

Таблица 2. Результаты электромагнитной терапии мастита свиноматок и её поросят

Наименование	Группа	Кол-во животных шт.	Кол-во процедур, шт.	Длительность лечения, дней	Эффективность лечения	
					Вылечено голов	%
Лечение мастита	контроль	114		10...12	68	59,6
	опыт	114	4	4	114	100
Заболело поросят	контроль	279				30
	опыт	276				29
Отход поросят	контроль	141				15,1
	опыт	49	4	4		53,3

## 5. Выводы

В результате проведенной работы по воздействию электромагнитных колебаний на свиноматок больных маститом и поросят было установлено, что электромагнитное поле с оптимальными биотропными параметрами стимулирует иммунную систему организма животных, оказывает антиоксидантное действие на больные ткани, усиливает окислительно-восстановительный обмен в организме животных.

**Список литературы:** 1. Рощин П. Е. Повышение сохранности и скорости роста в условиях промышленного комплекса / Рощин П. Е. // Тез. докл. всесоюзной научной техн. конф. «Профилактика и лечение молодняка с.-х. животных». – М.: 1991. – С. 139 – 140. 2. Михайлова Л. Н. Физиологические особенности мастита свиней и методы его лечения / Михайлова Л. Н. // Вісник національного технічного університету «ХП» «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2011. – № 33 – С. 31 – 35.

Поступила в редколлегию 06.11.2011

## УДК 62.003.2

**В.О. СКАЧКОВ**, канд. техн. наук, доц., ЗДІА, Запоріжжя  
**В.І. ІВАНОВ**, ст. викл., ЗДІА, Запоріжжя  
**В.І. ДОНЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ЗДІА, Запоріжжя  
**Ю.В. МОСЕЙКО**, ст. викл., ЗДІА, Запоріжжя

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НАГРІВАННЯ ВУГЛЕПЛАСТИКОВИХ ЗАГОТОВОК ПІД ЧАС АВТОКЛАВНОГО ЗАТВЕРДІННЯ

Запропоновано математичну модель нагрівання вуглепластикових заготовок під час їх автоклавного затвердіння, яка враховує передісторію змінювання температури у автоклаві, тиск захисного середовища у його робочому об'ємі та дозволяє використовувати механізм адаптивного управління температурним режимом для забезпечення необхідних технологічних допусків за швидкостями нагрівання.

**Ключові слова:** вуглепластикові заготовки, автоклавне затвердіння, процес нагрівання, математичне моделювання.

Предложена математическая модель нагрева углепластиковых заготовок при их автоклавном отверждении, которая учитывает предысторию изменения температуры в автоклаве, давление

защитной среды в его рабочем объеме и позволяет использовать механизм адаптивного управления температурным режимом для обеспечения необходимых технологических допусков по скоростям нагрева.

**Ключевые слова:** углепластиковая заготовка, автоклавное отверждение, процесс нагрева, математическое моделирование.

This is offered the mathematical model for heating of carboplastic storages at autoclave hardening, which takes prehistory of temperature charge in autoclave, pressure of protective environment in its working volume and it permits to use mechanism of adaptive operation by temperature regime with securing of technological tolerances in velocities of heating.

**Keywords:** carboplastic storage, autoclave hardening, process of heating, mathematical modeling.

## 1. Вступ

Конструкційні композити на основі вуглецевих волокон і полімерних матриць, що карбонізуються, є найперспективнішими для галузей машинобудування, пов'язаних з термохімічними та високотемпературними процесами. Під час виробництва таких композитів однією з найважливіших технологічних операцій є процес автоклавного затвердіння вуглепластикових заготовок, який характеризується наявністю складної комбінації теплових і силових чинників, таких як швидкість нагрівання, зовнішній тиск, а також глибина та тривалість вакуумування зони затверджуючого зв'язувача. Найбільш відповідальним етапом зазначеного процесу є період підйому температури в робочому обсязі автоклава.

## 2. Постановка завдання

У зв'язку з вищевикладеним завданням досліджень є розробка математичної моделі процесу нагрівання вуглепластикових заготовок під час їх автоклавного затвердіння.

