

**ВЕСТНИК
НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"**

Сборник научных трудов
Тематический выпуск "Новые решения в современных
технологиях"

3'2008

Издание основано Национальным техническим университетом «ХПИ» в 2001
году

Госиздание

Свидетельство Госкомитета по информационной политике
Украины КВ №5256 от 02.07.2001 г

КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель

Л.Л.Товажнянский, д-р техн.наук, проф.

Зам. председателя

А.П. Марченко, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Секретарь координационного совета

К.А.Горбунов, канд.техн.наук, доцент

Е.Е. Александров, д-р техн. наук, проф.

Б.Т. Бойко, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Годлевский, д-р техн. наук, проф.

А.И. Грабченко, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф.

П.А. Качанов, д-р техн. наук, проф.

А.Ф. Кириченко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.

В.А. Лозовой, д-р техн. наук, проф.

О.К.Морачковский, д-р техн. наук, проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, д-р техн. наук, проф.

М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.

В.П. Себко, д-р техн. наук, проф.

В.И. Таран, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.

А.Ф. Шеховцов, д-р техн. наук, проф.

Е.И. Юносова, д-р фил. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор

Е.И. Сокол, д-р техн. наук, проф.

Ответственный секретарь

О.В. Саввова, канд. техн. наук

Г.И. Львов, д-р техн.наук, проф.

А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.

И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.

Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.

В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.

М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.

Б.А. Перепелица, д-р техн. наук, проф.

Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.

В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.

В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.

Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.

В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.

Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.

Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.

В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.

Н.Н. Александров, д-р техн. наук,
проф.

П.Г. Перерва, д-р экон. наук, проф.

Н.И. Погорелов, д-р экон. наук, проф.

АДРЕС РЕДКОЛЛЕГИИ

61002, Харьков, ул. Фрунзе. 21 НТУ
«ХПИ», СМУС Тел. (057) 707-60-40

Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Збірник наукових праць.
Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях.- Харків: НТУ „ХПІ-2008.
-№3. - 120с.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты научных исследований и разработок, которые выполнены преподавателями высшей школы, аспирантами, научными сотрудниками, специалистами различных организаций и предприятий

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, специалистов

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати наукових досліджень та розробок, що виконані викладачами вищої школи, аспірантами, науковими співробітниками, спеціалістами різних організацій та підприємств Для наукових співробітників, викладачів, аспірантів, спеціалістів

Друкується за рішенням Вченої ради НТУ „ХПІ”, Протокол №2 від 22.02.2008

Національний технічний університет „ХПІ” 2008

УДК 656.212.5.073

М. П. НОСЕНКО

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ КОЛІЙ ОСНОВНИХ ПАРКІВ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ НА ЇХ ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ

Разработаны рекомендации по использованию технических средств сортировочных станций в зависимости от специализации путевого развития основных парков при определении пропускной и перерабатывающей возможности.

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями

На протязі останніх десяти років обсяги переробки на сортувальних станціях незначними темпами, але неухильно зростають. Проте той резерв колійного розвитку, що був розрахований на значно більші обсяги, забезпечує відносну стабільність функціонування станцій. Незважаючи на це, постійно спостерігаються затримки поїздів на підходах до станції, а також затримки у виконанні основних технологічних операцій, які у більшості випадків залежать від фактичної спеціалізації колій в усіх парках.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Це питання розкривається у дослідженнях як вітчизняних [1], так і зарубіжних вчених [2], але чіткої теорії на сьогодні не існує щодо її визначення і вимагає додаткових наукових пошуків.

Ціль статті – аналіз використання колійного розвитку сортувальних станцій для можливості встановлення закономірностей у залежності від технологічних параметрів від раціональної спеціалізації колій основних парків станції.

Основний матеріал

Виконані автором дослідження на сортувальних станціях Куп'янськ, Основа, Полтава, Кременчук Південної залізниці показали, що навіть при роботі досвідчених оперативних робітників, які можуть організувати сортувальний процес з раціональним використанням технічних засобів і чітким дотриманням технології роботи станції, постійно виникають затримки у поточному, безперебійному виконанні основних операцій, які виникають з наступних причин:

1. З конструктивних особливостей горловин основних парків;
2. Через нераціональну спеціалізацію колій;
3. Через невідповідність інтенсивності обслуговування составів у паралельних каналах підсистем;

4. Через неузгодженість дій оперативного персоналу однієї або декількох служб;
5. Через недостатню кваліфікацію причетних робітників та неякісну їх практичну підготовку та інших.

Якщо перерви за останніми двома причинами звичайно, не враховують, а вимагають розробки організаційно-технологічних заходів щодо їх ліквідації або скорочення, то третя причина вимагає скрупульозного аналізу та розрахунків потужності обслуговуючих апаратів у кожній підсистемі з досягненням необхідної пропорційної відповідності, згідно з теорією взаємодії процесів на сортувальній станції [3].

Перша причина, пов'язана з теорією проектування горловин основних парків, що передбачає певну залежність конструктивних параметрів від інтенсивності проходження рухомого складу через них.

Згідно з дослідженнями [4], число основних колій у горловинах (m_c) повинно забезпечувати мінімально необхідне число паралельних операцій для виконання технологічного процесу, але вихід з колій парку на них викликає затримки, тривалість яких залежить від інтенсивності виникнення таких маршрутів та загального числа колій у парку (m_n). Встановлено, що число таких виходів або паралельних ходів (m_{xe}) у горловині повинно бути не менше m_c . З метою приготування варіантних маршрутів, для скорочення тривалості очікування виходу рухомого складу на один з паралельних ходів, із загального числа колій парку утворюються секції (n_c) за рахунок укладки додаткових стрілочних переводів або з'їздів. Визначено, що при інтенсивності надходження поїздів з переробкою (I_p) не більше трьох на годину. $n_c = 3$, а при більшій інтенсивності $n_c = 2$; це й буде визначати необхідне число паралельних ходів. Крім того, якщо ходова колія, запроектована збоку парку, то її вихід на одну з основних колій є одним з паралельних ходів. При розташуванні локомотивного господарства паралельно парку приймання вихід з нього на одну з основних колій також рахується як паралельний хід. Такий детальний розподіл горловин на окремі конструктивні елементи дає змогу визначити їх навантаження як у цілому, так і в нестационарні періоди роботи сортувальної системи, оскільки інтенсивність переміщень по кожному з них суттєво відрізняється. Результати аналізу дають напрямок розробки заходів щодо удосконалення конструкції колійного розвитку з метою інтенсифікації його використання та встановлення оптимальної спеціалізації, особливо при виділенні ходових колій, бо з цієї причини виникає значна частка міжопераційних простоїв, які впливають на переробку і пропускну спроможність станції.

Так у парку приймання на деяких сортувальних станціях не виділяється ходова колія і всі маневрові переміщення здійснюються з використанням будь-якої вільної колії, а на більшості станцій існує жорстка спеціалізація, при цьому ходовою є колія, що складає подовження насувної колії і закінчується локомотивним тупиком у вхідній горловині. Приймання поїздів переважного напрямку повинно здійснюватися одночасно з усіх примикаючих підходів на певні секції колій, закріплених за ними, з можливістю паралельного заїзду гіркового локомотива до тупика. При розташуванні локомотивного господарства біля парку приймання слід

передбачати спорудження тупика для забирання поїзних локомотивів непереважного напрямку на односторонніх сортувальних станціях.

Отже чітка спеціалізація колій у вхідній горловині різко зменшує число міжопераційних перерв, тривалість яких складає 2-3% від розрахункового періоду при визначенні пропускної спроможності горловини та переробної спроможності сортувальної гірки, а тому її можна включити до постійних операцій. Приблизно таку величину можна приймати при визначенні пропускної спроможності вихідної горловини парку відправлення.

Значно складніше проявляється вплив спеціалізації колій у передгірковій та центральній горловині станції де одночасно можуть з'являтися як ворожі, так і паралельні маршрути. У загальному вигляді тривалість перерв може визначитися

$$t_{mn} = \sum_{i=1}^{n_c} P(t_{mn})_i I_p t_{on} t_{ep,i}, \quad (1)$$

де n_c – число секцій, на які (з яких) здійснюється приготування маршруту;

$P(t_{mn})_i$ - імовірність появи перерв при виконанні окремих операцій з i -тої секції колій парка;

t_{on} - тривалість виконання поточної операції, хв.;

$t_{ep,i}$ - тривалість використання ворожого маршруту з i -тої секції парка, хв.

При розрахунку переробної спроможності гірки визначена тривалість t_{mn} додається до гіркового інтервалу, а при визначенні пропускної спроможності парку відправлення – до тривалості заняття колії одним составом, згідно з технологічним процесом [5].

Результати досліджень показали, що у парку приймання мінімальна тривалість t_{mn} виникає при застосуванні початково-кільцевого заїзду гіркового локомотива з використанням обхідної колії та спорудженні ходової колії збоку парку напроти розташування локомотивного господарства. У центральній горловині найбільш раціональним є варіант розташування ходової колії у середині парку відправлення, при цьому середні пучки сортувального парку повинні спеціалізуватися для найбільш потужних призначень, що дає змогу одночасного виконання операцій по закінченню формування основного вагонопотоку та перестановки на колії відправлення.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку:

При проектуванні нових та удосконаленні конструкції основних парків сортувальних станцій, а також при коригуванні їх технологічних процесів необхідне в першу чергу чітке обґрунтування раціональної спеціалізації колій за запропонованою методикою, що дозволить мінімізувати тривалість міжопераційних перерв при виконанні основних операцій сортувального процесу, зменшення простою рухомого складу і скорочення робочого парку.

В подальших дослідженнях планується визначення впливу різних типів і схем сортувальних станцій на тривалість затримок основних технологічних маршрутів при різних варіантах спеціалізації колійного розвитку.

Список літератури: 1. Кривошей Б.А. Расчет специализации путей сортировочного парка. // Методические указания для слушателей ФПК. – Харьков: ХИИТ, 1982. – 22 с. 2. Саков Р.А. Определение межоперационных простоев вагонов на сортировочных станциях. // Вестник ВНИИЖТ, № 7. – М.: 1968. – С. 47-54. 3. Платонов А.И. Взаимодействие процессов на сортировочной станции. – М.: Трансжелдориздат, 1955. – 244 с. 4. Крячко В.И. Выбор оптимальных параметров подсистемы “входа” методом статистических испытаний. // Сб. научн. тр. МИИТа, вып. 593. - М.: 1978. – С. 71-74. 5. Кулешов В.М., Носенко М.П. Рябушка Ю.А. Системний аналіз використання технічних засобів залізничних станцій / Восточно-Европейский журнал передовых технологий, 2/6 (26), 2007. – С. 14-16.

Поступила в редколлегию 09.01.2008

УДК 658.012

С.В.ШТЫК, М.Ф.ЛАГУТИН, докт.техн. наук

ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАММЫ И ЭЛЕКТРОЭНТЕРОГРАММЫ МЕТОДОМ СЛЕПОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ

Пропонується спосіб рішення однієї із задач цифрової обробки сигналів електричної активності органів шлунково-кишкового тракту. Описані необхідні для обробки властивості цих сигналів. Проаналізовані останні досягнення в обробці електрогастрограми методом сліпого розділу сигналів, а також сучасні алгоритми цього метода, підібрані згідно властивостей сигналів, отриманих на виході пристрою реєстрації. Описані основні властивості алгоритму, призначеного для обробки електрогастроентерограми.

Болезни органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) относятся к числу наиболее распространенных заболеваний, что определяет актуальность поиска эффективных диагностических методик и аппаратных средств для их выявления, контроля и коррекции в процессе лечения. Некоторые болезни сопровождаются нарушениями динамики моторной функции ЖКТ, которые проявляются в легком парезе или параличе. Такие нарушения особенно часты в хирургической практике и связаны с оперативными вмешательствами в брюшной полости, травмами, перитонитами, различной патологией печени, почек, сердца и других органов. Так, например, после радикальных операций на прямой кишке парезы встречаются в 60%. При хирургическом вмешательстве в органы ЖКТ, процесс восстановления чаще всего контролируется методом рентгенограммы с приемом рентгеноконтрастного вещества (бариевой смеси) перорально. Во время такого обследования пациент получает эффективную дозу в $6,7 \cdot 10^6$ Бк, что эквивалентно дозе, которую получает человек при проживании на протяжении 2,5 лет при нормальном природном фоне на территории Украины. Менее распространенным является сцинтиграфический метод, основанный на использовании препаратов с короткоживущим радиоизотопом. В этом случае лучевая нагрузка значительно ниже ($2,3 \cdot 10^6$ Бк), но стоимость обследования в шесть раз выше рентгенографического, в том числе из-за применения узкоспециализированного оборудования.

Альтернативным методом оценки динамики моторной функции желудка является электрогастрография – метод, основателем которого является Alvarez W.C. Этот метод заключается в обработке биопотенциалов, снимаемых в диапазоне частот 0,02...0,08 Гц с поверхности брюшной стенки в зоне проекции антрального отдела желудка на фронтальную поверхность тела. За длительный период существования этот метод исследования электрической активности (ЭА) органов ЖКТ не вошел в широкую врачебную практику из-за сложности обработки сигналов. Из-за перспективности этого неинвазивного и безопасного метода в данное время исследователями данной области ведется поиск способов решения возникающих задач при регистрации [1], обработке электрогастрограммы (ЭГГ), электроэнтерограммы (ЭЭНГ) и интерпретации полученных результатов. При обработке ЭГГ и ЭЭНГ возникает задача разделения сигналов ЭА органов ЖКТ, и особенно сигналов двенадцатиперстной кишки и артефакта дыхания (АД) в диапазоне перекрытия их спектров. Анализ методов цифровой обработки сигналов показывает, что для этих целей следует оценить возможность слепого разделения сигналов (СРС), который успешно применяется в электроэнцефалографии, электрокардиографии и электромиографии.

Одной из первых публикаций по применению СРС к ЭГГ является статья Wang Z.S. (1999г.) [2]. Цель исследования Wang Z. S. - выделить ЭА желудка из зашумленной многоканальной ЭГГ с помощью СРС. Смесь сигналов источников (СИ) линейная, стационарная во времени, полученная посредством смешивания с невырожденной матрицей сигналов с нулевым средним. При этом число СИ должно быть таким же или меньше числа сигналов отведений (СО). Нахождение оценки СИ осуществляется согласно выражению: $s(t) = W^T \cdot v(t) = W^T \cdot U \cdot x(t)$, где $s(t)$ - вектор СИ, $x(t)$ - вектор СО, W^T - транспонированная матрица разделения, U - матрица предварительной обработки, получаемой с помощью анализа главных компонент: $v(t) = U \cdot x(t)$, где $U_{k+1} = U_k - m \cdot [x(t) \cdot x^T(t) - I] \cdot U_k$. В качестве меры независимости

используется эксцесс. Целевая функция имеет вид: $J(w_i) = E\{(w^T \cdot v(t))^4\} + F\left(\|w_i\|_2^2\right)$,

где F - это скалярная функция, подлежащая определению; w_i - весовой вектор может корректироваться с помощью градиентного алгоритма. Результирующий алгоритм имеет вид: $w_i = s \cdot [E\{v(t) \cdot (w^T \cdot v(t))^3\}]$, где s - это скалярный множитель. Исследователь [2] сделал вывод, что примененный им метод может отделить медленные волны (МВ) желудка в норме от АД, помех и случайных шумов, а также может выделять сложный сигнал желудка при несгруппированности МВ желудка (отделы желудка сокращаются не синхронно). В норме существует только один СИ (МВ и потенциалы действия желудка), который распространяется от тела желудка к привратнику желудка. В случае несгруппированности МВ СРС выделяет большое число сигналов источников. Выделение МВ ЭА желудка возможно даже в случае большой мощности АД и сигнала электрокардиограммы (ЭКГ). Но на выходе СРС нельзя получить отдельно каждый СИ. Так из трех отведений с зашумленной смесью полезных сигналов и артефактов этот метод выделил в одном канале ЭА желудка, а в других 2-х каналах помехи, а не как предполагалось: отдельно в каждом канале какой-то артефакт или шум. Недостатком предлагаемого алгоритма является использование в качестве меры независимости СИ эксцесса, который чувствителен к выбросам. В качестве метода оптимизации целевой функции вместо

градиента следует использовать более быстрый алгоритм, к примеру, метод фиксированного направления, имеющий кубическую, а не линейную сходимость. Кроме этого в алгоритме отсутствует коэффициент обучения, что облегчает его использование, и нет необходимости в выборе функции активации, неадекватный выбор которой, в случае использования градиента, приводит к сходимости к неверному решению. Метод естественного градиента предпочтительнее только в случае необходимости адаптации к быстро меняющимся условиям.

