

вою часткою  $CP = 40\%$  корелное з кривою згущеного молока ( $CP = 50\%$ ), тобто їх реологічні властивості подібні.

В результаті проведених досліджень визначено раціональні масові частки  $CP$  на різних технологічних етапах:  $5...6\%$  у водному розчині гідролізованих білків,  $24...25\%$  після внесення сухих вуглеводних компонентів,  $33...34\%$  після згущення білково-вуглеводної суміші у вакуум-випарному апараті. Подальше внесення рослинних олій ( $11\%$ ) та інших компонентів раціональне до масової частки  $CP$   $41...42\%$ . Отже, нормалізовану згущену суміш подавали на розпилювальне сушіння з таким же вмістом  $CP$  як і для молочних дитячих сумішей та з реологічними властивостями, як у згущеного молока.

### **Висновки**

На основі отриманих даних реологічних властивостей багатокомпонентної суміші білкових та вуглеводневих компонентів «Малютки ГА» визначено їх масові частки  $CP$  на різних технологічних етапах. Нормалізована згущена

суміш з  $41...42\%$  сухих речовин, серед яких  $5...6\%$  гідролізованих білків,  $10...11\%$  жиру та  $24...25\%$  вуглеводів, за своїми реологічними властивостями може вироблятися на існуючому обладнанні молококонсервного комбінату без зміни режимних параметрів сушильної установки «Ніро-Атомайзер» продуктивністю  $2$  т/год.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Шаркова Н.О., Терлецька Я.Т., Авдєєва Л.Ю., Жукотський Е.К., Гріщенко Г.В. Розробка технології сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування // Наукові праці. – 2008. – № 32. – С. 248-251.
2. Шаркова Н.О., Отт В.Д., Гріщенко Г.В. Біохімічні аспекти дитячого лікувально-оздоровчого харчування // Матеріали ІХ Українського біохімічного з'їзду: У 2 т. – Харків, 2006. – Т. 2. – С. 232-233.
3. Малкин А.Я., Исаев А.И. Реология: концепции, методы, приложения / Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 560 с.

**Москаленко А.А.<sup>1</sup>, Логвиненко П.Н.<sup>2</sup>, Проценко Л.Н.<sup>1</sup>, Синило В.Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Институт технической теплофизики НАН Украины

<sup>2</sup>ООО «Баркор»

<sup>3</sup>ОАО «СКФ Украина»

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОХЛАЖДАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВЫХ ЗАКАЛОЧНЫХ СРЕД НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ**

Минеральные масла различного химического состава широко используются наряду с другими жидкостями (вода, растворы солей и полимеров) в металлообработке, машиностроении, металлургии, технологиях термического упрочнения металлоизделий и др. До настоящего времени трудно найти равноценную замену этим охлаждающим средам, обладающим оптимальными способностями повышать твердость и прочность металла, сохраняя другие важные эксплуатационные его показатели - пластичность и др., исключая такой вид производственного брака, как деформация и трещинообразование.

Для обеспечения стабильности качества металлоизделий важны контрольные измерения химического состава, вязкости, наличия механических включений, примесей воды и других показателей закалочных сред, в начале эксплуа-

тации и, периодически, в процессе её использования. Испытанием, которое объединяет результаты анализов и определяет итоговое заключение о соответствии данного масла требованиям технологии по динамике охлаждения металла для получения нужных структур и свойств, является тестирование масла по охлаждающей способности в соответствии с утверждённым Международным стандартом ISO 9950 [1]. В ИТТФ НАН Украины на базе ранее разработанной автоматизированной системы регистрации и обработки термоакустических экспериментальных данных процессов нестационарного теплообмена [2], была создана установка для тестирования охлаждающих свойств жидкостей. Установка (рис.1) состоит из печи с блоком управления нагревом до  $850\pm 3$  °С, стального образца (термозонда)  $D = 12,5$  мм,  $H = 60$  мм. В центре образца раз-

мещена хромель-аллюмелевая термопара. После нагрева до нужной температуры термозонд опускается в тестируемую жидкость. В процессе охлаждения сигнал от термопары подаётся на блок аналого-цифрового преобразователя. Цифровая информация передаётся в базу данных переносного компьютера, в котором с помощью специально разработанной программы производится расчетная и графическая обработка опытных данных.