## 3. Розробка моделі

Попередніми експериментами [1] встановлено, що на температуру вуглепластикової заготовки під час її затвердіння суттєво впливають температура та тиск в робочому обсязі автоклава, а також процес перенесення теплоти в системі «оснастка-заготовка-оправка», що має значну теплову інерційність нагрівання заготовки.

Для опису процесу нагрівання заготовок у автоклаві запропоновано модель у вигляді співвідношення

$$T_{г.з.}(\tau) = A(P) \cdot T_a(\tau) + \int_0^{\tau_0} k(\tau - \tau_0) \frac{\partial T_a(\tau)}{\partial \tau_0} d\tau_0, \quad (1)$$

де  $T_{г.з.}(\tau)$ ,  $T_a(\tau)$  – температура вуглепластикової заготовки та у робочому обсязі автоклава на момент часу  $\tau$ , відповідно;  $P$  – тиск у робочому обсязі автоклава;  $A(P)$  – регресійний коефіцієнт, що залежить від тиску  $P$ ;  $k(\tau - \tau_0)$  – функція, що враховує вплив передісторії нагрівання автоклава на температуру заготовки.

Функція  $k(\tau - \tau_0)$  є такою, що монотонно убуває та за значенням аргументу  $\tau$ , спрямованого у нескінченність, прямує до нуля. Зазначені властивості має співвідношення типу

$$k(\tau - \tau_0) = D \cdot \exp[-K \cdot (\tau - \tau_0)], \quad (2)$$

де  $D, K$  – емпіричні константи.

Найбільш простим і зручним способом подання кривих розподілу температури у автоклаві є лінійна апроксимація на локальних інтервалах часу

$$T_a(\tau_n) = \sum_{i=1}^n (a_i + b_i \cdot \tau_i), \quad (3)$$

де  $a_i, b_i$  – параметри апроксимації;  $n$  – кількість інтервалів часу, на які поділяють процес нагрівання заготовки;  $\tau_n$  – загальний час нагрівання.

Після підставлення співвідношень (2) і (3) до рівняння (1) та необхідних перетворень можна записати

$$T_{e.з}(\tau_n) = A(P) \cdot \sum_{i=1}^n (a_i + b_i \cdot \tau_i) - \frac{B(P)}{K} \cdot \sum_{i=1}^n b_i \cdot \exp[-K \cdot (\tau_n - \tau_i)]. \quad (4)$$

Значення параметрів  $A(P), B(P)$  і  $K$  обчислюють з використанням регресійних методів [2].

Для співвідношення (4) можна записати

$$A(P) = \frac{A_0}{T_a(\tau_3)}; \quad K = -\frac{\ln(A_4/A_2)}{\tau_3 - \tau_2}; \quad B(P) = A_2 \cdot K. \quad (5)$$

Отже, маючи експериментальні дані про процес затвердіння заготовок за різних значень тиску  $P$  у автоклаві та визначаючи коефіцієнти моделі за формулами (5), одержують співвідношення для емпіричних залежностей  $A(P)$  і  $B(P)$ .

Енергетичне забезпечення процесу автоклавного затвердіння заготовок визначається як значенням сили електричного струму, так і напруги, що підводять до роторного нагрівача автоклава. Визначення необхідного рівня потужності  $W_a(\tau)$ , що забезпечує у робочому обсязі автоклава задану температуру  $T_a(\tau)$ , здійснюють з використанням співвідношення, аналогічного рівнянню (1):

$$W_a(\tau) = V \cdot T_a(\tau) + \int_0^{\tau_0} R(\tau - \tau_0) \frac{\partial T_a(\tau)}{\partial \tau_0} d\tau_0, \quad (6)$$

де  $R(\tau - \tau_0) = R \cdot \exp[-\omega \cdot (\tau - \tau_0)]$ ;  $V, R, \omega$  – дослідні константи.

Обчислення параметрів  $V, R$  і  $\omega$  рівняння (6) здійснюють за методикою, подібною до визначення коефіцієнтів  $A(P), B(P)$  і  $K$  рівняння (1).

