

Результаты и их обсуждение

На рис. 2 можно увидеть, что с увеличением скорости вращения ротора вискозиметра вязкость жидкости уменьшается. Можно сделать вывод, что скорость вращения от 20 об/мин и выше является более оптимальной, так как при скоростях ниже 20 об/мин вязкость резко начинает увеличиваться.

На рисунке 3 видно, что при увеличении частоты оборотов насоса в диапазоне от 20 до 40 об/мин. увеличивается количество капсул, т.е. растёт производительность установки. Однако на 40 оборотах насоса происходит понижение производительности, это можно объяснить тем, что пропускная способность форсунок не справляется с количеством поступающей жидкости. Далее начиная с 60 об/мин. производительность снова начинает расти, это можно объяснить уменьшением вязкости жидкости и соответственно увеличением ее текучести, что в свою очередь увеличивает пропускную способность форсунок и производительность установки.

Заключение

Для данных форсунок наиболее оптимальным является скорость насоса 40 об/мин., т.к. после 40 об/мин. понижается КПД установки.

С уменьшением температуры вязкость рабочей жидкости значительно увеличива-

ется, поэтому температуру жидкости желательно брать как можно выше. Однако, при температуре выше 50°C начинают гибнуть инкапсулируемые пробиотические микроорганизмы, следовательно, наиболее оптимальной температурой рабочей жидкости является 40°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дронова Ю.М. Пробиотики: роль в современной медицине и аспекты клинического применения // [Электронный ресурс]. URL: <https://medi.ru/info/9798/> (дата обращения 22.11.2018).
2. Погожева А.В., Шевелева С.А., Маркова Ю.М. Роль пробиотиков в питании здорового и больного человека // Медицинский научно-практический портал [Электронный ресурс]. URL: <https://www.lvrach.ru/2017/05/15436730/> (дата обращения 22.11.2018).
3. Какимов А.К., Жумадилова Г.А., Муратбаев А.М., Солтанбеков Ж.А. Установка для инкапсулирования биологически активных добавок Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные производства продуктов питания: состояния и перспективы развития», посвященной 75-летию член-корреспондента КазАСХН, доктора технических наук, профессора Е.Т. Тулеуова. – Семей; Государственный университет имени Шакарима. 24 ноября 2017 г. – С. 153 – 157.

ӘОЖ 664.653.8.016.8-52

GTAMP 50

ҮЗДІКСІЗ ҚАМЫР ІЛЕУ МАШИНАСЫНЫҢ БЕРІЛІС ФУНКЦИЯСЫ

М.А. ДЖАМАНБАЕВ¹, Н. АИЯНОВ¹, Ж. ЖАНПЕЙСОВА¹

(¹Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: dzhamanbaev@mail.ru

Мақалада үздіксіз қамыр ілеу машинасының тәжірибелік жолмен алынған өтпелі сипаттамасын пайдаланып, оның Лаплас бейнесіндегі беріліс функциясы айқындалған. Өтпелі сипаттаманы өңдеу барысында М.П. Симою және Е.П. Стефани тәсілі қолданылды. Қамыр ілеу машинасының анықталған беріліс функциясы келешекте қамыр ылғалдығын тұрақтандырушы автоматты реттеу жүйесін құруда қолданыс табады. Дәлірек айтсақ, автоматты реттеуіштің орнықтылық аймағын тұрғызуда, сол сияқты, технологиялық процестерге қойылатын талаптарды қанағаттандыратындай реттеуіштің баптау параметрлерінің оптималдық мәндерін есептеуде пайдаланады.

Негізгі сөздер: басқарылатын объект, математикалық модель, өтпелі сипаттама, беріліс функциясы, дифференциалдық теңдеу, аудан тәсілі.

ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ ТЕСТОМЕСИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

М.А. ДЖАМАНБАЕВ¹, Н. АИЯНОВ¹, Ж. ЖАНПЕЙСОВА¹

(¹Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан)

E-mail: dzhamanbaev@mail.ru

В статье приведены результаты получения математической модели (передаточная функция в изображениях Лапласа) тестомесительной машины непрерывного действия по переходным характеристикам, полученным экспериментальным путем при скачкообразном изменении влажности в подводимом потоке. При обработке переходной характеристики используется метод М.П. Симою и Е.П. Стефани. Полученная модель в будущем будет использована при разработке автоматической системы регулирования влажности теста в тестомесительной машине. В частности, при установлении области устойчивой работы регулятора, при выборе оптимальных значений параметров настройки регулятора, удовлетворяющих заданных показателей качества технологических процессов.

Ключевые слова: объект управления, математическая модель, переходная характеристика, передаточная функция, дифференциальное уравнение, метод площадей.

