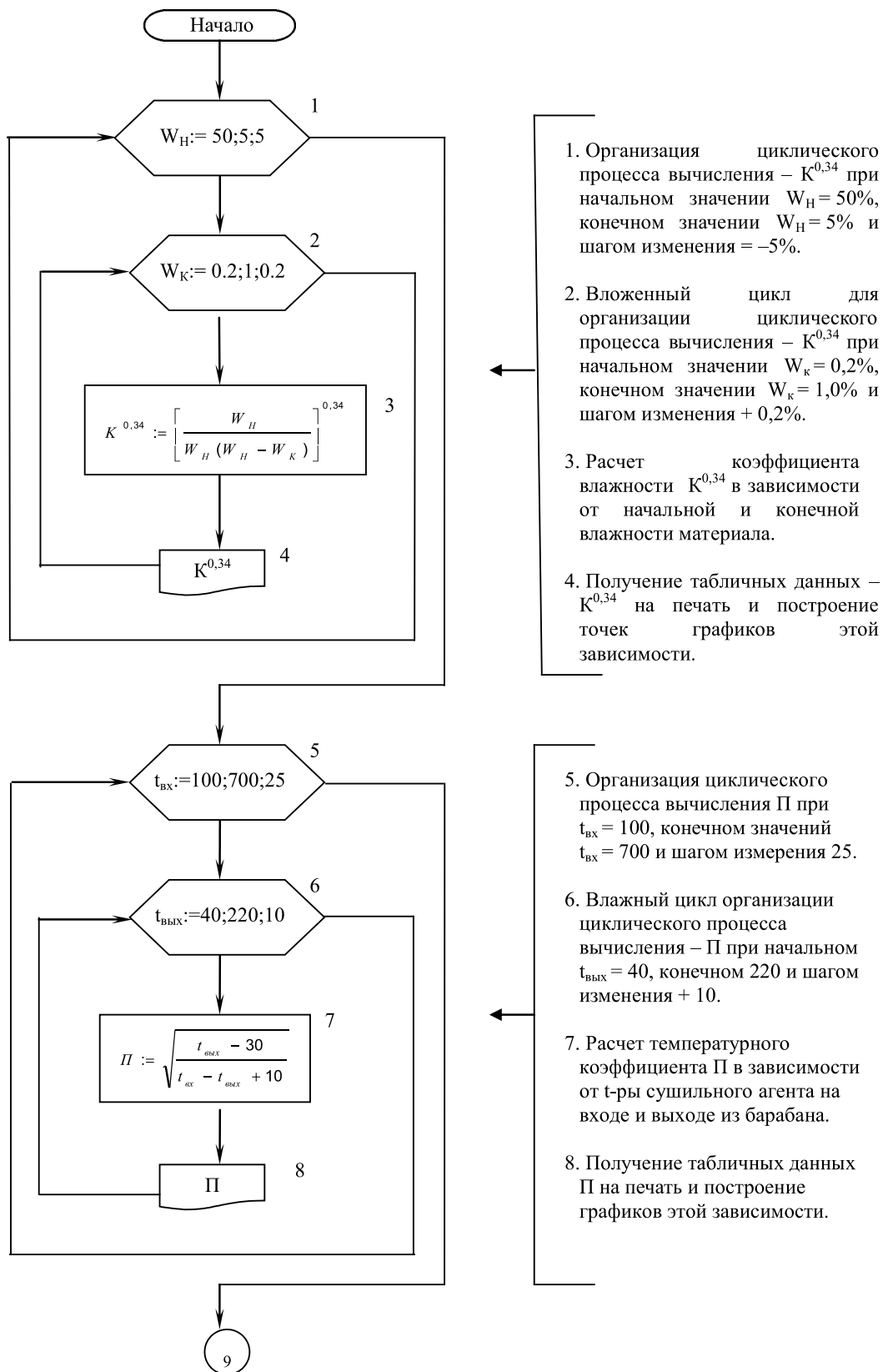
где

$$M = \frac{1360\phi^{0,39}l^{0,39}K^{0,34}\left(\frac{n^2}{1800}\right)^a D^{\alpha_1} \sin \beta^{\beta_1}}{A^{0,34}d^{0,526}(\rho\nu)^{0,136}}, \quad (2)$$