В 2001г. Liang H. опубликовал статью [3], в которой для устранения артефактов из многоканальной ЭГГ используется метод СРС, основанный на правдоподобию. Модель смешивания тоже линейная, СИ могут иметь как гауссово, так и негауссово распределения, СИ взаимно независимы во времени, матрица смешивания полагается невырожденной. При этом число СИ должно быть меньше или равно числу СО. Главная идея в том, чтобы на основании максимума правдоподобия смоделировать вектор наблюдений $x(t)$, который сгенерирован из скрытых сигналов источников $s(t)$ с помощью линейного смешивания посредством матрицы A . Правдоподобие данных в этой модели представляет собой функцию параметров модели. При условии отсутствия шума можно использовать оценку параметрической плотности $p(x;a)$ для нахождения параметрического вектора a , минимизирующего отличия между сгенерированной моделью $p(x;a)$ и наблюдаемым распределением $p(x)$. Каждый вектор a может рассматриваться как базисный вектор матрицы A , вследствие чего $p(x;a)$ является оценкой вектора наблюдений $p(x)$. Отличие между оценкой и наблюдением может быть измерено дивергенцией Калбека-Леблера (KL): $KL(p(x), p(x;a)) = H(x) - \int p(x) \cdot \log p(x;a) dx$, где $p(x)$ - это функция плотности вероятности (ФПВ) наблюдения x , $p(x;a)$ - параметрическая оценка распределения $p(x)$, $H(x)$ - энтропия. Дивергенция равна нулю, только если оценка $p(x;a)$ равна $p(x)$. Оптимизация целевой функции проводится с помощью стохастического градиента. Для повышения вычислительной эффективности вместо стохастического градиента могут применяться естественный или относительный градиент. С помощью этого метода СРС удалось выделить сигнал ЭА желудка из ЭГГ. Этот метод может разделять как субгауссианы, так и супергауссианы без дополнительной информации об их статистических свойствах. Он может быть применен к гауссианам при условии отличающихся спектров СИ. Но метод может не справиться с устранением артефакта движения из ЭГГ из-за его малой длительности. Кроме этого градиентные алгоритмы имеют низкую скорость сходимости.

В 2003г. Ohata M.[4] с группой исследователей опубликовал статью, в которой решение задачи нахождения сигнала ЭА желудка в ЭГГ осуществляется минимизацией взаимной информации (ВИ). Модель СРС представляет собой смесь-свертку, и матрица передаточных коэффициентов имеет вид: $X(z) = \sum_t X_t z^{-t}$. Пусть

в смеси присутствует шум $n(t)$, тогда вектор матрицы СО: $x(t)=A(z) \cdot s(t)+n(t)$, где $A(z) = \sum_1 A_1 \cdot z^{-1}$ - смешивающая матрица с полным столбцовым рангом. При малом

значении шума оценка СИ: $y(t)=W(z) \cdot x(t)$. В качестве оцениваемой функции выступает ВИ, выраженная через энтропию: $I(W(z)) = - \sum_{i=1}^N E[\log q_i(y_i(t))] - H[y(t)]$,

где $E[\cdot]$ - математическое ожидание, $H[y(t)]$ - это энтропия серии $\{\dots, y(-1), y(0), y(1), \dots\}$, $q_i(s)$ - функции, являющиеся моделями для ФПВ сигналов $s_i(t)$. Если $s_i(t)$ – независимые, с идентичным распределением СИ и $q_i(s)$ выбраны максимально близко к фактическим значениям ФПВ сигналов $s_i(t)$, то разделение может быть достигнуто минимизацией $I(W(z))$ относительно $W(z)$. Для прямоугольных матриц разделения с полным рангом в римановой метрике для минимизации функции используется метод естественного градиента с неголономными ограничениями, который имеет вид: $\frac{dW(z)}{du} = -\text{offdiag}E[j(y(t)) \cdot y^H(t, z)] \cdot W(z)$, где $j_i(y) = d \cdot \log q_i(y) / dy$; $j(y(t)) = [j_1(y_1(t)), \dots, j_N(y_N(t))]^T$ и $y(t, z) = \sum_t y(t) \cdot z^t$, где параметр u - время

адаптации матрицы. Этот метод работает когда число СО больше числа СИ. Исследователем из 4 монополярных отведений получены 2 сигнала – ЭА желудка и сигналы неизвестного происхождения. Используя предположение смеси-свертки СИ органов ЖКТ, так как волны желудочной ЭА обусловлены перистальтикой желудка, поэтому сигнал желудка регистрируется в отведениях с различными задержками, исследователь приближает сигнал ЭА желудка к обработке сигналов, распространяющихся в пространстве. В статье предлагается не отходить от принципов электрографии, а именно, каждое возбужденное волокно представляет собой элементарный диполь, вызывающий появление элементарной электродвижущей силы (ЭДС). Одновременно существует большое число диполей, перемещающихся в различных направлениях. Сумма всех векторов в каждый момент времени представляет суммарный диполь и может рассматриваться как единственный или суммарный вектор ЭДС органа (желудка) в данный момент. ЭДС органа распространяется до поверхности тела, и суммарный вектор ЭДС органа проецируется на отведения. Суммарный вектор во время рабочего цикла ЭА органа постоянно меняет свою величину и направление.

Hubka P.[5] при устранении помех различного рода из ЭГГ, полученной с помощью подкожно вживленных электродов с четырех монополярных отведений, использует алгоритм т.н. быстрого анализа независимых компонент (АНК). Модель АНК - это линейная смесь взаимно независимых негауссианов, с нулевым средним и единичной дисперсией. Смесь сигналов негауссианов имеет распределение ближе к распределению гаусса. Описание алгоритма см. далее. В результате проведенных исследований из 4 монополярных отведений после обработки методом СРС были получены 4 отдельных сигнала: сигнал ЭА желудка, артефакт и короткий высокочастотный сигнал, попавший в канал регистрации.

Результаты приведенных выше исследований дают основания предполагать о возможности решения задачи выделения сигналов ЭА не только желудка, но и других органы ЖКТ: тонкого и толстого кишечника методом СРС.

Так как первым требованием для использования этого метода является наличие количества каналов регистрации превышающее число СИ, то возникла задача определения количества СИ в ЖКТ. В сегментах ЖКТ: желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник существуют 7 пейсмейкеров (Рис.1). Первый находится в желудке, в средней части его тела, на большой кривизне, частота МВ составляет 0,033 - 0,067 Гц в норме. Второй - в двенадцатиперстной кишке сразу за пилорусом, частота его МВ составляет 0,2 Гц. Третий пейсмейкер находится в тощей кишке со

средней частотой МВ 0,113 Гц. В толстом кишечнике есть четыре пейсмейкера: в слепой кишке, в области соединения слепой и восходящей ободочной кишки, в поперечной ободочной кишке и в сигмовидной ободочной. Частота МВ каждого из четырех пейсмейкеров толстого кишечника занимает диапазон 0,05 - 0,1 Гц. Кроме ЭГГ и ЭЭнГ устройством регистрируются артефакты, которые так же рассматриваются как СИ. Поэтому минимальное количество каналов в электрогастроэнтерографе [1] должно быть не менее семи, отведенных под СИ органов ЖКТ, а так же один под АД, частотный диапазон которого 0,163 - 0,283 Гц, а так же сигнал ЭКГ, максимум спектральной плотности которого приходится на частоте около 0,7 Гц.

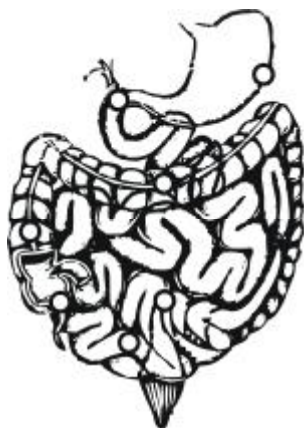


Рис. 1 – Расположение пейсмейкеров ЖКТ

Каждый алгоритм метода СРС основывается на определенных предположениях, связанных с моделью смешивания. Свойства модели смешивания СИ органов ЖКТ:

- а) СИ имеют не гауссово распределение;
- б) СИ взаимно статистически независимые;
- в) СИ не являются независимо и идентично распределенными (independent and identically distributed) [4], так как сигнал ЭА желудка имеет периодичность;
- г) задача разделения СИ ЭГГ и ЭЭнГ - это плохо обусловленная задача, так как полезные СИ и СИ артефакта дыхания имеют на порядок отличные амплитуды (среднеквадратическое значение полезного сигнала составляет 1 - 500 мкВ [1], а артефакта дыхания 5 мВ);
- д) сигнал ЭГГ представляет собой линейную смесь [2], [3], [5];
- е) СИ нестационарные, так как это биомедицинский сигнал, с течением времени статистические свойства которого изменяются;
- ж) электрическая активность желудка носит несинусоидальный характер;
- з) зашумленные сигналы в основном шум с гауссовым распределением;
- и) число СО полагается больше или равно числу СИ.

Согласно свойствам модели смешивания СИ подобраны и проанализированы такие алгоритмы СРС:

1) Общая приближенная диагонализация (Joint Approximate Diagonalization) [6]. Алгоритм состоит в нахождении четырехковариационной матрицы СО и вычисления матрицы вращения, что одновременно диагонализует собственные матрицы, полученные из полуинвариантов четвертого порядка. После применения этого алгоритма, полученные сигналы являются статистически независимыми. Основной недостаток алгоритма в вычислительной громоздкости из-за

необходимости одновременной диагонализации некоторого числа матриц данных методом диагонализации Якоби.

2) Разделение СИ второго порядка нестационарности (Second-Order Nonstationary Source separation) [7]. Этот алгоритм использует нестационарность (в смысле меняющейся во времени дисперсии) и временную структуру СИ (неисчезающую временную корреляцию) на фоне белого стационарного аддитивного шума, или стационарной интерференции и шума. Здесь для каждого временного интервала определенной длительности вычисляется ковариационная матрица, после чего для ортогонализации матриц применяется метод диагонализации Якоби.

3) Быстрый АНК (Fast independent component analysis). Разработчик этого алгоритма [8] предлагает для нахождения независимых СИ измерять негауссовость, оцениваемую абсолютным значением эксцесса или негентропией. Смысл измерения негауссовости в следствии центральной предельной теоремы, согласно которой, смесь сигналов с негауссовым распределением имеет распределение близкое гауссовому. Как оценку можно также использовать принцип максимума правдоподобия или максимизацию энтропии/информации. Недосток эксцесса в неробастности, т.е. в чувствительности к выбросам (значение эксцесса зависит от нескольких атипичных выборок в измерениях). В отличие от этого негентропия выраженная через кумулянты вычислительно менее емкая и робастная. Оценка максимума правдоподобия обладает такими свойствами как устойчивость, асимптотическая эффективность, так как именно методом максимума правдоподобия можно найти нижнюю границу ковариационной матрицы. Она предполагается наилучшей. Для нахождения оптимума целевой функции используется алгоритм с фиксированным направлением (fixed-point algorithm):

$$W_{k+1} = W_k + \text{diag}(a_i) \cdot [\text{diag}(b_i) + E\{g(y) \cdot y^T\}] \cdot W_k,$$

где $a_i = -1/(b_i + E\{g'(y_i)\})$; $b_i = -E\{y_i \cdot g(y_i)\}$, для $i=1, \dots, n$, в качестве функции $g(\cdot)$ может быть выбран тангенс гиперболический.

4) Несмещенный квази-Ньютонов алгоритм для АНК (Unbiased quasi Newton algorithm for ICA). В функции стоимости алгоритма используются кумулянты. Решением функции является седловая точка. Если выразить взаимную информацию через энтропию и вместо энтропии подставить кумулянты, то получится модифицированная функция, не имеющая прямого отношения к взаимной информации. Решение разделения теперь будет представлять собой седловую точку, а не минимум или максимум функции [9]. Алгоритм подразумевает использование для адаптации системы разделения квази-Ньютонового метода:

$$W_{k+1} = W_k - m_k \cdot (C_{y,y}^{1,b} \cdot S_y^b - I) \cdot W_k. \quad (1)$$

где $m_k = \min\left(2 \cdot h / (1 + h \cdot b), h / \left(1 + h \cdot \left\| C_{y,y}^{1,b} \right\| \right)\right)$; $C_{y,y}^{a,b} = \text{Cum}(y_i, \dots, y_i, y_j, \dots, y_j)$ - взаимная кумулянтная функция, $S_y^b = \text{diag}(\text{sign}(\text{diag}(C_{y,y}^{a,b})))$.

5) Обобщенный робастный АНК, основанный на кумулянтах (Extended robust ICA, based on Cumulants), осуществляющий поиск седловой точки [9]. В выражении (1) положим:

$$m_k = \min \left(2 \cdot h / \left(1 + h \cdot \sum_{b \in \Omega} w_b \cdot b \right), h / \left(1 + h \cdot \left\| \sum_{b \in \Omega} w_b \cdot C_{y,y}^{1,b} \cdot S_y^b \right\| \right) \right).$$

Использование нескольких кумулянтов повышают надежность алгоритма в том смысле, что хотя бы один кумулянт не будет равен нулю, кроме этого увеличивается объем используемой статистической информации, что так же повышает точность алгоритма.

б) Эквивариантное адаптивное разделение СИ (Equivariant adaptive source separation) [9]. Основанный на кумулянтах алгоритм:

$$W_{k+1} = \left(I - m1_k \cdot \left(C_{y,y}^{1,1} - I \right) + m2_k \cdot \sum_{b \in \Omega} w_b \cdot \left(S_y C_{y,y}^{3,1} - C_{y,y}^{1,3} S_y \right) \right) \cdot W_k,$$

где размер шага вычисляется по формулам: $m1_k = \min\{m0_k, m3_k\}$;

$$m2_k = \min\{m0_k, m4_k\}; m3_k = 1/2; m4_k = 1/2 \left(\max \left\{ \sum_{b \in \Omega} w_b \cdot \left| C_{y_i}^{1+b} \right| \right\} \right)^{-1}$$

$$m0_k = h / \left(1 + h \cdot \left\| C_{y,y}^{1,1} - \sum_{b \in \Omega} w_b \cdot \left(S_y C_{y,y}^{3,1} - C_{y,y}^{1,3} S_y \right) \right\| \right).$$

7) Алгоритм Пирсона (Pearson optimal) основанный на максимуме правдоподобия, где распределения СИ моделируются адаптивно системой Пирсона, оптимизация проводится при помощи алгоритма фиксированного направления [10]: $W_{k+1} = W_k + D \cdot [E\{f(y) \cdot y^T\} - \text{diag} E\{f(y_i) \cdot y_i\}] \cdot W_k$, где $D = \text{diag}[1/(E\{f(y_i) \cdot y_i\} - E\{f'(y_i)\})]$.

8) Обобщенного лямбда распределения алгоритм (Extended Generalized Lambda Distribution) [11] так же основан на максимуме правдоподобия, но для адаптивного моделирования используется обобщенное лямбда распределение. Состоит из лямбда и бета распределений. Исходя из значения эксцесса и асимметрии делается выбор между лямбда и бета распределениями. В качестве методов оптимизации целевой функции могут быть естественный или относительный градиентный алгоритм: $W_{k+1} = W_k + h \cdot (I - j(y) \cdot y^T) \cdot W_k$, где h - параметр обучения. И алгоритм с фиксированным направлением: $W_{k+1} = W_k + D \cdot (E\{j(y) \cdot y^T\} - \text{diag}(E\{j(y_i) \cdot y_i^T\})) \cdot W_k$, где $D = \text{diag}(1/E\{j(y_i) \cdot y_i\} - E\{j'(y_i)\})$.

9) ThinICA [12] - это алгоритм, который объединяет в себе свойства алгоритмов SONS, JADE и FastICA. При количестве подлежащих выделению СИ равном единице, алгоритм ведет себя как FastICA по быстрой сходимости и симметричной ортогонализации. При совпадении количества СИ и СО алгоритм выделяет все СИ одновременно, используя статистики второго или четвертого порядков или свойство нестационарности. При другом значении от одного до числа отведений алгоритм использует критерий общей оптимизации.