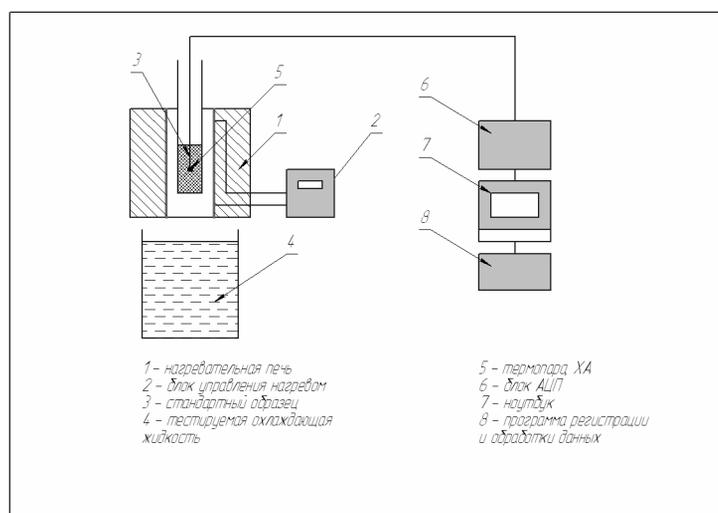


Рис. 1. Схема установки.

В программу исследований, согласованную с представителями ОАО «СКФ Украина и ООО «БАРКОР» – разработчика новых видов масел, были включены отечественные и импортные марки масел. В качестве базового для тестирования выбрано индустриальное масло И-12, а для сравнения – закалочное масло Isorapid 277НМ, (производитель «Petrofer chemie», ФРГ), хорошо зарекомендовавшее себя как среда с высокой скоростью охлаждения в зоне неустойчивого аустенита. Для поиска более экономичных закалочных сред, исследованы многокомпонентные составы на базе масла И-12 и пакета присадок ML-EP87 (производитель фирма «ML Lubrication»). Группу сред «Гартол» в широком спектре специальных присадок предоставил для тестирования ООО «БАРКОР». Также было протестировано масло марки «Термол», производитель – фирма «Кальви», г. Львов.

Для всех масел при тестировании устанавливалась  $T_m = 50 \pm 2$  °С

Получен ряд зависимостей температуры термозонда и скорости его охлаждения от времени. На кривых охлаждения  $T=f(\tau)$  наблюдаются три характерных участка, соответствующих трём режимам теплоотдачи от поверхности к

жидкости: двухфазного (плёночного и пузырькового кипения) и конвективного теплообмена. Зоны быстрого охлаждения на графике  $T(\tau)$  соответствуют участкам со значительной крутизной снижения температуры, что важно в диапазоне температур 650...400 °С и благоприятно влияет на формирование мартенситной микроструктуры металла. Предпочтительно выглядят две из исследованных сред: «Isorapid 277 НМ», а также «Гартол-S». Для этих сред зона плёночного кипения слабо выражена, кратковременна, поэтому практически не сказывается на замедлении охлаждения металла в вышеуказанном диапазоне температур. Максимумы скоростей охлаждения для них смещены в зону более высоких температур 610...620 °С и по абсолютной величине превышают другие масла на 10...35 град/с (рис.2).