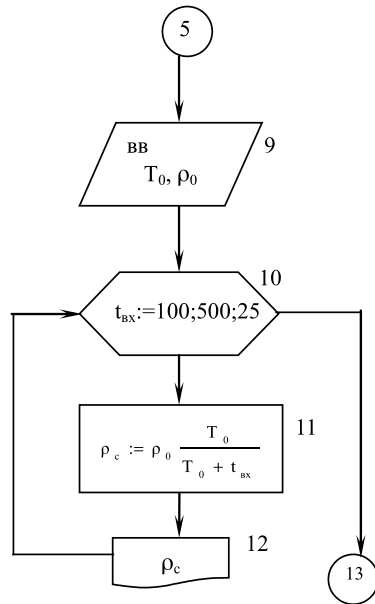
$$K^{0,34} = \left[ \frac{W_{\text{к}}}{W_{\text{н}} \cdot (W_{\text{н}} - W_{\text{к}})} \right]^{0,34}, \quad (3)$$

$$\Pi = \sqrt{\frac{t_{\text{вых}} - 30}{t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}} + 10}}. \quad (4)$$

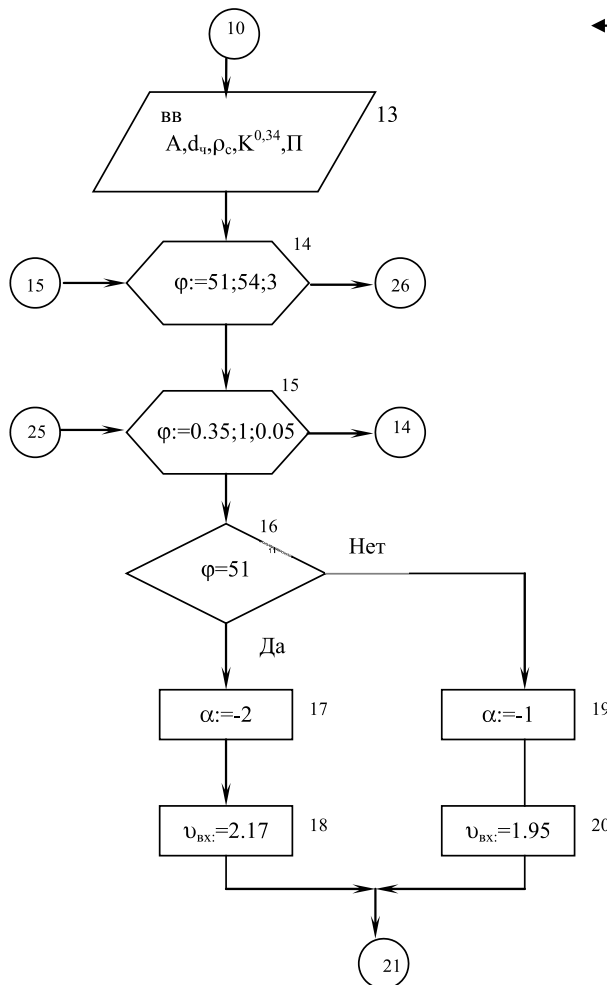
В формулах (1) – (4):  $G$  – производительность материала по сухому продукту, кг/ч;  $t_{\text{вх}}$  – температура агента сушки на входе в барабан, С;  $t_{\text{вых}}$  – температура агента сушки на выходе из барабана, °С;  $\rho\nu$  – массовая скорость сухого агента сушки по барабану, кг/(м<sup>2</sup>×с);  $\rho_c$  – плотность газа (воздуха), кг/м<sup>3</sup>;  $\nu$  – скорость агента сушки, м/с;  $D$  – диаметр барабана, м;  $\phi$  – коэффициент заполнения барабана, %;  $A$ ,  $K^{0,34}$ ,  $\Pi$  – коэффициенты;  $L$  – длина барабана, м;  $W_{\text{н}}$  и  $W_{\text{к}}$  – начальная и конечная влажность материала, %;  $n$  – частота вращения барабана, об/мин;  $\alpha$  – угол наклона барабана, град;  $d$  – средний эквивалентный диаметр частицы, мм.