Проанализированные алгоритмы основаны на моделях, свойства которых частично совпадают с моделью смешивания сигналов ЭА органов ЖКТ. Искомый алгоритм должен иметь следующие свойства: 1) оценивающая функция не должна основываться на мере негауссовости из-за вероятности появления свертки СИ вследствие расстройств ЖКТ – несгруппированности или как искажения на выходе фильтров предварительной обработки; 2) в качестве метода оптимизации наиболее

перспективним являється метод фіксованого напрямлення, так як он може справитися з сигналами малої довготривалості [5] і в отличие от градиентних методів [3], метод фіксованого напрямлення має максимальну (кубическую) швидкість збіжності, крім цього немає необхідності в підборі коефіцієнта навчання; 3) так як СИ органів ЖКТ нестационарні, то слід спробувати принцип алгоритму розділення СИ другого порядку нестационарності, а саме: обробити методами, призначеними для стационарних СИ інтервали СО. Метою подальших досліджень є пошук алгоритму і виділення з його допомогою сигналів електричної активності шлунка і кишечника на виході гастроентеродіагностичної системи [1].

Список літератури: 1. Кузин А.И., Штык С.В., Журавель В.В., Лагутин М.Ф. Система для реєстрації електроентерограми і електрогастрограми // Прикладна радіоелектроніка. - Харків, 2007.- с.4 (в печаті). 2. Wang Z.S., Cheung J.Y., Chen J.D.Z. Blind separation of multichannel electrogastrograms using independent component analysis based on a neural network // Medical and Biological Engineering and Computing.-1999.-Vol.37.-PP.80-86. 3. Liang H. Adaptive independent component analysis of multichannel electrogastrograms // Medical Engineering and Physics 23.-2001.-PP.91-97. 4. Ohata M., Matsuomoto T., Shigematsu A., Matsuoka K. Independent component analysis of electrogastrogram data // The 4th International Symposium On Independent Component Analysis And Blind Signal Separation.-2003.-PP.53-58. 5. Hubka P., Rosík V., Ždiňák J., Tyšler M., Hulín I. Electrogastrographic signals analyzed by independent component analysis // The 3rd European Medical And Biological Engineering Conference.-2005.-PP.20-25. 6. Cardoso J.-F. High-order contrasts for independent component analysis // Neural Computation.-1999.-Vol.11.-PP.157-192. 7. Cichocki A., Amari S. Adaptive blind signal and image processing: learning algorithms and applications // Reprint.-Chichester: Wiley.-2006.-PP.554. 8. Hyvarinen A., Karhunen J., Oja E. Independent component analysis // by John Wiley and Sons.-2001.-PP.481. 9. Cruces S., Castedo L., Cichocki A. Robust blind source separation algorithms using cumulants // Neurocomputing.-2002.-Vol.49.-PP.87-118. 10. Karvanen J., Eriksson J., Koivunen V. Pearson system based method for blind separation // Proceedings of Second International Workshop on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation.-2000.-PP.585-590. 11. Eriksson J., Karvanen J., Koivunen V. Source distribution adaptive maximum likelihood estimation of ICA model // Proceedings of Second International Workshop on Independent Component Analysis and Blind Signal Separation.-2000.-PP.227-232. 12. Cruces S., Cichocki A. Combining blind source extraction with joint approximate diagonalization: thin algorithms for ICA // in Processing ICA.-2003.-PP.173-178.

Поступила в редколлегию 09.01.08

УДК 656.7:656.212.7

Г.М. СІКОНЕНКО, Т.Ю. МАРЧЕНКО

ЛОГІСТИЧНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ НА СТАНЦІЇ

Розглянуто основні принципи функціонування логістичних транспортно – технологічних систем доставки вантажів. Наведені умови, що характеризують рівень якості обслуговування споживачів. Запропоновано при визначенні критеріїв обслуговування, що є

комплексним показником, враховувати ціну обслуговування і здатність логістичної системи забезпечити доставку необхідного споживачу товару в встановлений термін і місце.

Актуальність теми. Важливу роль в підвищенні ефективності функціонування Укрзалізниці (УЗ) в умовах дефіциту перевізних засобів повинно відігравати удосконалення технології перевізного процесу. Скорочення експлуатаційних витрат повинно досягатися насамперед за рахунок удосконалення системи управління перевезеннями, впровадження систем автоматизації, нових технічних засобів, інформаційних технологій.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з простоем та переробкою вагонів на сортувальних станціях можливо скоротити за рахунок впровадження логістичних принципів роботи з місцевими вагонами.

У розвиток теорії й практики технології роботи сортувальних станцій, застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, що значно впливають на тривалість обробки поїздів й вагонів, собівартість переробки, а також на безпеку руху поїздів і маневрової роботи, внесли великий вклад такі вчені та практики: В.М. Акулінічев, Б.А. Аникин, В.А. Буянов, П.С. Грунтов, Ю.В. Дьяков, Ю.І. Єфименко, М.Д. Іловайський, В.М. Кулешов, В.Е. Николайчук, Т.А. Родкина, Є.А. Сотніков, І.Г. Тихоміров, та інші.

Незалежно від моделі логістичної системи, особливостей локального прояву транспортно-складської логістики, стратегії підприємства у виробничо-комерційній діяльності й ін. факторів ефективно діюча система зберігання й переробки в області керування запасами повинна відповідати наступним критеріям:

- максимально повно задовольняти потреби логістичної системи в матеріальних ресурсах і(або) попит на цільовому товарному ринку;
- сприяти мінімізації оборотних коштів, що направляють на формування й підтримку сукупних запасів;
- забезпечувати максимальну відповідність структури запасів якісним і асортиментним вимогам виробництва або ринку.
- зводити до мінімуму сукупні витрати по керуванню запасами.
- створювати умови для високої продуктивності живої праці.

Мета розробки моделі технології роботи з місцевими вагонами на сортувальній станції на основі теорії управління запасами конкурентній системі полягає в побудові (виборі) вектора цільових показників, при яких можливо досягнення мінімальних експлуатаційних витрат.

Таким чином, в оптимальному плані значення всіх економічних показників можуть і не бути екстремальними, але бути найбільш вигідними в сукупності, що відповідає принципу синергічності логістичних систем.

Від кількості місцевих вагонів на адресу кожного вантажного пункту, кількості безпосередньо вантажоодержувачів, розташування під'їзних колій, часу на виконання вантажних операцій та інш. залежить методи управління перевізним процесом, результативність комерційної діяльності і в цілому економічний ефект від управління об'єктами логістичної системи. Одним з головних завдань організації місцевої роботи на станції є правильний вибір тактики та технології обслуговування вантажних пунктів при зменшенні витрат на маневрову роботу та простої вагонів як на сортувальній станції, так і на пунктах навантаження - вивантаження. Оперативне

регулювання розмірів запасів можна здійснювати за допомогою зміни кількості вагонів та інтервалів між подачами. У логістиці застосовують наступні технологічні системи керування запасами:

- система з фіксованими розмірами замовлення – кількості вагонів;
- система з фіксованою періодичністю замовлення – часом надходження місцевих вагонів на вантажні пункти станції;
- система із двома фіксованими рівнями запасів без постійної періодичності замовлення;
- система із двома фіксованими рівнями запасів і з фіксованою періодичністю замовлення.

На практиці найпоширенішою й простішою є технологічна система з фіксованим розміром замовлення. В даному випадку застосовується четверта схема передачі вагонів на під'їзні колії, хоча накопичення вагонів в очікуванні передачі може вестися у сортувальному парку або до максимальної місткості фронту, або до визначеного часу. Замовлення на передачу порожніх вагонів під навантаження подається при зменшенні наявних вагонів. У процесі функціонування даної технологічної системи запас (наявність порожніх вагонів на вантажних фронтах) поповнює на ту саму величину, практично рівну партії поставки (відвантаження), але інтервали поставки можуть бути різними залежно від інтенсивності витрат (споживання) матеріальних ресурсів у логістичній системі або збуту готової продукції на цільовому ринку (потреб вантажоодержувачів).

Регулюючими параметрами даної системи є кількість вагонів, що передається на вантажний фронт у завантаженому чи порожньому стані та час, коли ці вагони мають бути подані за умов роботи вантажного фронту та мінімального часу простою вагонів на вантажному пункті («точка замовлення»).

«Точка замовлення» представляє собою позначену нижню границю запасу, при досягненні якої необхідно організувати чергову передачу порожніх вагонів під навантаження. Наявна кількість порожніх вагонів на вантажному фронті («рівень запасу») повинна бути достатньою для безперебійної роботи (збуту) в період логістичного циклу. При цьому вагони, що знаходяться у резерві («страховий запас») повинен залишитися недоторканим. У деяких випадках застосовують плаваючу (коливну) точку замовлення. Вона не фіксується заздалегідь, а момент подачі замовлення на подачу порожніх вагонів визначається з урахуванням виконання календарного плану навантаження або з урахуванням коливань у відповідності до вимог вантажоодержувачів. Мінімальний розмір запасу в розглянутій системі залежить від інтенсивності витрат (виконання плану навантаження та вивезення вагонів з вантажних фронтів у проміжок часу між подачею замовлення і надходженням порожніх вагонів на фронт.

Умовно приймається, що даний інтервал часу в логістичному періоді є постійним. Тоді запас "точки замовлення" можна визначити таким чином:

$$U_{нотр} = U_{стр} + U_{необ}T, \quad (1)$$

де $U_{нотр}$ - необхідна кількість порожніх вагонів для виконання всіх операцій логістичного циклу;

$U_{стр}$ - страховий і підготовчий запаси;

$U_{необ}$ - середня кількість вагонів, що навантажується за одиницю логістичного розрахункового часу (можна прийняти умовно рівною продуктивності фронту), ваг/год;

T - час на виконання вантажних операцій, год.

При роботі по системі з фіксованим розміром замовлення порожні вагони повинні знаходитися на двох коліях. На першій колії знаходяться вагони, з якими безпосередньо виконують вантажні операції, а на другій – вагони, з якими потрібно виконати операції після у період часу між подачею замовлення і його виконанням, тобто до моменту надходження нової партії вагонів під навантаження.

Система з фіксованим розміром замовлення припускає безперервний облік залишків порожніх вагонів для того, щоб не упустити моменту настання «точки замовлення».

У технологічній системі з фіксованою періодичністю замовлення порожні вагони потрібно замовляти й передавати на вантажні фронти через рівні проміжки часу, а розмір запасу регулюється шляхом зміни кількості вагонів в подачі. Наприкінці кожного періоду перевіряється рівень запасів і, виходячи із цього, визначається розмір партій поставок, що поповнюються. При кожному надходженні чергової партії запас поповнюється до певного максимального рівня. Регулюючими параметрами даної системи є максимальний рівень, до якого здійснюється поповнення запасів, і інтервал між двома черговими надходженнями вагонів

У системі з фіксованою періодичністю замовлення міняється розмір замовлення (кількість вагонів), що залежить від потреб вантажовідправника та вантажоодержувача у попередньому періоді.

Величина замовлення визначається як різниця між фіксованим максимальним рівнем – навантажувальною спроможністю фронту, і фактичним його обсягом у момент замовлення.

Перевагою даної технологічної системи є відсутність необхідності вести систематичний облік запасів на навантажувально – розвантажувальних коліях.

Недолік же полягає в необхідності робити замовлення іноді на незначну кількість порожніх вагонів, а при прискоренні інтенсивності виробництва продукції а, відповідно, і навантаження вагонів виникає небезпека додаткової витрати запасу до настання чергового моменту замовлення.

Розглянута система ефективна, коли є можливість варіювати розмірами кількості поданих вагонів, а транспортні витрати відносно невеликі. Доцільно також застосовувати дану технологічну систему при високій вартості вантажу, що має бути відвантажений (наприклад, швидкопсувні вантажі, нафтопродукти та інш.), і рівномірному їх завантаженні, а також при невеликих витратах при додатковому очікуванні порожніх вагонів.

Наступні дві технологічні системи по керуванню запасами товарно-матеріальних ресурсів є, по суті, модифікаціями попередніх систем.

Так, у технологічній системі із двома фіксованими рівнями запасів і з фіксованою періодичністю замовлення крім верхнього максимального рівня встановлюється також і мінімальний рівень. Таким чином, рівень матеріального

запасу регулюється як зверху, так і знизу. У тому випадку, якщо розмір запасу знижується до мінімального рівня раніше настання строку чергового замовлення, то робиться позачергове замовлення. В інший час дана система функціонує як система з фіксованою періодичністю замовлення.

Перевагою даної системи є повне виключення випадків недостачі порожніх вагонів та повне задоволення потреб логістичної системи. Однак при цьому потрібні додаткові витрати на організацію постійного спостереження за станом рівня запасів.

У тих випадках, коли система керування запасами має лише два регульованих параметри – мінімальний і максимальний рівні запасів, а інтервал між черговими замовленнями й сам розмір замовлень (кількість порожніх під навантаження) не є фіксованими, то вона являє собою технологічну систему із двома фіксованими рівнями запасів без постійної періодичності замовлень. Інша її назва – система мінімакс (система мінімум-максимум). У цьому випадку замовлення на чергову подачу порожніх вагонів, подаються при зниженні запасу до мінімального рівня, а розмір замовлення регулюється максимальним рівнем запасів.

При розробці логістичної системи і її структурній складовій – системи зберігання й переробки продукції, - перш ніж приступитися до моделювання оптимізації запасів, варто визначити пріоритетний критерій оптимальності. Звичайно таким комплексним критерієм виступає мінімум сукупних витрат, пов'язаних з утворенням і зберіганням вантажу на складах вантажовідправників або пунктах загального користування і збитками, що виникають при наявності перебоїв у забезпеченні логістичної системи необхідними ресурсами або збоїв, що трапляються, в роботі вантажоодержувачів. Прийнято, що в розрахунок витрат беруться лише ті витрати, які залежать від розміру партій поставок і величини запасів.

З огляду на дане орієнтування як цільову функцію можна визначити, як:

$$E = E_{nz} + E_{ytr} + E_{dod}, \quad (2)$$

де E_{nz} - витрати, пов'язані з організацією подачі – забирання вагонів на вантажний фронт з урахуванням витрат на маневрову роботу при підбиранні групи вагонів на витяжках формування у сортувальному парку, грн;

E_{ytr} - витрати, пов'язані з утриманням запасу на вантажних фронтах, грн;

E_{dod} - вивтрати, пов'язані з виникненням перебоїв у навантаженні при незабезпеченні логістичної системи (втрати від дефіциту), а також у випадку відмови вантажоодержувачів від вже відвантаженої партії вантажу, грн.

Висновки. Якість обслуговування являється комплексним показником, що визначається по сукупності критеріїв, склад яких може змінюватися в залежності від вимог до обслуговування. Найважливішим з цих критеріїв являється ціна обслуговування і здатність логістичної системи забезпечити доставку необхідного споживачу товару в встановлений термін і місце. Застосування логістичних принципів при організації місцевої роботи сортувальної станції дозволить більш точно визначити потребу у рухомому складі, а відповідно підвищити ефективність його використання.

Список літератури. 1. Гаджинский Г.М. Основы логистики: Учеб. пособие. – М.: ИВЦ

«Маркетинг», 1995. – 124 с. Самуйлов В.М. Методология и технология формирования модулей функционального соответствия для повышения эффективности организации производства на железнодорожном транспорте. – Екатеринбург: Изд-во УрГАПС, 1999. – 252 с.

Поступила в редколлегию 29.01.08

О.С.ТОВСТОПЛЕТ

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЛОВЦОВ НА СОРЕВНОВАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ

Проводится анализ участия сборной команды Харьковской области по плаванию в Олимпийском цикле 2005-2007 г.

При обучении будущих специалистов физического воспитания и спорта важно конкретизировать и дополнить имеющиеся сведения современной информацией о выступлениях сильнейших пловцов на соревнованиях.

В работе обобщены информационные материалы, которые практически отсутствуют в справочниках и учебниках.

Полученные данные являются мощным инструментом для выявления объективной тенденции развития спортивного плавания среди пловцов Харьковского региона.

Эта современная информация расширяет профессиональный кругозор у изучающих плавание, которая является стимулирующим фактором при обучении и совершенствовании у них специальных знаний, умений и навыков, которые целесообразно использовать при подготовке квалифицированных специалистов в условиях вуза. Данная информация будет представлять определенный интерес для специалистов физического воспитания и спорта, а также для многочисленных любителей плавания в странах СНГ.