TRANSMISSION FUNCTION OF THE TEST MIXING MACHINE OF CONTINUOUS ACTION

M.A. DJAMANBAYEV¹, N. AIYANOV¹, J. ZHANPEYSOVA¹

(¹Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan)

E-mail: dzhamanbaev@mail.ru

The article presents the results of obtaining a mathematical model (transfer function in the images of Laplace) of a continuous mixing machine according to transient characteristics obtained experimentally with an abrupt change in humidity in the supplied flow. When processing the transient response, the MP method is used. Simoi and E.P. Stephanie. The resulting model in the future will be used in the development of an automatic dough moisture control system in a kneading machine. In particular, when establishing the area of stable operation of the regulator, when choosing the optimal values of the controller settings that satisfy the specified indicators of the quality of technological processes.

Keywords: control object, mathematical model, transition characteristic, transfer function, differential equation, area method.

Kіpіcne

Көп жағдайларда автоматты басқару мәселелерін шешу барысында басқарылатын объектілердің беріліс функциялары және дифференциалдық теңдеулері белгісіз болып келеді. Практикалық тұрғыда объектілердің математикалық модельдерін алудың бірден бір жолы – тәжірибелік жолмен алынған екпін қисығын өңдеу болып табылады. Мұндай тәсілдің қарапайымы – егер объектіде кешігу процесі болмаған жағдайда екпін қисығын бірінші ретті апериодты буынның беріліс функциясымен баламалайды.

Егер объектіде кешігу процесі орын алса (екпін қисығы S – тәріздес формада болса), онда бірінші ретті апериодты буынға тізбектей кешігу буынының беріліс функциясы жалғанады. Ал беріліс функцияларының параметрлері тікелей тәжірибелік екпін қисығынан табылады. Әдетте бұл тәсіл қарапайым болып келгенімен, дәлдігі төмен, себебі уақыт тұрақтысы және кешігу уақытын анықтауда біраз қателіктер орын алады. Бұл тұрғыда дәлдігі жоғары тәсілдің бірі – М.П. Симою және Е.П. Стефани тәсілі болып

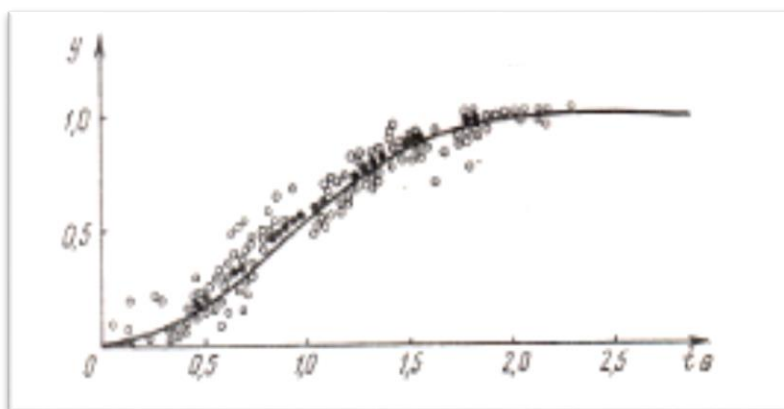
табылады (кейде «аудандар тәсілі» депте атайды) [1,2].

Зерттеудің нысандары мен әдістері

Зерттелетін нысан ретінде үздіксіз қамыр илеу машинасы қарастырылады. Мақаланың негізгі мақсаты, үздіксіз қамыр илеу машинасының тәжірибелік жолмен алынған екпін қисығын пайдаланып, оның математикалық моделін айқындау. Екпін қисығы «аудандар тәсілі» бойынша өңделеді.

Нәтижелері мен оларды талдау

Нысанның математикалық моделін нысанның кірістік және шығыстық шамаларының араларындағы тәжірибелік жолмен алынған сипаттамаға сүйене отырып анықтауға болады. Осындай сипаттаманың бірі, өлшемсіз нұсқадағы тәжірибелік екпін қисығы [3] еңбекте келтірілген (1 сурет). График қамыр ылғалдығының салыстырмалы бірліктегі өзгерісінің у уақытқа t (мин) тәуелділігін сипаттайды.



Сурет 1 - Өлшемсіз нұсқадағы екпін қисығы

- - тәжірибелік нүктелер;
- - орта мәндері;
- - ұялы модель.

1 суреттен байқайтынымыз, нысанның шығыстық шамасы $y(t)$ және оның бірінші туындысы $\dot{y}(t)$ бастапқы уақытта нөлге тең

$$W_0(p) = \frac{1}{a_3 p^3 + a_2 p^2 + a_1 p + 1} \quad (1)$$

Графиктің (1 сурет) уақыттық осын тең уақыт интервалдарына Δt бөліп (біздің

$(y(0)=0, \dot{y}(0)=0)$). Сол себептен беріліс функциясының макетін келесі түрде аламыз

жағдайда $\Delta t=0,25$ мин), графиктен шығыстық шаманың мәндерін айқындаймыз. Нәтижесі 1 кестенің 1 және 2 жолдарында келтірілген.