Укрупненная блок-схема алгоритма обработки экспериментальных данных сушки поваренной соли (начало)



Алгоритм приведен для: конкретного случая плотности газа  $\rho_c$ ; экспериментального значения коэффициента  $K^{0,34}$ ; конкретного значения температурного коэффициента П.



9. Ввод данных с клавиатуры для  $T_0 = 273,15^\circ\text{K}$  и  $\rho_0 = 1,29 \text{ кг/м}^3$

10. Организация циклического процесса вычисления  $\rho_c$  при начальном значении  $t_{\text{вх}} = 100^\circ\text{C}$ , конечном значении  $t_{\text{вх}} = 500^\circ\text{C}$  и шагом изменения  $25^\circ\text{C}$ .

11. Расчет плотности сушильного агента  $\rho_c$  при заданной температуре  $t_{\text{вх}} [1]$ .

12. Получение табличных данных  $\rho_c$  и построение точек графика зависимости плотности газа  $\rho_c$  от  $t_{\text{вх}}$ .

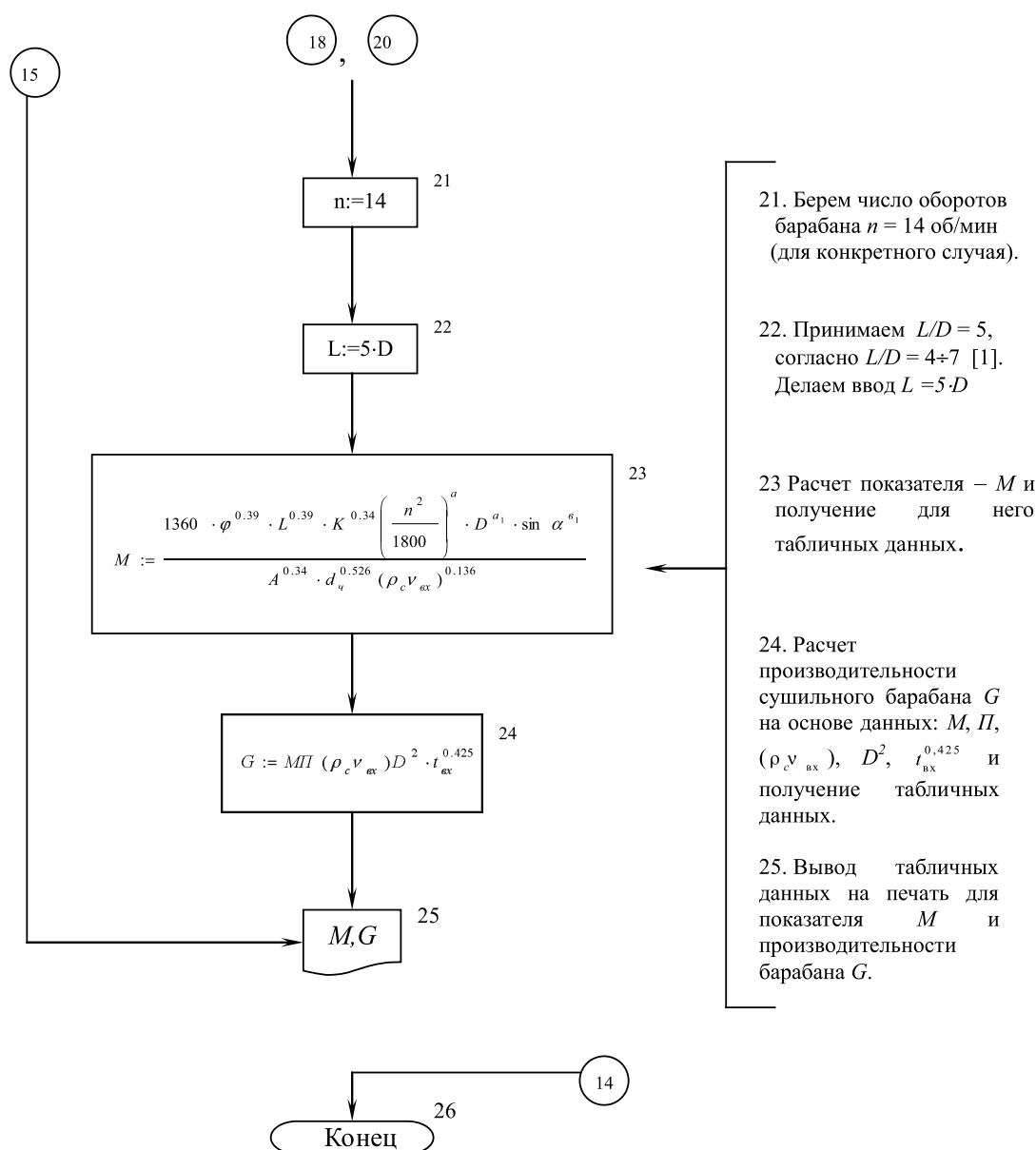
13. Ввод с клавиатуры для данных  $A, d_q, \rho_c, K^{0,34}, П$ .