Рассмотрим участие спортсменов сборной команды Харьковской области по плаванию в чемпионатах Мира (ЧМ), Кубках Мира (КМ), Чемпионатах Европы (ЧЕ), Всемирной Универсиаде (ВУ), Чемпионатах Украины (ЧУ) и Кубках Украины (КУ) за период 2005-2007 гг.

В 2005 г. завоевано 46 медалей из них 7 золотых, 25 серебряных, 14 бронзовых.

Таблица 1

Медали	Всего	Соревнования					
		ЧУ	ЧЕ	ЧМ	КМ	КУ	ВУ
золот.	7	5	-	-	2	-	-
серебр.	25	21	-	-	1	3	-
бронз.	14	10	-	-	-	4	-
Всего	46	36	-	-	3	7	-

Рассмотрим более детально распределение медалей, завоеванных по категориям.

Кубок Мира. Зубкова Екатерина – 2 золотые, 1 бронзовая. Установила 2 рекорда Украины.

Чемпионат Украины. Червинский Игорь – 3 золотые, Снитко Игорь – 1

золотая, 2 серебряные, Зубкова Екатерина – 1 золотая, 4 серебряные, 1 бронзовая, Вереитинов Дмитрий – 4 серебряных, 1 бронзовая, Пронь Артем – 1 серебряная, 2 бронзовые, Проценко Александр – 2 бронзовые, Кушнарев Максим – 2 серебряные, Лутченко Александр – 2 серебряные, 1 бронзовая.

Чемпионат Мира (Канада). Червинский Игорь – 15 место, 14 место, Вереитинов Дмитрий – эстафета 4x200 в/ст. (рекорд Украины – 7.28.41), Снитко Игорь – 25 место, Зубкова Екатерина – 14 место.

Всемирная Универсиада. Червинский Игорь – 1 бронзовая, Вереитинов Дмитрий – 12 место, Снитко Игорь – 6 место.

Национальный Кубок Украины. Червинский Игорь – 2 серебряные, Вереитинов Дмитрий – 1 бронзовая, Снитко Игорь – 1 бронзовая, Цепух Александр – 1 серебряная, 1 бронзовая, Проценко Александр – 1 бронзовая.

Члены сборной команды Украины 2005 (Основной состав). Червинский Игорь, Снитко Игорь, Зубкова Екатерина, Вереитинов Дмитрий, Пронь Артем, Проценко Александр, Кушнарев Максим, Лутченко Александр, Гончаренко Артем, Степанюк Дарья, Скрипель Ксения, Донченко Андрей, Подлесная Юлия.

В 2006 г. завоевано 80 медалей из них: 24 золотых, 29 серебряных, 27 бронзовых.

Таблица 2

Медали	Всего	Соревнования					
		ЧУ	ЧЕ	ЧМ	КМ	КУ	ВУ
золот.	24	11	-	-	3	6	4
серебр.	29	20	1	-	-	8	-
бронз.	27	15	2	-	2	8	-
Всего	80	46	3	-	5	22	4

Рассмотрим более детально медали, завоеванные по категориям.

Кубок Мира. Зубкова Екатерина – 3 золотые, 2 серебряных.

Чемпионат Европы. Зубкова Екатерина – 5 место, Подлесная Юлия – 1 серебряная.

Чемпионат Мира. Зубкова Екатерина – 9 место, Подлесная Юлия – 5 место.

Чемпионат Европы среди юниоров. Степанюк Дарья – 2 бронзовые, Скрипель Ксения – 9 место.

Всемирная гимназида среди школьников. Степанюк Дарья – 3 золотые, Скрипель Ксения – 1 золотая.

Чемпионат Украины. Червинский Игорь – 2 золотые, 2 серебряные, 1 бронзовая, Снитко Игорь – 2 золотые, 2 серебряные, Зубкова Екатерина – 1 золотая, 4 серебряные, 3 бронзовые, Вереитинов Дмитрий – 3 золотые, 1 бронзовая, Пронь Артем – 1 золотая, 1 серебряная, Проценко Александр – 1 серебряная, Кушнарев Максим – 1 золотая, 1 серебряная, Лутченко Александр – 2 серебряные, 2 бронзовые, Подлесная Юлия – 6 золотых, 1 серебряная, 2 бронзовые, Цепух Александр – 2 золотые, 2 – серебряные, Степанюк Дарья – 1 золотая, 1 серебряная, 1 бронзовая, Скрипель Ксения - 1 золотая, 1 бронзовая .

Национальный Кубок Украины. Червинский Игорь – 3 бронзовые, Снитко Игорь – 1 золотая, 2 серебряные, Цепух Александр – 2 серебряные, Проценко

Александр – 1 бронзовая, Шудренко Роман - 1 золотая, 1 серебряная, Степанюк Дарья – 1 золотая, 1 серебряная, 2 бронзовые, Скрипель Ксения - 1 золотая, 1 бронзовая, Пронь Артем – 1 золотая, Цепух Александр – 2 серебряные.

Члены сборной команды Украины 2005 (Основной состав). Червинский Игорь (з.м.с), Снитко Игорь (м.с.м.к), Зубкова Екатерина (м.с.м.к), Вереитинов Дмитрий (м.с.м.к), Пронь Артем (м.с.), Проценко Александр (м.с.), Кушнарев Максим (м.с.), Лутченко Александр (м.с.), Степанюк Дарья (м.с.), Скрипель Ксения (м.с.), Подлесная Юлия (м.с.м.к), Шудренко Роман (м.с.)

В 2007 г. завоевано 111 медалей из них: 52 золотых, 41 серебряных, 18 бронзовых.

Таблица 3

Медали	Всего	Соревнования					
		ЧУ	ЧЕ	ЧМ	КМ	КУ	ВУ
золот.	52	42	-	-	-	10	-
серебр.	41	30	-	-	-	10	1
бронз.	18	13	-	-	-	4	1
Всего	111	85	-	-	-	24	2

Рассмотрим более детально медали, завоеванные по категориям.

Всемирная Универсиада. Зубкова Екатерина - 1 серебряная, Пронь Артем - 1 бронзовая.

Чемпионат Украины. Снитко Игорь - 5 золотых, 1 серебряная, 1 бронзовая, Подлесная Юлия - 5 золотых, 6 серебряных, Пронь Артем - 5 золотых, 3 серебряные, 1 бронзовая, Степанюк Дарья - 5 золотых, 5 серебряных, 1 бронзовая, Вереитинов Дмитрий - 4 золотые, 1 серебряная, Кушнарев Максим - 3 золотые, 3 серебряные, Шудренко Роман - 3 золотые, 1 серебряная, 1 бронзовая, Зубкова Екатерина - 2 золотые, 1 серебряная, 1 бронзовая, Скрипель Ксения - 2 золотые, 4 серебряные, 2 бронзовая, Лутченко Александр - 1 золотая, 2 серебряные, 2 бронзовые, Проценко Александр - 1 золотая, 1 серебряная, 1 бронзовая, Червинский Игорь - 1 бронзовая, Цепух Александр – 6 золотых, 1 – серебряная, 1 бронзовая..

Национальный Кубок Украины. Снитко Игорь - 3 золотые, Подлесная Юлия - 2 золотые, 1 серебряная, Зубкова Екатерина - 1 золотая, 2 серебряные, Степанюк Дарья - 1 золотая, 1 серебряная, Лутченко Александр - 2 серебряные, Проценко Александр - 1 серебряная, 1 бронзовая, Цепух Александр – 1 золотая, 1 – серебряная, 1 серебряная, Шудренко Роман - 2 золотые, Скрипель Ксения – 1 серебряная, 1 бронзовая, Червинский Игорь – 1 серебряная, Пронь Артем – 1 бронзовая.

В 2007 году подготовлено: 1 МСМК - Пронь Артем и 1 МС - Иоффе Александр.

Установлен один рекорд Украины Степанюк Дарьей (эстафета 4x100м вольным стилем) и 3 юношеских рекорда: Кузнецов Александр (2 рекорда) Иоффе Александр (1 рекорд).

В 2007 г. лицензии на участие в XXIX Олимпийских играх в Пекине выполнили три спортсмена отделения это: Степанюк Дарья, Зубкова Екатерина и Пронь Артем.

Члены сборной команды Украины на 2008год (основной состав)

Вереитинов Дмитрий (МСМК), Червинский Игорь (ЗМС), Снитко Игорь (МСМК), Пронь Артем (МСМК), Подлесная Юлия (МСМК), Зубкова Екатерина (МСМК), Лутченко Александр (МС), Проценко Александр (МС), Кушнарев Максим (МС), Степанюк Дарья (МС), Скрипель Ксения (МС), Иоффе Александр (МС), Цепух Александр (МСМК), Шудренко Роман (МС)

Занятия отделения проводятся на арендованной базе ОУСЦ «Акварена». Для занятий арендуется 3 дорожки и тренажерный зал где тренируются спортсмены постоянного и переменного состава отделения, члены сборной команды Харьковской области: Вереитинов Дмитрий (МСМК), Червинский Игорь (ЗМС), Снитко Игорь (МСМК), Пронь Артем (МСМК), Подлесная Юлия (МСМК), Зубкова Екатерина (МСМК), Лутченко Александр (МС), Проценко Александр (МС), Кушнарев Максим (МС), Степанюк Дарья (МС), Скрипель Ксения (МС), Витолина Катерина (МС), Шаров Михаил (МС), Голубков Максим (МС), Шудренко Роман (МС), Бондаренко Игорь (МС).

Таблица 4 - Рейтинг пловцов Харьковского региона среди областей Украины

Год	Среди областей	Среди ШВСМ	Среди УФК	ДЮСШ и СДЮСШОР
2005	3	4	1	1
2006	3	3	1	1
2007	3	3	1	1

Заключение. При обучении будущих специалистов физического воспитания и спорта в вузе важно конкретизировать и дополнить имеющиеся сведения современной информацией о выступлении сильнейших пловцов в Олимпийском цикле. Специалистам-профессионалам по физическому воспитанию и спорту следует также располагать достаточно объективной информацией о реальном положении рейтинга сборной команды по плаванию Харьковского региона среди областей Украины.

На основании вышеизложенного можно составить рейтинг школы высшего спортивного мастерства (ШВСМ), училища физической культуры №1 (УФК), специализированной детско-юношеской школы Олимпийского резерва «Спартак» среди областей Украины.

Список литературы: 1. Протоколы соревнований 2005-2007 гг. 2. Итоги работы за 2005-2007 гг. (Федерация плавания). 3. Рейтинг спортсменов за 2005-2007 гг. 4. Списки сборных команд за 2005-2007 гг. 5. Булгакова Н.Ж. (ред.), Афанасьев В.З., Воронцов А.Р., Макаренко Л.П., Морозов С.Н., Соломатин В.Р., Ширковец Е.А. Спортивное плавание: Учеб. для вузов физ. культуры - М.: ФОН, 1996. - 430 с. 6. Булгакова Н.Ж. (ред.), Афанасьев В.З., Макаренко Л.П., Морозов С.Н., Попов О.И., Чеботарева И.В. Плавание: Учеб. для вузов. - М.: Физкультура и спорт, 2001. - 400 с. 7. Платонов В.Н.(ред.), Абсалямов Т.М., Булатова М.М., Булгакова Н.Ж. и др. Плавание: Учебник. - Киев: Олимпийская литература, 2000. - 495 с.

Поступила в редколлегию 29.01.08

УДК 621.926 666.973.6 655.3.06

Ю. А. МАНОЙЛО, В. Ф. МОИСЕЕВ, А. В. СУРКОВ

К ВОПРОСУ О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ И МАШИН.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с проблематикой выбора определенного способа измельчения. Предложена схема классификации по различным признакам. Рассмотрены особенности основных видов процесса и технологического оборудования.

1. Введение: суть процесса измельчения, общая классификация

Под измельчением обычно понимают процесс физического деления, проходящий под влиянием некоторых внешних усилий, кусков материала на составные части. Иными словами, измельчение – итог суммирования внешних сил, в результате которого, в начальном объеме частицы измельчаемого материала возникает напряжение, которое по своему значению превышает силы межмолекулярного сцепления [1, 2, 3].

Условную классификацию процессов измельчения можно отобразить следующим образом.



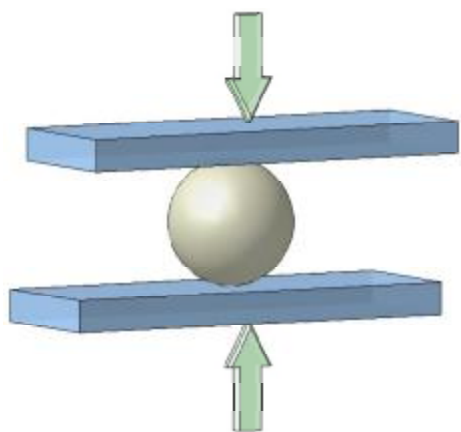
Рисунок 1 – Типология методов измельчения

Как это видно из схемы на рисунке 1, с одной стороны процессы измельчения условно разделяют на дробление (крупное, среднее и мелкое) и измельчение (тонкое и сверхтонкое).

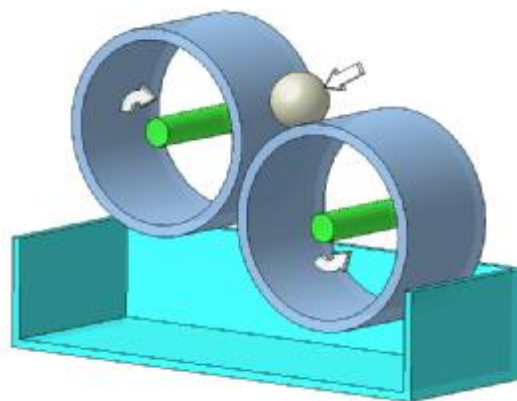
Процесс измельчения можно осуществлять ударом, раскалыванием, плющением и стиранием. В результате обобщения исследований по измельчению разнообразных материалов, многие из авторов пришли к заключению, что каждый способ измельчения в отдельных случаях применим только при разрушении соответствующей группы материалов и предлагают тот, или другой способ измельчения, основываясь на знании физико-химических свойств конкретного материала, подвергаемого данному процессу.

2. Применимость методов, машинное оформление процессов

Рассмотрим возможность проведения процессов измельчения несколькими способами на различных материалах, отличающихся друг от друга физико-химическими свойствами.



а – схема процесса плющения



б – схема плющильного станка

Рисунок 2 – Измельчение плющением

На рисунке 2.а и 2.б частица материала подвергается влиянию внешней сжимающей нагрузки со стороны двух контактных устройств. В результате, во всем внутреннем объеме частицы происходят необратимые изменения – деформация. Разрушение проходит в момент, когда внутреннее напряжение, накопившиеся под влиянием внешних сил, начинает превышать предел прочности при сжатии.

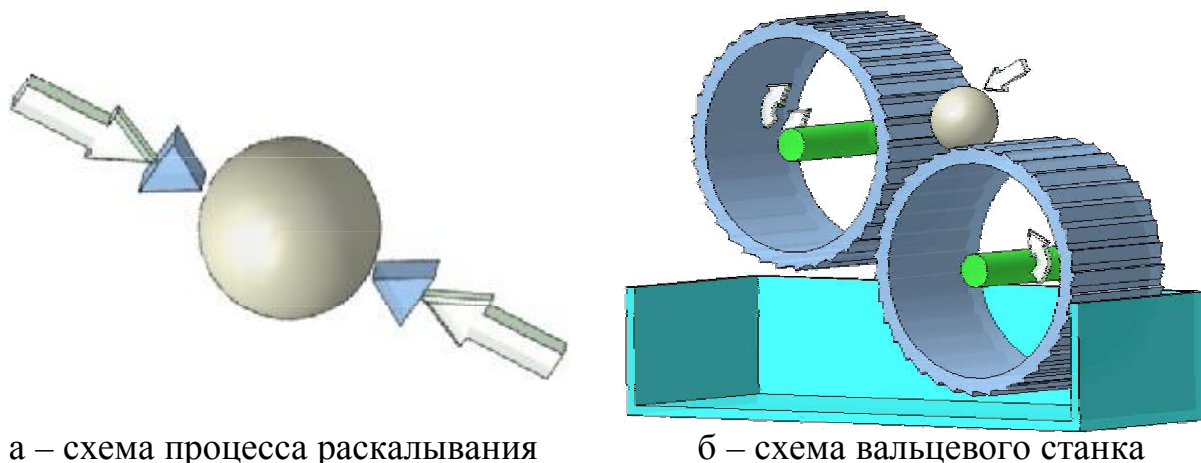
Данный метод измельчения применим для частиц со следующими свойствами:

- твердые (раскалываемые, хрупкие, вязкие);
- средней твердости;
- мягкие (хрупкие, вязкие).