За сталості параметрів, що обумовлюють баланс теплоти у автоклаві, розрахункова температура заготовки  $T_{a.р}^p(\tau_n)$  відповідає її заданому значенню  $T_{a.р}(\tau_n)$ . Під час порушень умов балансу теплоти у автоклаві спостерігається відхилення розрахункової температури від заданого рівня:

$$\Delta T(\tau_n) = T_{a.р}^p(\tau_n) - T_{a.р}(\tau_n). \quad (7)$$

Поява відхилення  $\Delta T(\tau_n)$  пов'язана з недостатньою точністю визначення значень коефіцієнтів моделі (3) за умов затвердіння. Якщо величина відхилення перевищує припустиме значення, то її компенсують. Для цього розроблено алгоритм адаптивного управління, що передбачає уточнення значень коефіцієнта моделі  $A(P)$ . Під час адаптивного управління значення коефіцієнта  $A(P)$  обчислюють за формулою

$$A(P)|_{\tau_{n+1}} = A(P)|_{\tau_n} + \frac{\Delta T(\tau_n)}{T_a(\tau_n)}. \quad (8)$$

Сутність адаптивного управління полягає у тому, що до пам'яті ПЕОМ вводять графік змінювання температури затвердіння заготовки та величину припустимого відхилення її вимірної температури від заданого значення  $\Delta T_{зад}(\tau_n)$  й обчислюють величину температури в автоклаві для  $k$ -того агрегату. Потім розраховують необхідну потужність  $W_a(\tau)$ , що забезпечує температуру  $T_a(\tau)$  в автоклаві. Далі визначають фактичну величину відхилення  $\Delta T_{e.з}(\tau_i)$ . Якщо його значення не перевищує припустиму величину, то обчислюють температуру в автоклаві, а також необхідну потужність для наступного інтервалу часу процесу затвердіння. Таким чином, здійснюючи зазначену процедуру для всіх інтервалів часу, одержують повний процес управління автоклавним затвердінням.

### **Висновок**

Розроблено математичну модель процесу нагрівання вуглепластикових заготовок під час їх автоклавного затвердіння, а також запропоновано алгоритм адаптивного управління зазначеним процесом.

**Список літератури:** 1. Скачков В. А. Разработка автоматизированных средств управления процессами автоклавного отверждения изделий из композитов [Текст] / В. А. Скачков, В. И. Иванов, А. Б. Комаров // Материалы второго всесоюзного совещания «Применение ЭВМ в научных исследованиях и разработках». - Днепропетровск: ИЧМ УССР, 1989. – С. 89-90. 2. Румшинский Л. З. Математическая обработка результатов экспериментов [Текст] / Л. З. Румшинский. - М.: Наука, 1971. - 192 с.

*Поступила в редколлегию 11.11.2011*

**УДК 621.315.592**

**Н.И. СЛИПЧЕНКО**, проф., докт. техн. наук, , ХНУРЭ, Харьков  
**В.А. ПИСЬМЕНЕЦКИЙ**, проф., канд.техн.наук, ХНУРЭ, Харьков  
**А.В. ФРОЛОВ**, канд.техн.наук, Директор центра заочной формы обучения, , ХНУРЭ, Харьков  
**В.Л. ЛУКЬЯНЕНКО**, асп., ХНУРЭ, Харьков  
**М.Ю. ГУРТОВОЙ**, инж., ХНУРЭ, Харьков

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРА СОСТАВА X ПО ВЫХОДНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ФОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ СТРУКТУРОЙ $Al_xGa_{1-x}As-In_xGa_{1-x}As-GaAs$**

Запропоновані апроксимаційні моделі основних електрофізичних параметрів потрійних сполук  $Al_xGa_{1-x}As$  і  $In_xGa_{1-x}As$  при варіації параметра складу  $x$ . Досліджений вплив на вихідні характеристики параметра складу  $x$ , визначені його оптимальні значення і максимальний КПД тандемної гетероструктури.

**Ключові слова:** тандемні гетероструктури, фотоперетворювачі, оптимальний струм.

Предложены аппроксимационные модели основных электрофизических параметров тройных соединений  $Al_xGa_{1-x}As$  и  $In_xGa_{1-x}As$  при вариации параметра состава  $x$ . Исследовано влияние на выходные характеристики параметра состава  $x$ , определены его оптимальные значения и соответственно максимальный КПД тандемной гетероструктуры.