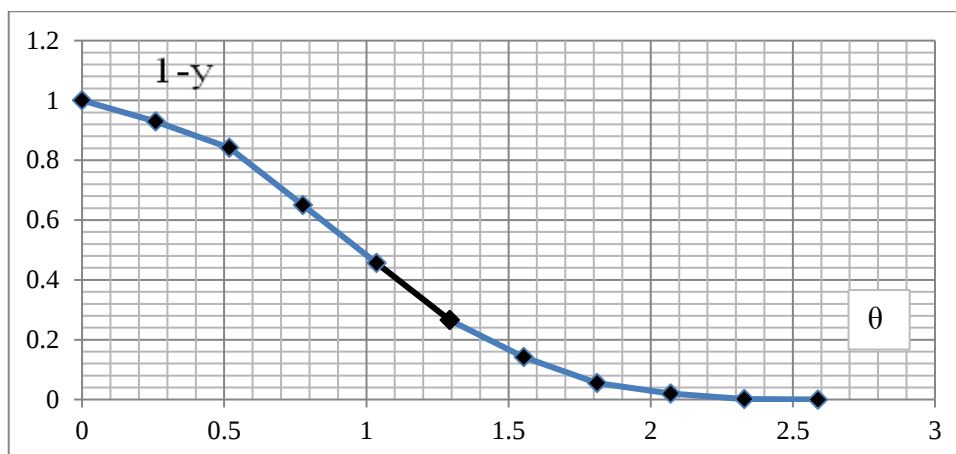
Кесте 1 - $(1-y)=f(\theta)$ тәуелділігін тұрғызуға және F_1 ауданды есептеуге арналған мәліметтер (θ – салыстырмалы уақыт).

t	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	Σ
y	0	0,07	0,158	0,35	0,543	0,735	0,858	0,945	0,98	0,998	1	
$1-y$	1	0,93	0,842	0,65	0,457	0,265	0,142	0,055	0,02	0,002	0	4,36
$\theta = t/F_1$	0	0,258	0,518	0,776	1,035	1,294	1,553	1,811	2,07	2,329	2,59	

1 кестедегі мәліметті пайдалана отырып, F_1 ауданның мәні жуықтап былайша есептейміз

$$F_1 \approx \Delta t \left\{ \sum_{i=1}^n (1-y)_i - 0,5[1-y(0)] \right\} = 0,966 \quad (2)$$

2 суретте $(1-y) = f(\theta)$ тәуелділігі келтірілген. Графиктен салыстырмалы уақытты өзара тең интервалдарға $\Delta \theta=0,2$ бөліп, графиктен сәйкесінше $(1-y)$ мәндерін анықтаймыз және сипаттама теңдеуінің коэффициенттерін анықтауға арналған есептеулерді жүргіземіз (2 кесте).

Сурет 2 - $(1-y) = f(\theta)$ әуелділігінің гарфигі

2 кестедегі мәліметтерді пайдалана отырып, F_2 және F_3 аудандарын жуықтап былайша анықтаймыз

$$F_2 \cong F_1^2 \Delta \theta \left\{ \sum_{i=1}^n (1-y)(1-\theta)_i - 0,5[1-y(0)] \right\} = 0,355 \quad (3)$$

$$F_2 \cong F_1^3 \Delta \theta \left\{ \sum_{i=1}^n (1-y) \left(1 - 2\theta + \frac{\theta^2}{2} \right)_i - 0,5[1-y(0)] \right\} = 0,049 \quad (4)$$

Аудандар есептелген жағдайда, беріліс функциясының (1) коэффициенттері сәйкесінше аудандармен айкындалады.

$$a_1 = F_1 = 0,966;$$

$$a_2 = F_2 = 0,355;$$

$$a_3 = F_3 = 0,049;$$

Кесте 2 - F_2 , F_3 аудандарын және сипаттама теңдеуінің коэффициенттерін анықтауға арналған есептеулер

θ	$1-\theta$	$1-y$	$(1-y)(1-\theta)$	$1-2\theta+0,5\theta^2$	$(1-y)(1-2\theta+0,5\theta^2)$
0	1	1	1	1	1
0,2	0,8	0,948	0,758	0,62	0,588
0,4	0,6	0,88	0,528	0,28	0,246
0,6	0,4	0,78	0,312	-0,02	-0,016
0,8	0,2	0,64	0,128	-0,28	-0,179
1	0	0,48	0	-0,5	-0,24
1,2	-0,2	0,34	-0,068	-0,68	-0,231
1,4	-0,4	0,22	-0,088	-0,82	-0,18
1,6	-0,6	0,128	-0,0768	-0,92	-0,118
1,8	-0,8	0,06	-0,048	-0,98	-0,059
2	-1	0,032	-0,032	-1	-0,032
2,2	-1,2	0,008	-0,0096	-0,98	-0,008
2,4	-1,4	0	0	-0,92	0
			$\Sigma=2,4$		$\Sigma=0,77$