Кроме того, метод считается условно-применимым для волокнистых и влажно-пластичных материалов.

Неприменимым, для измельчения упруго-мягких (низкий коэффициент полезного действия) и материалов с повышенной чувствительностью к температуре. Последнее явление объяснимо с точки зрения возникающего в результате внутреннего трения, из-за уменьшения первоначального объема частицы измельчаемого материала, которое сопровождается ростом температуры.

Способ сжатия и раздавливания (рисунок 2.б) положен в основу работы плющильных станков. Контактные элементы данного оборудования – пара гладких цилиндрических валков. Измельчение сырьевого материала происходит между контактными устройствами, которые вращаются с одинаковыми окружными скоростями навстречу один к другому.



а – схема процесса раскалывания

б – схема вальцевого станка

Рисунок 3– Измельчение раскалыванием

При раскалывании (рисунок 3.а, 3.б) материал разрушается на части в местах концентрации наибольших нагрузок, которые передаются рабочими органами во время протекания процесса.

Как и в предыдущем случае, разрушение частицы сырьевого материала происходит при условии, что внутренние напряжения начинают превосходить предел прочности при сжатии. Однако, из-за конструктивного оформления контактных элементов для соблюдения такого условия, как правило, требуются меньшие энергетические затраты, т.к. концентрация внешних усилий происходит локально, а не по всей поверхности исходной частицы, как в случае с плющением.

Данный метод, аналогично плющению, имеет такую же область применения, касательно физико-химическим свойствам исходного материала. Тем не менее, в отличие от предыдущего метода, он считается условно-применимым для измельчения упруго-мягких материалов. Такое измельчение благодаря специфической конструкции рабочих органов и локальной концентрации напряжений позволяет рассматривать его, как частный случай многократного резания частицы исходного материала и применять для эффективного измельчения мягких материалов с повышенным модулем упругости.

Способ скалывания и сдвига заложен в основу работы вальцевых станков. Рабочие органы данного оборудования – пара цилиндрических рифленых вальцов. В зависимости от того, с одинаковыми или с разными окружными скоростями вращаются вальцы можно интенсифицировать процесс измельчения, комбинируя способы (раскол, раскол и сдвиг). В общем случае, разрушение сырьевого материала проходит в клинообразном пространстве, которое образуется двумя цилиндрическими поверхностями с рифлями.

Общим достоинством, как плющильных, так и вальцевых станков является высокая производительность, простота конструкции и эксплуатации. Однако, высокая материалоемкость и энергетические затраты, связанные с работой данного оборудования позволяют применять данный вид станков только на крупнотоннажном производстве при первоначальном дроблении исходного материала.

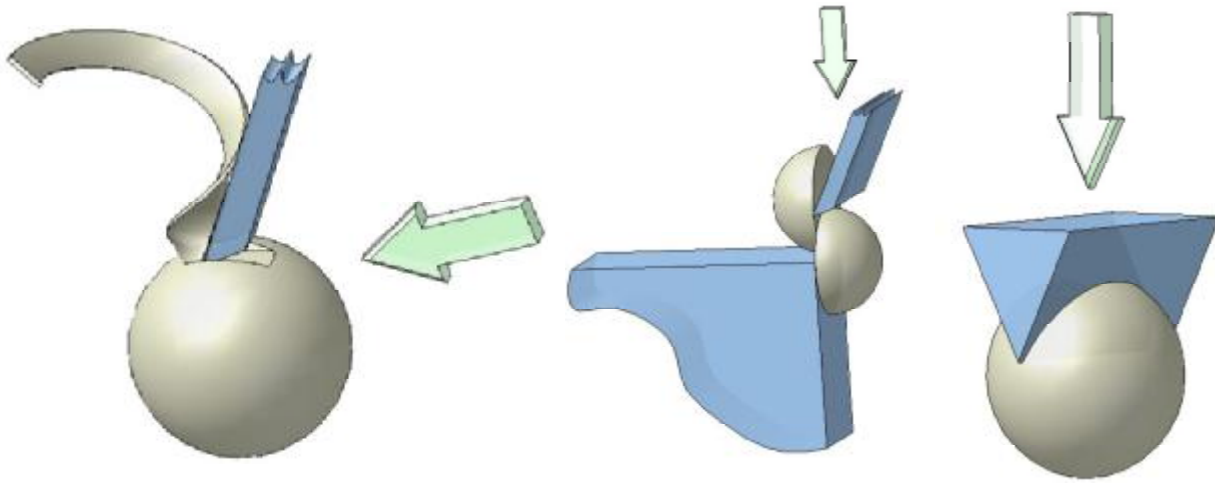


Рисунок 4 – Измельчение резанием

На рисунке 4 приведены основные схемы процесса измельчения материалов резанием. Накопление внутренних напряжений происходит локально по заранее заданной геометрии. Данный способ – управляем, т.к. мы заранее можем установить не только глубину резания, но и конечный объем образованных частиц. Основной особенностью данного способа кроме его управляемости, в частном случае, является постепенная концентрация напряжений в определенном объеме измельчаемой частицы, что приводит к снижению энергетических затрат на его проведение. Однако при реализации данного способа на практике, возникает проблема своевременного удаления измельченного материала из области проведения процесса с целью предотвращения его повторного разрезания, что в значительной степени снижает как производительность, так и КПД машин. Кроме того, данный процесс, в силу своей специфики, применим для крупного и среднего дробления.

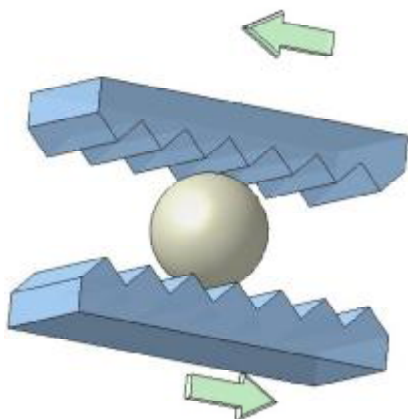
Способ применим для измельчения материалов, которые обладают следующими свойствами:

- твердые (раскалываемые и хрупкие);
- средней твердости;
- влажно-пластичные;
- мягкие (упругие, хрупкие и вязкие).
- волокнистые.

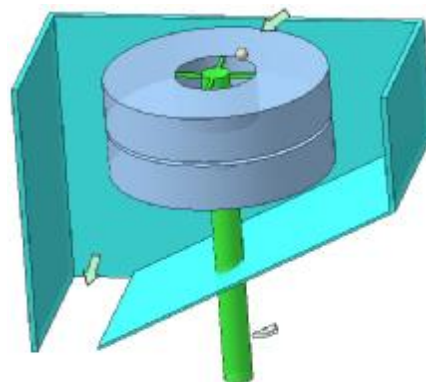
Условно применим для материалов чувствительных к температуре.

Считается неприменимым для твердо-вязких материалов. В данном случае, трение на продольную площадь грани контактного органа (ножа) может быть значительно большим усилия необходимого для преодоления сил внутримолекулярных связей, что считается неприемлемым с точки зрения КПД.

Машины, реализующие процесс измельчения резанием – шредеры. Контактными органами данного вида оборудования является группа движущихся ножей и неподвижных опор. Измельчаемые частицы подвергаются резанию со стороны движущихся ножей, упираясь на неподвижные опоры.



а – схема процесса истирания



б – жерновая мельница

Рисунок 5– Измельчение истиранием

При проведении измельчения истиранием (рисунок 5.а и 5.б) накопление напряжений происходит, прежде всего, по границе контакта поверхности частицы с контактными устройствами. Таким образом, от начальной частицы отслаивается некоторый объем измельчаемого материала. Характерной особенностью способа является продолжительность во времени, которая во многом зависит не только от конструктивного оформления процесса, но и от свойств подвергаемого измельчению материала.

Данный способ применим исключительно для материалов:

- упругих и мягких;
- волокнистых;
- влажно-пластичных;
- мягких (хрупких и вязких).

Способ считается не приемлемым для измельчения:

- материалов чувствительных к температуре;
- материалов средней твердости;
- твердых (раскалываемый, хрупкий и вязкий) материалов.

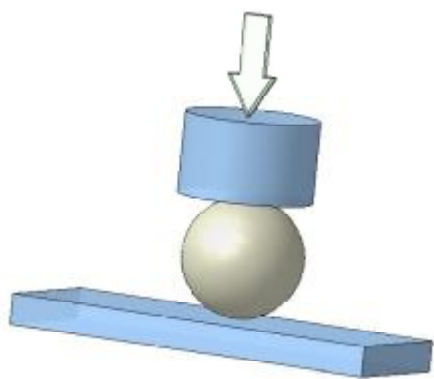
Ограничение по твердости связаны с конструктивными особенностями машин для измельчения истиранием: твердость материала контактных устройств должна значительно превышать твердость измельчаемых частиц.

Контактные устройства, позволяющие реализовать процесс истирания, могут представлять собой абразивные поверхности.

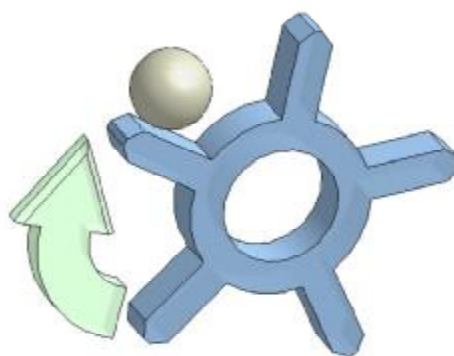
Способ сжатия и сдвига заложен в принцип работы жерновых мельниц (рисунок 5.б). Данный вид оборудования чаще всего применяется для измельчения сухих, невязких материалов.

Рабочие органы – два плоских диска, которые изготовленные из остозернистых искусственных камней или металла. Сырьевой материал измельчается между двумя дисками – вращающимся вокруг своей оси и неподвижным. Под влиянием центробежной силы и силы трения частицы измельчаемого материала двигаются по направлению от центральной оси к периферии, при этом проходя значительное расстояние по спирали.

Преимущество способа – получение тонкого помола.



а – стесненный удар



б – свободный удар

Рисунок 6 – Измельчение ударом

При ударе материал измельчается под воздействием динамических нагрузок. Концентрация напряжений происходит практически одновременно. Иными словами, в отличие от плющения и раскалывания, накопление внутренних напряжений практически не происходит, а процесс измельчения становится возможным при условии, что на частицу сырьевого материала, оказано непродолжительное внешнее воздействие, превышающее силы внутренних связей.

Способ измельчения ударом считается неприменимым для упруго-мягких и влажно-пластичных материалов.

Различают разрушение материала стесненным и свободным ударом (рисунки 6.а и 6.б). При свободном ударе разрушение материала наступает в результате его столкновения с контактными органами во время полета. Эффект такого разрушения определяется скоростью столкновения. При стесненном ударе материал разрушается между двумя рабочими органами машины.

Сегодня накоплен большой опыт по измельчению разных видов материалов, как в индустрии производства строительных материалов, так и в химической технологии вообще. Основными машинами, которые применяются на производствах на первой степени измельчения – валковые станки, плющильные машины и молотковые дробилки, например, КДУ-2.0.

По данным исследований авторов Кочетковой О. А., Звягинцевой Л. Т. и Клименко М. И. [4, 5] окружная скорость молотков $45 \div 70$ м/с, в зависимости от конструктивных особенностей самой дробилки, обеспечит разрушение частиц сырьевого материала за счет первоначального удара.

Следует также отметить, что на импортных аналогах, процесс измельчения протекает при скоростях обращения $80 \div 115$ м/с. В современных условиях на отечественных предприятиях, применяются дробилки с окружной скоростью $90 \div 100$ м/с.

Физико-механические свойства сырьевого материала, с одной стороны определяют характер технологического процесса при его переработке, с другой – влияют на выбор конструкции контактных органов машины. На предприятиях по производству строительной продукции наиболее часто используют дробилки закрытого типа КДМ-2, и решетчатые – ДДМ.

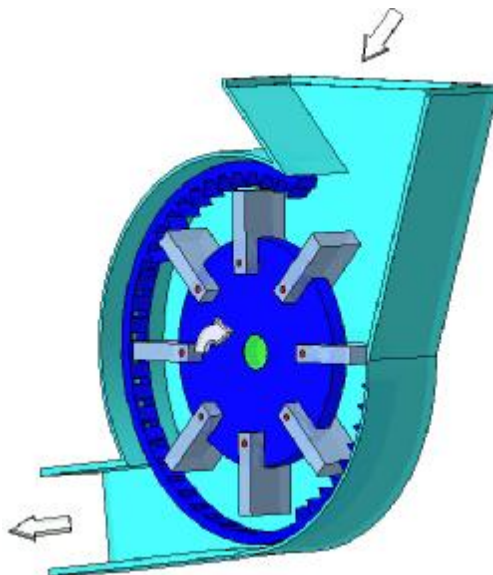


Рисунок 7 – Схема дробилки КДМ-2

Рабочие органы дробилки КДМ-2 (рисунок 7) – пластинчатые молотки, которые расположены на восьми пальцах ротора, ребристая дека и решето. Степень измельчения регулируют установкой решета с отверстиями необходимого диаметра. Готовый продукт выгружают пневмотранспортом, с помощью нагнетающего вентилятора через каскад циклонов системы очистки воздуха.

По мнению исследователей [4, 5, 6, 7], основными факторами, влияющими на гранулометрический состав продуктов измельчения в молотковой дробилке, являются: физико-механические свойства сырья, окружная скорость молотков, размеры и формы отверстий сита, количество молотков, их геометрические параметры, расстояние между молотками и ситом, способ вывода продукта из дробилки и величина нагрузки.

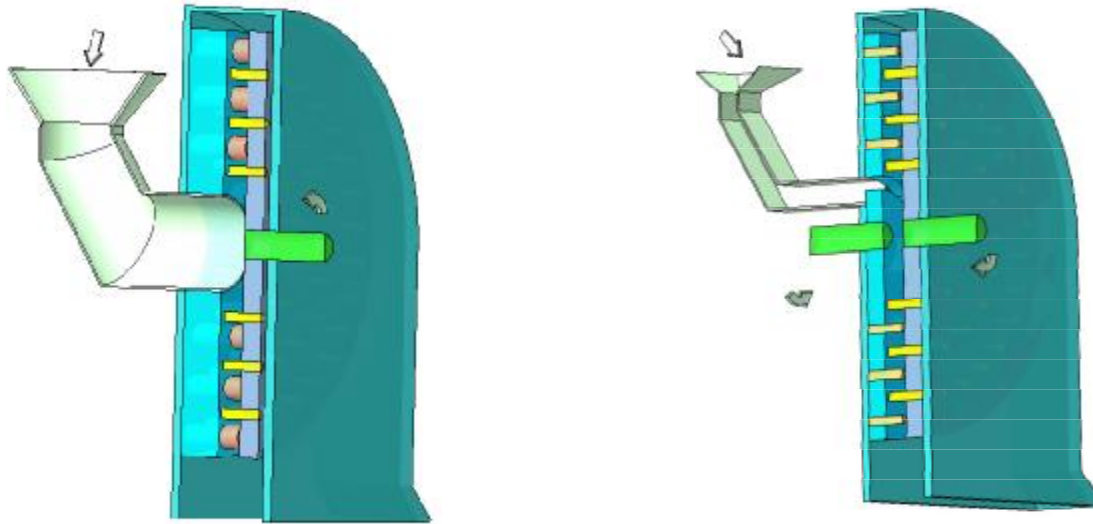
К значительным недостаткам молотковых дробилок следует отнести: относительно высокую металлоемкость; высокие удельные затраты энергии на измельчение; быстрый износ рабочих органов.

Тем не менее, наряду с этим существуют и преимущества: простота конструкции; большое количество тонко дисперсной фракции в продуктах дробления (до 30%); универсальность машины, которая дает возможность применять ее для многих отраслей.