14. Организация циклического процесса вычисления производительности – G для значений  $\phi = 51\%$  и  $\phi = 54\%$ .

15. Вложенный цикл для организации циклического процесса вычисления G с начальным значением  $D = 0,35 \text{ м}$ , конечным значением  $D = 1,0 \text{ м}$  и шагом изменения цикла  $0,05 \text{ м}$ .

16. – 20 блок. В зависимости от значения коэффициента заполнения  $\phi$  угол наклона барабана  $\alpha$  и скорость теплоносителя  $v_{\text{вх}}$  должны иметь определенное значение.

Укрупненная блок-схема алгоритма обработки экспериментальных данных сушки поваренной соли (продолжение)



Укрупненная блок-схема алгоритма обработки экспериментальных данных сушки поваренной соли (окончание)

Таким образом, получена математическая модель процесса сушки измельченных материалов в сушильном барабане со смешанным режимом термообработки и разработана укрупненная блок-схема алгоритма для расчета технологических параметров процесса сушки измельченных материалов в сушильном барабане со смешанным режимом термообработки.

#### Список литературы

1. Байтуреев А.М., Турдалиев Т.Т., Байтуреев С.А., Турдалиев Б.Т. Способ сушки сыпучих и зернистых мате-

риалов // Инновационный патент Республики Казахстан № 27779. 2013. Бюл. № 12.

2. Стерлин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 383 с.

3. Байтуреев А.М., Куатбеков М.К., Сыздыкова Б.О. Математическое моделирование и получение номограммы для определения коэффициента влажности –  $K^{0.34}$  // Теоретический журнал «Хранение и переработка сельхозсырья». – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук. Пищевая промышленность. – 2008. – № 2. – С. 13–14.

4. Байтуреев А.М., Куатбеков М.К., Сыздыкова Б.О. Математическое моделирование и получение номограммы для определения коэффициента температуры –  $P$  // Теоретический журнал «Хранение и переработка сельхозсырья». – М.: Российская академия сельскохозяйственных наук. Пищевая промышленность. – 2008. – № 8. – С. 79–80.