Қамыр илеу машинасының беріліс функциясын өлшемді түрде алу үшін оны беріліс коэффициентіне K_0 көбейтеміз. Беріліс коэффициенті қамыр илеу машинасына дозамен берілетін ингредиентердің жос-

парланған мөлшерден ауытқуы орын алған жағдайдағы қамыр ылғалдығының өзгерісін сипаттайтын шама. Бұл шама әдетте екі ингредиенттің шығыны (ұн және сұйық қоспасы) бойынша былайша анықталады [3]

$$K_o = 0,5 \frac{\text{ылғалдық}}{\text{ингредиент өзгерісі (\%)}} \quad (5)$$

Беріліс коэффициентін есепке ала отырып, қамыр илеу машинасының өлшемді нұсқадағы беріліс функциясын келесі түрде жазамыз

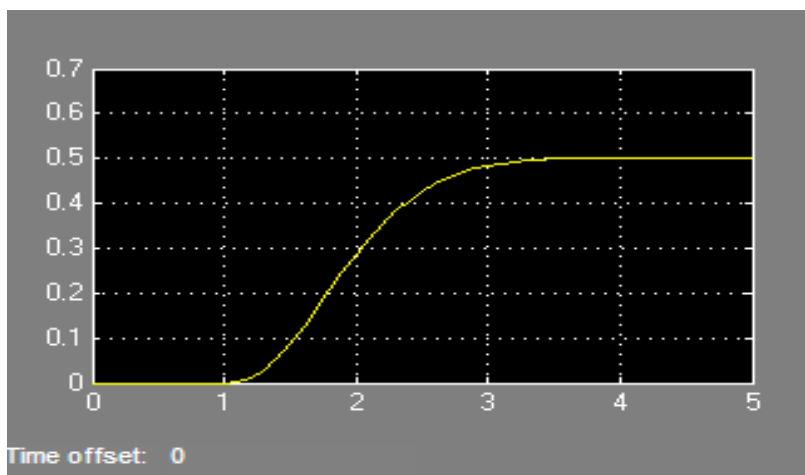
$$W_o(p) = \frac{0,5}{0,049p^3 + 0,355p^2 + 0,966p + 1} \quad (6)$$

Бұл жағдайда қамыр илеу машинасы тұрақты коэффициентті үшінші ретті сызықты дифференциал теңдеумен өрнектеледі

$$0,049 \frac{d^3 y(t)}{dt^3} + 0,355 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 0,966 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 0,5x(t) \quad (7)$$

3 суретте *Matlab* модельдеу ортасының стандартты блогын *Transfer Function* қолдану арқылы қамыр илеу машинасының өтпелі сипаттамасы тұрғызылған. Суреттен байқай-тынымыз өтпелі сипаттама экспоненциалдық

зандылыққа бағынады және кешігу процесі орын алады. Сипаттама бойынша кешігу уақыты $\tau = 1,3$ мин және уақыт тұрақтысы $T = 1,21$ мин.



Сурет 3 - Үздіксіз қамыр илеу машинасының өтпелі сипаттамасы

Қорытынды

1. Үздіксіз қамыр илеу машинасының тәжірибелік жолмен алынған екпін қисығын пайдаланып, оның беріліс функциясы және дифференциал теңдеуі айқындалды. Қамыр илеу машинасы үшінші ретті сызықты және тұрақты коэффициентті дифференциал теңдеумен өрнектеледі.

2. Қамыр илеу машинасының өтпелі сипаттамасы экспоненциалдық заңдылыққа бағынады.

3. Машинаның кешігу уақытының және уақыт тұрақтысының мәндері үлкен. Бұл параметрлер машинаның орнықтылыққа бейімділігін және инерттілігін сипаттайды

да, ылғалдықты реттеудің (тұрақтандырудың) қажеттілігін байқатады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шишкин О. П., Парфенов А. Н. Основы автоматизации и автоматизация производственных процессов. Учебник для нефт. вузов и фак. – М.: Недра, 1965. – 340 с.
2. Стефани Е.П. Основы расчета настройки регуляторов теплоэнергетических процессов. 2-е изд., – М.: Энергия, 1972. – 376 с.
3. Донской Д.М., Лейчик В.Я., Прокопенко Н.Ф. Автоматизация контроля и управления процессами тестоприготовления в хлебопекарном производстве. – М.: Центральный НИИ информации и технико-экономических исследований пищевой промышленности. Серия: Хлебопекарная и макаронная промышленность. – 1977.- 32 с.