Многообразие машин, свидетельствует о том, что все еще продолжают поиски наиболее рационального типа измельчителей, обеспечивающих наряду с высокой технологичной эффективностью и наибольшую производительность при наименьших затратах энергии по сравнению с теми машинами, которые уже существуют.

Относительно-новым направлением развития техники для измельчения стали центробежно-роторные машины. Их появление обусловлено стремлением к интенсификации вышеназванного процесса.

Важными преимуществами данного типа машин стало относительно-маленькая энергоемкость измельчения, заметное повышение качества готового продукта, невысокая металлоемкость конструкций.



а – дисмембратор
 б – дезинтегратор
 Рисунок 8– Ударно-центробежные машины

Рабочими органами дисмембратора (рисунок 8.а) являются биты цилиндрической формы, которые закреплены в стальных дисках статора и ротора по концентрическим окружностям. Диск ротора находится на горизонтальном валу, и приводится во вращательное движение электродвигателем. Двухдисковые измельчители называются дезинтеграторами (рисунок 8.б). Дезинтегратор имеет два ротора, которые вращаются в разные стороны.

В рассмотренных машинах рабочие органы расположены по концентрическим окружностям таким образом, что любой из рядов одного диска (кроме первого и последнего) находится между двумя рядами другого диска. В большинстве случаев сырье попадает в приемочную камеру к центру роторов и равномерно распределяется по рабочей зоне в радиальном направлении. Частицы, перед тем как пройти к периферии через ряды бит, должны раздробиться. Это происходит благодаря столкновению с битами в границах любой из зон измельчения и столкновению измельчаемых частиц между собою. В каждом последующем ряде по мере отдаления от центра, шаг расположения бит уменьшается. Благодаря этому, а также, благодаря увеличению окружной скорости в более отдаленных от центра зонах, процесс измельчения последовательно интенсифицируется за счет создания в рабочей зоне – эффекта комбинированного измельчения.

Среди недостатков этого типа машин следует выделить:

- сложность конструкции;
- сложность организации преждевременного вывода измельченного материала из рабочего объема машины;
- сложность точного математического обоснования процессов измельчения;
- необходимость применения инструментальной стали для изготовления контактных устройств для уменьшения износа.

Тем не менее, развитие машиностроительного оборудования с внедрением в производство точных технологий, позволяют не только изготовить надежные машины, но во многих случаях сделать их менее металлоемкими, более безопасными в эксплуатации, а как следствие – дешевыми и доступными.

3. Выводы.

Проведенная работа и анализ информационных источников позволяет классифицировать, как любой из методов измельчения, так и технологическое оборудование для его реализации. Кроме того, следует сделать выводы:

1. Конструктивно-технологические параметры решетных молотковых дробилок (основных машин для измельчения на сегодня) достаточно изучены и значительное повышение эффективности их работы – исчерпано.

2. В существующих конструкциях молотковых дробилок удаление продукта измельчения через сита требуют дополнительных затрат энергии, качество продукта обусловлено сменными ситами.

3. Теории по измельчению не позволяют дать точное математическое описание сложным процессам, тем не менее, могут содействовать при создании новых, улучшенных образцов машин.

4. Наиболее рациональным, с точки зрения энергоемкости процесса и компактности конструкции машины, является комбинированное измельчение в ограниченной рабочей зоне.

Список литературы: 1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии // Химия, М., 1971, 2. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности // Химия, – М., 1979, 3. Шакдыров П. И. Обоснование параметров многоступенчатой дробилки. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, – Челябинск, 1984, 4. Кочеткова А. А., Звягинцев Л. Т. Влияние параметров молотковой дробилки на эффективность ее работы. – В кн.: Хранение и переработка зерна. Вып. 1. – М.: ЦНИИТЭМ Минзага СССР, 1972, с. 29-31, 5. Клименко Н. И. Исследование основных параметров молотковой дробилки с внутренним вентилятором для измельчения зерновых кормов: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, – К., 1972, 6. Плохов Ф. Г. Использование динамики рабочего процесса молотковой дробилки замкнутого типа: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, – Ленинград-Пушкин, 1966, 7. Шуб Г. И. Исследование технологического процесса измельчения сырья комбикормового производства на молотковой дробилке: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, – Целиноград, 1966, 8. Леонтьев П. И. Малаев М. Д. Центробежная дробилка зерна. – Челябинск, 1982. (Челябинский ЦНТИ. Информационный листок №265-82)

Поступила в редколлегию 10.01.08

УДК 612.111.1

РОЗАНОВА Е.Д., канд. биол. наук, ТИМЧЕНКО Н.Н., канд. биол. наук.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРУКТУРЕ И СВОЙСТВАХ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА И ГЕМОГЛОБИНА А.

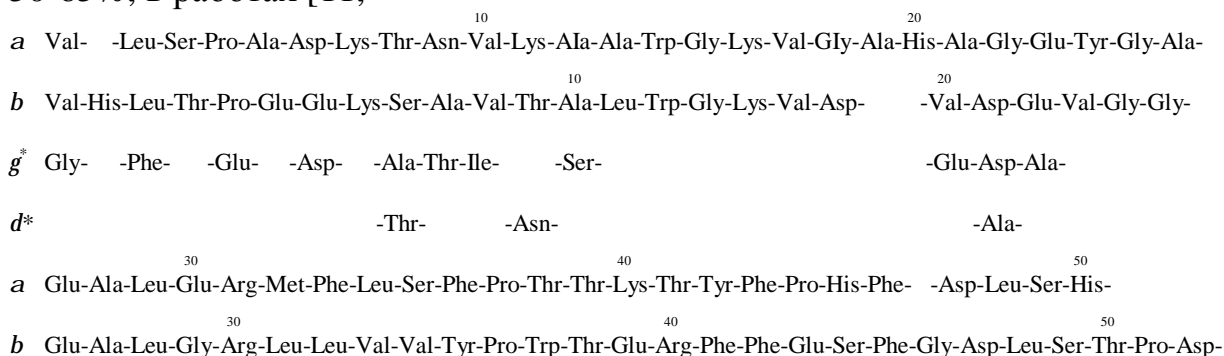
Розглядається структура фетального (від лат. fetus – плодовий) гемоглобіну та гемоглобіну А (від лат. adultus – дорослий). Гемоглобін А містить два α - і два β -поліпептидні ланцюга, а фетальний гемоглобін по два α - і γ -ланцюга. У фізіологічних умовах фетальний гемоглобін має підвищену спорідненість до кисню порівняно з гемоглобіном А. Фетальний гемоглобін у 100-150 разів більш стійкий до денатуруючої дії луку порівняно з НbА,

HbF називають лужно-стійким; ембріональні гемоглобіни ще більш резистентні. Вміст фетального гемоглобіну в крові збільшується при патологічних станах організму.

Возможное применение фетального гемоглобина и гемоглобина А в медицине влечет за собой необходимость их длительного хранения. Ранее исследовалось повреждение белков при замораживании [1], и в настоящее время эта тема остается актуальной [2-4]. Важно исследовать свойства фетального гемоглобина и гемоглобина А, что поможет формированию теоретической базы для их возможного применения в медицине.

Молекула гемоглобина (молекулярная масса 64500) состоит из четырех полипептидных цепей, связанных с молекулой гема [5-7]. Строение некоторых полипептидных цепей гемоглобина изменяется в процессе онтогенеза, но независимо от типа и периода синтеза, большинство молекул гемоглобина имеют две одинаковые полипептидные цепи - α -цепи, а две другие цепи могут отличаться, что и определяет тип молекулы гемоглобина. Эмбриональные гемоглобины присутствуют в течение первых двух месяцев гестации: гемоглобин Portland [8, 9]; Gower I, состоящий из четырех гемов и четырех ϵ -цепей и Gower II, имеющий две α - и две ϵ -цепи [9-12]; эмбриональный гемоглобин, состоящий из двух ξ - и двух ϵ -цепей [6]. Эмбриональные гемоглобины замещаются фетальным гемоглобином (HbF), который имеет две α - и две γ -цепи [5, 10] (рис. 1).

На протяжении остального эмбрионального периода жизни после двух месяцев гестации не только происходит преимущественный синтез γ -цепей, вследствие чего преобладает фетальный гемоглобин (HbF, от лат. fetus – плодовой), но и, по-видимому, γ -цепи присутствуют в некотором избытке по сравнению с α -цепями. Эти избыточные γ -цепи соединяются и образуют тетрамер γ_4 - гемоглобин Барта, который в норме присутствует только в виде следов, его называют быстрым гемоглобином из-за его электрофоретической подвижности [10]. Еще во внутриутробном периоде начинается синтез β -полипептидных цепей, которые в комбинации с α -полипептидными цепями входят в состав гемоглобина А (HbA, от лат. adultus - взрослый) с двумя α - и двумя β -цепями [12]. После рождения начинает преобладать гемоглобин дефинитивного типа. Большинство типов дефинитивного гемоглобина содержит, помимо двух α -цепей, две β - или две δ -цепи [5]. ϵ -цепь похожа на β - и γ -цепи, однако ее полная аминокислотная последовательность еще не определена, ξ -цепь сходна с α - цепью [6]. Последовательности аминокислот α -, β -, γ - и δ -цепей приведены в [6]. Структуры гемоглобинов А и F различны (рис. 2, 3). В пуповинной крови новорожденного количество фетального гемоглобина составляет по данным [10] 50-65%, в работах [11,



g -Thr- -Asp- -Ser-Ala-Ser-
d -Ser-
a -Gly-Ser-Ala-Glu-Val-Lys-Gly-His-Gly-Lys-Lys-Val-Ala-Asp-Ala-Leu-Thr-Asn-Ala-Val-Ala-His-Val-Asp-
b Ala-Val-Met-Gly-Asp-Pro-Lys-Val-Lys-Ala-His-Gly-Lys-Lys-Val-Leu-Gly-Ala-Phe-Ser-Asp-Gly-Leu-Ala-His-Leu-Asp-
g -Ile- -Thr-Ser-Leu-Gly- -Ala-Ile-Lys-
a Asp-Met-Pro-Asp-Ala-Leu-Ser-Ala-Leu-Ser-Asp-Leu-His-Ala-His-Lys-Leu-Arg-Val-Asp-Pro-Val-Asp-Phe-Lys-Leu-Leu-
b Asp-Leu-Lys-Gly-Thr-Phe-Ala-Thr-Leu-Ser-Glu-Leu-His-Cys-Asp-Lys-Leu-His-Val-Asp-Pro-Glu-Asn-Phe-Arg-Leu-Leu-
g -Glu- -Lys-
d -Ser-Gln-
a Ser-His-Cys-Leu-Leu-Val-Thr-Leu-Ala-Ala-His-Leu-Pro-Ala-Glu-Phe-Thr-Pro-Ala-Val-His-Ala-Ser-Leu-Asp-Lys-Phe-
b Gly-Asp-Val-Leu-Val-Cys-Val-Leu-Ala-His-His-Phe-Gly-Lys-Glu-Phe-Thr-Pro-Pro-Val-Gln-Ala-Ala-Tyr-Gln-Lys-Val-
g -Thr- -Ile- -Glu- -Ser-Tyr- -Met-
d -Arg-Asn- -Gln-Met-
a Leu-Ala-Ser-Val-Ser-Thr-Val-Leu-Thr-Ser-Lys-Tyr-Arg
b Val-Ala-Gly-Val-Ala-Asp-Ala-Leu-Ala-His-Lys-Tyr-His
g -Thr- -Ser- -Ser-Ser-Arg-

Рис. 1. Последовательность аминокислот *a*-, *b*-, *g*- и *d*-цепей гемоглобина человека (приведена полная последовательность *a*- и *b*-цепей; у *g*- и *d*-цепей приведены только те остатки, которые отличаются от соответствующих остатков *a*- и *b*-цепей) [6].

13] указано количество 60-80% от общего гемоглобина. Автор [10] приводит данные об относительном количестве HbF после рождения, снижающемся в циркулирующей крови до 5% к 3 месяцу и до уровня меньше 2% - к 3 годам. В работе [11] говорится, что к двенадцатому месяцу постнатального развития.



Рис. 2. Структура гемоглобина А.

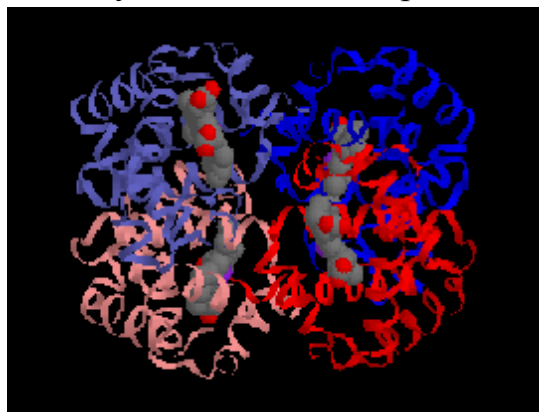


Рис. 3. Структура фетального гемоглобина.

уровень HbF достигает 0,5-3%, что принято за норму для здорового взрослого человека, хотя по некоторым данным [14] повышение его содержания в крови до 4-6% не является еще признаком патологии. В нормальном гемоглобине взрослых имеются две α -цепи из 141 аминокислот и две β -цепи из 146 аминокислот каждая. HbA и HbF различаются по не α -цепям из 146 аминокислот [10, 12]. В работе [12] отмечено, что γ -субъединицы HbF отличаются от β -субъединиц HbA по 39 аминокислотам. В работах [6,15] приведены данные об отличающихся 37 аминокислотах.

По сравнению с HbA, фетальный гемоглобин в физиологических условиях обладает повышенным сродством к кислороду вследствие более слабого связывания 2,3-дифосфоглицерата (2,3-ДФГ), причем такого различия не наблюдается при отсутствии в среде данного лиганда [6, 7]. Установлено, что влияние 2,3-ДФГ на сродство HbF к кислороду составляет около 40% от влияния на HbA; $\log P_{50}$ чистого раствора HbA при добавлении физиологической концентрации 2,3-ДФГ возрастает в 1,73 раза, а раствора HbF - в 1,02 раза [15].

HbF менее стоек к окислению кислородом воздуха, вследствие чего легче превращается в метформу, что обусловлено, вероятно, недостатком двух (по сравнению с HbA) реактивных SH-групп [11]. Также HbF окисляется с большей скоростью, чем HbA, феррицианидом калия, что было установлено при исследовании HbF детей периода новорожденности [16].

Фетальный гемоглобин в 100-150 раз устойчивее к денатурирующему действию 1/12 N раствора щелочи (KOH или NaOH) по сравнению с HbA. HbF называют щелочно-устойчивым, или щелочно-резистентным [12]; эмбриональные гемоглобины еще более резистентны [10]. Тест денатурирования щелочью по Singer основан на резистентности к денатурированию в течение одноминутной экспозиции с указанным раствором при 30°C [10]. Гемоглобин крови взрослых при этом быстро превращается в коричневый гематин, в то время как HbF остается ярко-красным значительный период времени. Структурные основы этого различия в свойствах не ясны [6]. HbF в 2,5-3 раза устойчивее и к соляной кислоте [12], но более чувствителен к высокой температуре.

Изоэлектрическая точка оксигемоглобина A равна 6,87, дезоксигемоглобина A - 6,68 [12], в работе [11] дано значение pI для HbA равное 7,13, а для HbF изоэлектрическая точка выше, чем для HbA и равна 7,22.

В работе [16] при исследовании свойств HbF новорожденных установлено, что фетальный гемоглобин обладает повышенной растворимостью в концентрированных солях (сернокислый аммоний); HbF менее растворим, чем HbA в лимонно-фосфатном буфере с pH 3, 4, что используется для обнаружения его в мазках крови [11].

В эритроцитах новорожденных также обнаружено повышенное содержание карбоксигемоглобина и метгемоглобина (MetHb) по сравнению с последующими возрастными группами [16].