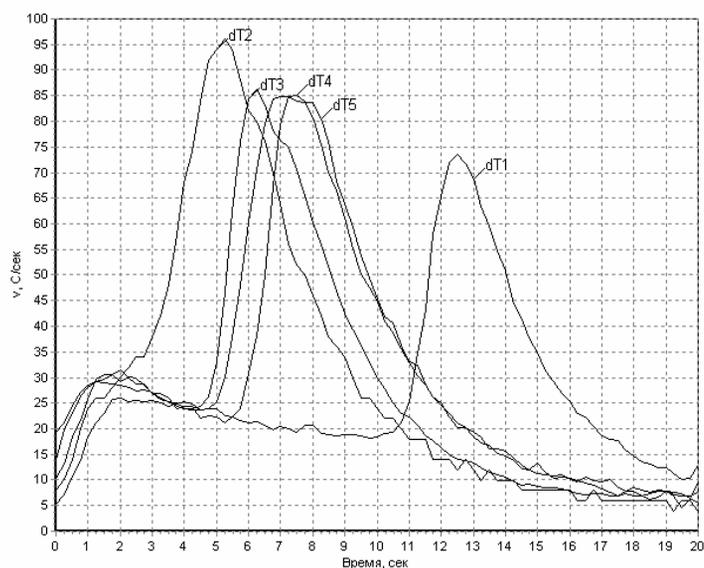


Рис. 2. Скорости охлаждения термозонда в различных средах:

$T_1$  – масло И-12;  $T_2$  – Изорapid;  $T_3$  – 10 % ML-EP87;  $T_4$  – Гартол-S;  $T_5$  – Термол.

Принятое по требованиям ISO 9950 представление процесса для различных сред шестью характерными показателями динамики охлаждения зонда, приведенными в табличной форме, подтверждает позитивную оценку данных марок масел в качестве закалочных жидкостей.

### Выводы

1. Исследование охлаждающих свойств закалочных масел в соответствии с требованиями ISO 9950 позволило получить зависимости динамики охлаждения стандартного термозонда для 14 типов масел.

2. Анализ полученных результатов даёт основания рекомендовать для использования в процессах термообработки марки масел типа «Isorapid 277НМ» и «Гартол-S». К преимуществам последнего относится сравнительно низкая, по сравнению с импортными закалочными средами, стоимость.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. International Standart ISO9950. Industrial quenching oil – Determination of cooling

characteristics – Nickel-alloy probe test method. – 1995.– P.9.

2. Москаленко А.А., Симаченко А.В., Добривецкер В.И., Дейнеко Л.Н., Кимстач Т.В., Проценко Л.Н. Разработка аппаратно-программного комплекса для определения охлаждающих свойств закалочных сред. «Строительство, материаловедение, машиностроение». – Сб. научн. трудов. – Вып.48 ч.3. Дн-вск., ПГАСА, 2009. – С.99-105.

**Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Блинов Д.Г., Шеренковский Ю.В., Юрчук В.Л., Сарюгло А.Г.**

*Институт технической теплофизики НАН Украины*

### **ПОСТРОЕНИЕ МАЛОМОДОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Несмотря на неуклонное возрастание возможностей современной вычислительной техники, по-прежнему остается актуальным построение физических моделей малой размерности (с малым числом свободных параметров). Это обусловлено, в частности, стремлением сжать до приемлемых объемов получаемые данные (как вычислительные, так и экспериментальные), необходимостью решения таких задач, как задачи управления, обратные задачи и другие, требующие для своего описания многофакторного анализа.

Эффективный подход к построению указанных моделей малой размерности для задач теплопереноса реализуется в таких методах как метод полиаргументных систем (МПС) и метод ортогональной декомпозиции. Принципиальное отличие этого подхода от традиционных проек-

ционных методов (в которых базисные функции выбираются априорно) состоит в специальной процедуре определения эффективного базиса, позволяющего отразить в аппроксимационном приближении основные особенности изучаемого процесса.

В настоящей работе в качестве примера применения указанных подходов рассмотрена задача управления температурным режимом радиоэлектронных устройств сложной конфигурации при наличии локализованных источников тепловыделения изменяющихся во времени. Для указанной задачи составлена маломодовая модель путем проецирования исходной дифференциальной постановки на пространственный базис, полученный методом МПС. Продемонстрирована ее эффективность для моделирования анализируемых объектов при существенно различных характерах изменения тепловыделений.