Антоненко В.Т. с соавтором [15], ссылаясь на работу [17], описывает особенности связывания кислорода фетальным гемоглобином, имеющие физиологическое значение для плода: "в результате газообмена с материнской кровью pH в вене пуповины изменяется от 7,24 до 7,32, обеспечивая сдвиг влево

КДО и связывание O_2 внутриэритроцитарным HbF, обладающим повышенным сродством к нему. И, наоборот, при протекании крови в тканевых капиллярах плода имеет место сдвиг рН в кислую сторону, но благодаря повышенному эффекту Бора в условиях низкой артериовенозной разности по O_2 HbF дополнительно освобождает от 19 до 38% кислорода". На основании результатов работ [18,19] автором [15] отмечено, что "характер диссоциации HbO₂ крови плода имеет адаптивное значение, обеспечивая переход O_2 через плацентарный барьер и утилизацию его в тканях". Таким образом, автор [15] считает возможным рассматривать встречающиеся в литературе данные об увеличенном содержании HbF при вторичных тканевых гипоксиях и гипоксических состояниях различной этиологии в качестве компенсаторного явления, которое обуславливает устойчивость организма к гипоксии и негативному влиянию эндогенных факторов.

Повышенное содержание HbF при ряде патологических состояний описано во многих работах [13,20-23]. Авторы [13, 15,21] обнаружили увеличение фракции HbF в условиях гипоксической гипоксии и высказывают предположение об участии HbF в адаптации организма к гипоксии. Роль и причины увеличения содержания HbF точно не установлены. В работе [23] говорится об относительном и абсолютном содержании HbF, обычно повышенном при некоторых наследственных гемоглобинопатиях, анемиях (кроме железодефицитной, при которой оно понижено), при лейкомиях, а также при гипоксии.

Антоненко В.Т. с соавторами [20], рассматривая увеличение содержания HbF как компенсаторное явление при длительной гипоксической гипоксии, провели исследования по определению содержания HbF при тканевой и гемической гипоксии: крыс и морских свинок помещали в затравочные камеры, содержавшие органические соединения ртути (метилэтимеркурацетат, фенилмеркуробромид) - при этом в крови животных HbF увеличен был в 10 раз. Также авторы [20] отмечают повышенное содержание HbF у больных бронхиальной астмой, лейкозом, хронической алкогольной интоксикацией.

Было исследовано влияние органических растворителей (одноатомных спиртов и формамида) на сродство к O_2 HbA и HbF, лишенных фосфатов [24]. Подтверждено, что в HbF равновесие Т- (дезоксигем) и R- (оксигем) конформации смещено в сторону Т-конформации больше, чем в HbA. По мнению авторов это указывает на то, что способствуют этому увеличенные электростатические и гидрофобные взаимодействия белок-растворитель.

Изучена динамическая структура HbA и HbF с помощью анализа спектров ЭПР спин-меченых HbA и HbF [25]: обнаруженное сильное ограничение движения малеимидной спин-метки отражает движение всей макромолекулы и небольшие различия динамической структуры между HbA и HbF. С другой стороны отмечено, что динамическое равновесие йодацетамидной спин-метки указывает на значительные различия между гибкостью С-концов β - и γ -цепей. Gantchev T. с соавторами [25] отмечают, что состояния α,β и α,γ межсубъединичных контактов различаются, что, по их мнению, может соответствовать индивидуальному сродству к O_2 HbA и HbF. Также в этой работе обнаружено, что антибиотик хлорамфеникол сильно воздействует на сродство к O_2 и константу Хилла HbF, и также обеспечивает изменения гибкости С-концов γ -субъединиц, в то время, как тетрамерная структура HbA остается почти не измененной. Переустройство

доменной структуры HbF сопровождается уменьшением стерического ограничения движения спин-метки.

Продолжаются исследования различных свойств гемоглобина А и фетального гемоглобина. Для гемоглобина А известна температура плавления +71°C, также известны температуры плавления HbА в растворах с различными криопротекторами (глицерин, 1,2-пропандиол) до и после замораживания-оттаивания [26].

Для гемоглобина кордовой (пуповинной) крови были исследованы температуры плавления в контроле и обнаружено, что гемоглобин кордовой крови гетерогенный по своему составу, поэтому и наблюдается два максимума на кривой теплопоглощения. Также были исследованы температуры плавления гемоглобина кордовой крови в растворах с различными концентрациями криопротекторов [27]. А для фетального гемоглобина, выделенного из кордовой крови, такие исследования проведены в работе [28].

Одним из методов изучения распределения по белковой макромолекуле полярных и неполярных групп является взаимодействие органических красителей с белками [29]. В отношении гемоглобина А картина ясна [30], и в случае фетального гемоглобина подобные данные описаны в работе [31]. Проведены исследования сорбции различными формами гемоглобина А бромтимолового синего (БТС). Определено, что оксигенированный гемоглобин А меньше связывает БТС, чем дезоксиформа HbА вследствие конформационных изменений в процессе насыщения гемоглобина кислородом, а именно, уменьшения неполярной поверхности гемоглобина, и так как взаимодействие БТС с белком осуществляется за счет гидрофобных сил, то оксиHbА сорбирует БТС меньше, чем дезоксиHbА [29]. Между анионным красителем и белком при рН большем и равном рI (для оксиHbА изоэлектрическая точка равна 6,87, дезоксиHbА - 6,68 [7], для фетального гемоглобина - 7,22, хотя при этом для гемоглобина А дано значение 7,13 [11]) преобладают гидрофобные взаимодействия [29], поэтому параметры сорбции этими белками бромтимолового синего могут дать сведения о распределении гидрофильных и гидрофобных групп на поверхности HbF в сравнении с HbА. Из аминокислотной последовательности β- и γ-цепей гемоглобинов А и F [6] видно, что HbF содержит больше полярных, а HbА, в свою очередь, больше неполярных аминокислотных остатков.

Таким образом, дальнейшие исследования свойств фетального гемоглобина и гемоглобина А остаются актуальными.

Список литературы: 1. Белоус А.М., Луговой В.И., Лемешко В.В. // Проблемы криобиохимии. – Вестн. АН УССР. – 1976. - №2. – С. 38-48. 2. Koseki T., Kitabatake N., Doi E. Freezing denaturation of ovalbumin at acid pH // J. Biochem. – 1990. – Vol. 107, № 3. – P. 389-394. 3. Anchordoquy T.J., Carpenter J.F. Polymers protect lactat dehydrogenase during freeze-drying by inhibiting dissociation in the frozen state // Arch. Biochem. Biophys. – 1996.- Vol. 332, №2. - P. 231-238. 4. Cao E., Foster P.R. Effect of freezing and thawing rates on denaturation of proteins in aqueous solutions // Biotechnol. Bioeng. – 2003. – Vol. 82, № 6. – P. 684-690. 5. Карлсон Б. Основы эмбриологии по Пэттену: В 2 т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 357 с. 6. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р. Основы биохимии: В 3 т. Пер. с англ. – М.: Мир., 1981. – Т. 3. - 726 с. 7. Страйер Л. Биохимия: В 3 т. Пер. с англ. - М.: Мир, 1984. – Т. 1. - 232с. 8. Hofmann O., Carrucan G., Robson N. The chloride effect in the human embryonic haemoglobins // Biochem. J. – 1995. – Vol. 309. – P. 959-962. 9. Торубарова Н. А.

Эмбриональный и фетальный гемопоэз: актуальные вопросы // Гематология и трансфузиология.- 1991. - Т. 36, №5. - С. 20-24. 10. Уиллоуби М. Детская гематология: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1981. – 672 с. 11. Дударев В. П. Роль гемоглобина в механизмах адаптации к гипоксии и гипероксии. - К.: Наукова думка, 1979. – 152 с. 12. Клиническая биохимия. Руководство по клинической лабораторной диагностике: В 3 ч. – М.: Медицина, 1981. – Ч. 3. – 215 с. 13. Аршава В. П. Фетальный гемоглобин при сердечно-сосудистой патологии // Терапевтич. Архив. - 1973. - Т. 45, № 11.- С. 53-56. 14. Семенчева Э. М. Типы гемоглобина в норме и при воздействии на организм некоторых химических веществ: Автореф. дис.... д-ра мед. наук. – К., 1972. – 54 с. 15. Антоненко В. Т., Королев Ю. Н. Особенности кислородсвязывающей функции фетального гемоглобина // Гематология и трансфузиология. - 1983. - Т. 28, №5. - С. 61-64. 16. Лопатина Н. И., Данилова Л. А., Шабалов Н. П. И др. Актуальные вопросы неопатологии.- Л.: Наука, 1979. - С. 69-73. 17. Mann L. J., Romney S. L. // Ibid. – 1968. - Vol. 101. - P. 520-528. 18. Проссер Л., Браун Ф. Сравнительная физиология животных: Пер. с англ. - М.: Медицина, 1967. – 380 с. 19. Desforges J. F. // New Engl. L. Med. – 1976. - Vol. 236. - P. 625-634. 20. Антоненко В. Т. Фетальный гемоглобин и адаптация к гипоксии. Применение препаратов Ф-Нб в лечении гипоксических состояний // Молекулярные аспекты адаптации к гипоксии. - К.: Наукова думка. – 1979. – С. 31-36. 21. Аршава В. П. Фетальный гемоглобин при сердечно-сосудистых заболеваниях // Труды IX съезда терапевтов УССР. - К.: Наукова думка. – 1974. - С. 141-142. 22. Циркина А. С., Золотницкая Р. П. Фетальный гемоглобин при хронических заболеваниях печени. Лабораторная диагностика // Тезисы Всесоюз. съезда врачей, лаборантов: общехимич. методы. Клиническая гематология. Коагулология. - М.: Медицина. – 1979. - С. 144. 23. Циркина А. С. Изменение уровня фетального гемоглобина при спленэктомии у детей, больных некоторыми видами анемий // Матер. 27 научн. сессии Груз. научн.-исслед. ин-та гематол. и перелив. крови им. Г. М. Мухадзе. – Тбилиси: Сабчота Сакартвело. – 1975. - С. 403-405. 24. Militello V., Vitrano E, Cupane A. The effect of organic cosolvents on the oxygen affinity of fetal hemoglobin. Relevance of protein- solvent interactions on the functional properties // Biophys. Chem. - 1991. – Vol. 39, № 2. P. 161-169. 25. Gantchev T., Costadinova Z., Ganeva E. Comparative spin-label study of the dynamic structure of human hemoglobins A and F and the influence of the antibiotic, chloramphenicol // Biochim. Biophys. Acta. – 1988. – Vol. 953. – P. 218-225. 26. Соловьева А.С. Калориметрические исследования термоденатурации изолированных и мембраносвязанных белков в присутствии некоторых криопротекторов до и после охлаждения до -196°C : Дис.... канд. биол.наук. – Харьков, 1997. – 131 с. 27. Соловьева А.С., Зинченко А.В. Сравнительное микрокалориметрическое исследование плавления гемоглобина из донорской и кордовой крови до и после низкотемпературного воздействия // Проблемы криобиологии. - 2000. - № 1. - С. 32-35. 28. Онищенко Е.В., Тимченко Н.Н. Влияние низких температур, глицерина и 1,2-пропандиола на термоденатурацию фетального гемоглобина// Проблемы криобиологии.-2002.-№1.-С. 113-114. 29. Левин С.В. Структурные изменения клеточных мембран.- Л.: Наука, 1976. - 224 с. 30. Antonini E., Wyman J., Moretti R., Rossi-Fanelli A. The interaction of bromthymol blue with hemoglobin and its effect on the oxygen equilibrium // Biochim. et Biophys. Acta. - 1963. - Vol. 71. - P. 124-138. 31. Тимченко Н.Н., Розанова Е.Д., Кучеренко Ю.В., Леонов Б.Н. Аутоокисление гемоглобинов А и F после замораживания-оттаивания // Проблемы криобиологии.-2002.-№4.-С.68-71.

Поступила в редколлегию 10.01.08

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Показана необхідність вдосконалення апаратного оформлення процесу низькотемпературної сепарації природного газу. Розроблений комбінований апарат, конструкція якого дозволяє здійснити послідовно в одному апараті функції сепаратора другого ступеня, абсорбера і сепаратора третього ступеня. Описана конструкція і принцип дії модернізованого сепаратора. Результати досліджень показали, що сепаратор в порівнянні з вживаним в даний час в газовій промисловості устаткуванням, сепарації-абсорбції, забезпечує вищу ефективність протікання і сепарації процесів, абсорбції, при менших гідравлічних втратах.

В связи с тем, что решение проблемы обеспечения энергетической безопасности Украины по-прежнему остается одной из наиболее важных задач газовой промышленности, совершенствование методов дополнительного извлечения пропан-бутановой фракции из природного газа не утратило своей актуальности и в настоящее время. Как известно, одним из наиболее распространенных методов извлечения пропан-бутановой фракции из природного газа является метод низкотемпературной абсорбции [1], который хотя и имеет существенные преимущества перед другими методами переработки природного газа, но, тем не менее, нуждается в дальнейшем совершенствовании, в частности, в упрощении апаратного оформления. Как показано в [2], наиболее полное извлечение пропан-бутановой фракции из природного газа достигается в тех случаях, когда подача абсорбента в газовый поток осуществляется лишь после предварительной осушки природного газа. Исходя из возможностей применяемого в настоящее время в газовой промышленности сепарационного оборудования, это может быть осуществлено лишь с помощью установки дополнительного низкотемпературного сепаратора третьей ступени, что, естественно, ухудшает технико-экономические показатели процесса.

Нами разработан комбинированный сепаратор-абсорбер-сепаратор, конструкция которого (рис.1) позволяет осуществить последовательно в одном аппарате функции сепаратора второй ступени, абсорбера и сепаратора третьей ступени. Это достигается за счет наличия в предложенном аппарате пяти зон контактирования и разделения газожидкостных потоков, а именно: 1-я зона грубого разделения газожидкостных потоков в коленном инерционном сепараторе (поз. 12, 13, 14); 2-я зона турбулентной коагуляции частиц с одновременным протеканием массообменных и сепарационных процессов в криволинейном сужающе-расширяющемся канале (поз. 15, 16, 17); 3-5-я зоны разделения газожидкостных потоков в циклонном противоточном сепараторе 1, вихревом прямоточном сепараторе 6 и жалюзийном каплеуловителе 9.

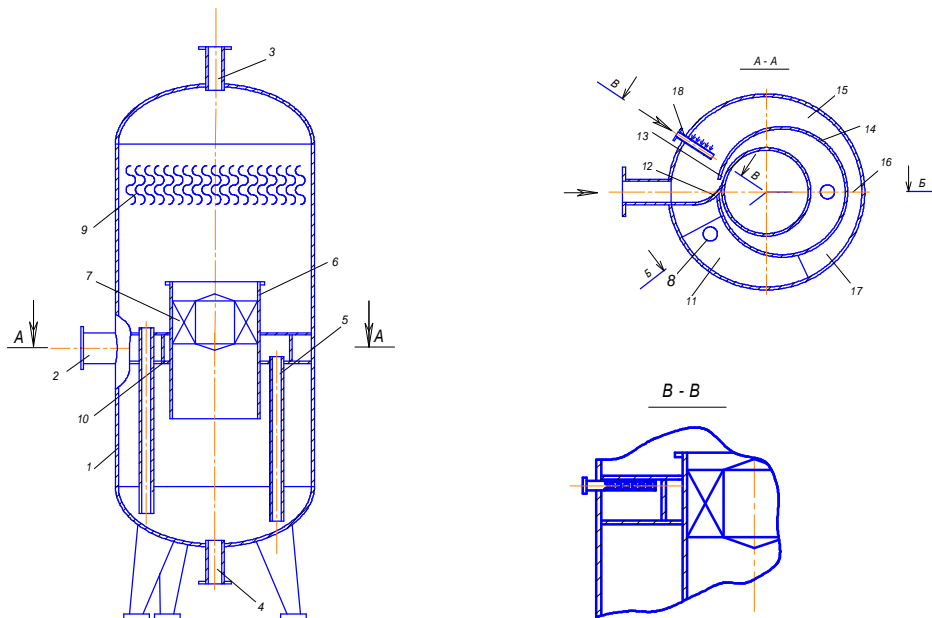


Рис. 1 – Низкотемпературный сепаратор

1- корпус сепаратора, 2- входной патрубок, 3- патрубок выхода очищенного газа, 4- патрубок вывода жидкости, 5- дренажная труба, 6- входной патрубок вихревого сепаратора, 7- лопаточный завихритель, 8- дренажная труба, 9- жалюзийный каплеуловитель, 10- нижняя перегородка, 11- вход в нижнюю циклонную часть корпуса сепаратора, 12- криволинейная пластина, 13- щелевой зазор, 14- криволинейная обечайка, 15- конфузур, 16- горловина, 17- диффузур, 18 – патрубок ввода абсорбента, 19-верхняя перегородка.

Поскольку зоны 3, 4, 5 образованы известными конструктивными элементами широко используемых на практике сепараторов, описание их устройства и принципа работы в настоящей статье не приводится, а рассматривается только описание устройства и принципа работы зоны 1 и зоны 2, которые являются отличительными особенностями разработанного сепаратора.

В поступающем в сепаратор газожидкостном потоке содержатся частицы различной крупности (рис. 2а). При обтекании криволинейной пластины 12 самые крупные частицы, как наиболее инерционные, продолжая двигаться по инерции, попадают в зазор 13, образованный криволинейной пластиной 12 и обечайкой 14, и далее в камеру для сбора уловленных в коленном сепараторе частиц, из которой они по дренажной трубе 5 выводятся в нижнюю часть корпуса сепаратора 1. Более мелкие частицы увлекаются газовым потоком (рис. 2а) и попадают в криволинейный сужающе-расширяющийся канал, образованный криволинейной обечайкой 14, корпусом 1 и перегородками 19 и 10. Благодаря эксцентричному расположению криволинейной обечайки 14 этот канал представляет собой искривленную вокруг продольной оси сепаратора трубу Вентури с криволинейным конфузуром 15, горловиной 16 и диффузуром 17. Поэтому движение газо-жидкостного потока в этом канале приобретает характер неравномерного вращения, ускоряющегося на сужающемся участке канала (в конфузуре 15) и замедляющегося на расширяющемся участке канала (в диффузуре 17).

При этом ускорения, приобретаемые частицами, будут в соответствии с вторым законом Ньютона обратно пропорциональны их массам, что приведет к возникновению относительных скоростей между частицами различной крупности и плотности.

На рис. 2а схематично представлена эпюра изменения тангенциальных составляющих скоростей газа и жидкости. Из нее видно, что в отличие от известных центробежных сепараторов, в которых процессы происходят в режиме равномерного вращения, характеризуемого постоянством и равенством тангенциальных составляющих скоростей газа и жидкости по всему периметру поперечного сечения (рис. 2б), в рассматриваемом сепараторе имеют место значительные различия скоростей газа и капель жидкости. Это обуславливает увеличение межфазной поверхности и способствует интенсификации процесса абсорбции.

Неравномерность вращения газо-жидкостного потока обеспечивает также одновременность протекания абсорбционных процессов и процесса центробежной сепарации. Действительно, поскольку движение газо-жидкостного потока имеет характер неравномерного вращения, то при прохождении газо-жидкостным потоком криволинейного диффузора возникают центробежные силы, под действием которых частицы жидкости начинают перемещаться в периферийную зону конфузора. По мере сужения канала происходит увеличение скорости газо-жидкостного потока. Оно сопровождается настолько большим увеличением центробежных сил, действующих на частицы жидкости, что уже в горловине 1б частицы жидкости оказываются не рассредоточенными по всему сечению горловины, как в известных трубах Вентури, а сконцентрированными у самой стенки корпуса сепаратора (рис. 5а). Это упрощает их выделение из газового потока при дальнейшем их поступлении в противоточный циклонный сепаратор (зона 3) и соответственно обеспечивает более высокую эффективность очистки газа. При этом гидравлические потери в предлагаемом аппарате значительно меньше, чем в классической установке, включающей трубу Вентури и центробежный сепаратор. Происходит это так как одинаковая с классической установкой эффективность массообменных и сепарационных процессов в предлагаемом аппарате достигается уже при скоростях газа в горловине примерно 40 м/сек, что почти вдвое меньше рекомендуемых скоростей газо-жидкостных потоков в горловинах классических труб Вентури [3].

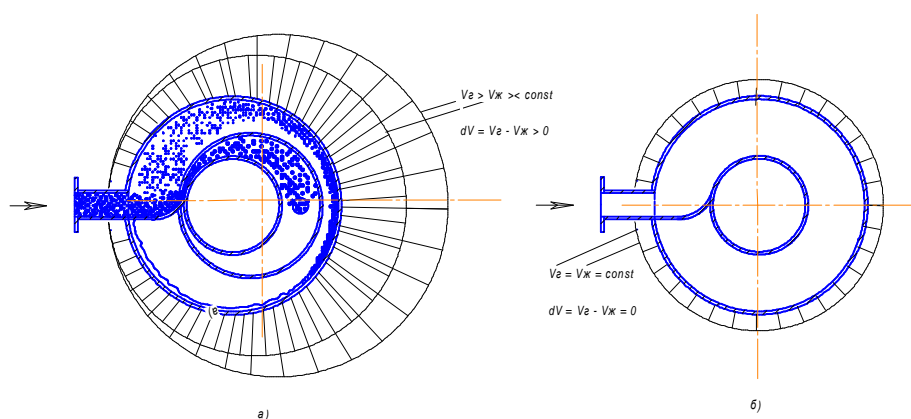


Рис. 2 - Схема изменения тангенциальных составляющих скоростей газа и жидкости вдоль периметра поперечного сечения корпуса сепаратора:

- а) предлагаемый центробежный сепаратор, работающий в режиме неравномерного вращения
- б) классический сепаратор, работающий в режиме равномерного вращения

На основании результатов испытаний опытной модели предлагаемого сепаратора были разработаны рекомендации по модернизации технологической схемы процесса низкотемпературной абсорбции на Юльевском НГП, а также по модернизации ее аппаратурного оформления на базе используемого в настоящее время на Юльевском НГП низкотемпературного сепаратора С-2.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения модернизированного низкотемпературного сепаратора, а также модернизированной технологической схемы извлечения пропан-бутановой фракции из природного газа составит более 3 млн. грн. в год.

Выводы:

1. На базе используемых в настоящее время в газовой промышленности низкотемпературных сепараторов С-2 разработан модернизированный сепаратор, совмещающий в себе функции сепаратора С-2, абсорбера и сепаратора третьей ступени.
2. В принципе работы модернизированного сепаратора С-2 используется режим неравномерного вращения газожидкостных потоков, обеспечивающий одновременность протекания абсорбционных и сепарационных процессов.
3. Модернизированный сепаратор по сравнению с применяемым в настоящее время в газовой промышленности абсорбционно-сепарационным оборудованием обеспечивает более высокую эффективность протекания абсорбционных и сепарационных процессов при меньших гидравлических потерях.

Список литературы: 1. *Гриценко А.И.* Научные основы промышленной обработки углеводородного сырья. - М.:Недра, 1977. 2. *Гусейнов Ч. С., Бекиров Т.М.* Усовершенствование конструкций газовых сепараторов,--Москва, 1981. С. 85. 3. *Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю.* Подготовка промышленных газов к очистке. М.:Химия, 1975

Поступила в редколлегию 10.01.08

УДК 504.064.4

ШЕСТОПАЛОВ А. В., РАЙКО В. Ф., ЦЕЙТЛИН М. А.

УТИЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД СОДОВЫХ ЗАВОДОВ ПУТЕМ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ РАСТВОРИТЕЛЯ КАМЕННОЙ СОЛИ

Показана можливість використання стічних вод содових підприємств в якості розчинника кам'яної солі. Вирішено питання заміни еквівалентної кількості прісної води, яку використовують в якості розчинника, виробничими стічними водами. Представлені результати досліджень стабільності сумішей стічних вод содових підприємств при їх підготовці для транспортування по трубопроводу до розсільних свердловин. Запропоновано принципову технологічну схему підготовки стічних вод для транспортування до соляної камери.

Сброс промышленных стоков содовых предприятий является одной из актуальных проблем охраны природы. До сих пор сброс этих стоков нередко осуществляется в поверхностные водоемы, что вызывает их загрязнение. Сброс в водоемы, как правило, производится только в период весеннего паводка, а остальное время года предприятия вынуждены накапливать стоки в специальных прудах-накопителях, строительство которых связано со значительными капитальными затратами, отчуждением земельных угодий и приводит к загрязнению территории.

Наиболее эффективным мерой защиты водоемов от загрязнения сточными водами является совершенствование технологического процесса [1]. Использование сточных вод в системах производственного водоснабжения и технологических процессах является важнейшей проблемой рационального использования воды и прекращения загрязнения водоемов стоками предприятий. В ряде случаев капиталовложения и эксплуатационные затраты от использования сточных вод в технологических процессах и в промышленном водоснабжении ниже, чем при очистке их с целью выпуска в водоемы. Такие решения защиты водоемов содовыми предприятиями соответствуют генеральной концепции водоохраны, предусматривающей нормальное функционирование водных объектов в условиях изменяющихся ситуаций и интенсификации водопользования, допускающей только такие сдвиги в экосистемах гидросферы, которые направлены на улучшение социально-экономических условий жизни общества.

Дефицит пресной воды, существующий в промышленных районах, и необходимость сохранения в чистоте вод природных водоемов делает необходимым изыскивать дополнительные водные источники. Важнейшим источником промышленного водоснабжения могут быть сточные воды, прошедшие специальную подготовку, обеспечивающую качество воды, отвечающее предъявляемым требованиям водопользователя. На многих предприятиях Украины внедрены безводные технологические процессы, построены установки по извлечению и использованию ценных веществ из сточных вод, реализованы мощные системы оборотного водоснабжения. При решении проблемы сброса сточных вод содовых предприятий и исследовании возможности использования промышленных стоков в технологических процессах перспективным является использование объемов подземных соляных камер с последующим применением ряда слабоминерализованных сточных вод в качестве растворителя каменной соли для получения рассола при подземном выщелачивании.

При подземном выщелачивании солей для получения хлорнатриевых рассолов используется техническая или питьевая вода. Техническая вода применяется при получении рассолов, используемых в содовом и хлорном производствах, питьевая— при получении рассолов, идущих на производство пищевой соли «Экстра» методом вакуумпарки. Техническая вода по минерализации в ней солей для получения рассолов нормами не регламентируется, а выбор растворителя определяется физико-химическим и технико-экономическим обоснованием в зависимости от рассолопотребляющих производств.

В практике подземного выщелачивания солей известны случаи применения минерализованных вод в качестве растворителя [2]. На Ново-Карфагенском рассолопромысле в качестве растворителя используются воды с минерализацией 12-17 г/л, содержащие соли NaCl , CaCO_3 , MgCO_3 . При этом качество рассолов по содержанию NaCl и взвесям удовлетворяет требованиям кондиций. На промысле Славянского производственного объединения «Химпром» производились закачки в камеры дистиллята.

Применение минерализованных стоков содового производства в качестве растворителя в практике подземного выщелачивания до настоящего времени на территории Украины не имело места. Между тем, имеется ряд работ, свидетельствующих и возможности и целесообразности утилизации в камерах

выщелачивания стоков промышленных предприятий. Большое внимание использованию сточных вод уделяется в зарубежной практике [3, 4, 5], однако, эти работы отвечают условиям захоронения стоков, а не их использования в качестве растворителей для получения кондиционных рассолов.

На содовых заводах Украины имеется три категории промышленных сточных вод [6]:

- 1) Высокоминерализованные промстоки—дистиллерная жидкость.
- 2) Слабоминерализованные сточные воды, не имеющие экономически оправданных методов очистки.
- 3) Сточные воды после охлаждения теплообменной аппаратуры, которые целесообразно использовать повторно в системах оборотного водоснабжения.

В настоящее время вопрос ликвидации промстоков первой категории—дистиллерной жидкости—имеет положительное решение. Эта жидкость может использоваться для заводнения нефтяных месторождений, либо перерабатываться для получения товарной продукции (мелиорантов, бесцементного вяжущего и т.д.).

Сточные воды второй категории, как правило, после отстаивания сбрасываются в водоемы. Однако, сброс этих стоков в связи с их минерализацией в пределах 12-55 г/л по санитарным нормам не допустим в открытые водоемы без очистки, которая является дорогостоящим мероприятием. Основными полезными компонентами минерализации являются поваренная соль в количестве от 0,5 до 49,5 г/л и содопродукты—от 3 до 9 г/л, а также щелочи до 4,6 г/л. Содержание указанных компонентов дает основание считать данные стоки перспективными для целей использования их в качестве растворения каменной соли методом подземного выщелачивания, так как в процессе рассолообразования перечисленные компоненты будут способствовать очистке рассола от вредных примесей, например, ионов магния и кальция.

Исходя из вышесказанного вытекают наши задачи, которые заключались в следующем:

- 1) Исследовать физико-химические свойства сточных вод, перспективных для использования в качестве растворителя при подземном выщелачивании каменной соли.
- 2) Разработать технологию подготовки сточных вод для транспортировки их на рассолопромысел.
- 3) Исследовать процесс рассолообразования и возможность получения кондиционного рассола при выщелачивании каменной соли слабоминерализованными промстоками.

Для решения этих задач был проведен цикл теоретических и лабораторных исследований по подготовке смесей слабоминерализованных стоков к транспортировке по подземному трубопроводу на рассолопромысел с последующей технико-экономической оценкой полученных результатов. Эти исследования включали оценку возможности получения при использовании промышленных сточных вод Лисичанского содового завода кондиционных по содержанию NaCl рассолов, а также рассмотрения условий осаждения в камерах взвешенных частиц. При этом результаты физико-химических исследований сопоставлялись с геологическими и горно-техническими условиями разработки соляных месторождений.

Проблема утилизации стоков решается в два этапа. На первом этапе исследуются вопросы технологии подготовки промстоков для использования их в качестве растворителя и транспортировки по трубопроводам на рассолопромысел. На втором этапе исследуются вопросы технологии подземного выщелачивания каменной соли с использованием слабоминерализованных промстоков.

В лабораторных условиях нами проведены опыты по подготовке слабоминерализованных сточных вод Лисичанского содового завода к закачке их в рассольные скважины с целью получения рассола методом подземного выщелачивания каменной соли.

В подземных трубопроводах при транспортировке вода может охлаждаться до 10°C.

При наличии в воде пересыщенных концентраций слаборастворимых солей они в процессе охлаждения в трубопроводе будут инкрустировать его стенки, что в свою очередь усложняет процесс движения жидкости и в конечном итоге может привести к закупорке трубопровода. Потенциально возможной твердой фазой, способной кристаллизоваться из пересыщенных растворов при этих условиях, является гипс и карбонат кальция.

Поставленная исследовательская работа по изучению стабильности химического состава смесей слабоминерализованных промстоков, предназначенных для подачи в рассольные скважины, проводилась по методике, описанной в работе М. И. Куциной [7].

Нами были проведены исследования промышленных сточных вод ОАО «Лисичанская сода» на предмет их использования в качестве растворителя каменной соли и разработана технологическая схема применительно к условиям данного производства.

На Лисичанском содовом заводе имеется 2 вида сточных вод, которые предполагалось использовать для закачки в рассольные скважины: продувочные воды оборотных систем водоснабжения завода в количестве 500 м³/час и промышленные воды после отмывки СГ в шламе содового производства. Первые из них отличаются от состава речной воды р. Сев. Донца только повышенной минерализацией (примерно в 2-3 раза). Использование этих вод для подземного выщелачивания каменной соли с целью получения рассола возражений иметь не может, так как они не содержат примесей, которые повлияли бы на качество получаемого рассола.

Промышленные воды после отмывки шлама от СГ имеют минерализацию около 160 г/л. Примерно, 90 г/л в сточной воде содержится хлорида кальция. Для того, чтобы эти воды можно было применять в качестве растворителя каменной соли с целью получения рассола и довести до кондиции по содержанию Ca²⁺, необходимо их разбавить, примерно, в 20-22 раза.

При смешении двух видов сточных вод второй промсток разбавляется в 11 раз и концентрация ионов кальция в общей смеси достигает 3 г/л, что делает эту смесь некондиционной по этому показателю.

Содержание малорастворимых солей кальция в этих сточных водах значительно ниже концентраций насыщения. С этой точки зрения подача их на рассолопромысел не должна вызывать возражений, так как угроза зарастания трубопровода инкрустациями отсутствует.

Концентрация взвешенных веществ в сточных водах составляет 0,05-0,1 г/л. Характер взвеси позволяет беспрепятственно перекачивать сточные воды на рассолопромысел. При скорости движения воды в трубопроводе около 1 м/сек они не будут давать донных отложений.

Сточные воды Лисичанского содового завода исследовались на стабильность химического состава за время, необходимое для подачи их от завода до Ново-Карфагенского рассолопромысла (расстояние около 40 км).

Исследовались 2 смеси сточных вод: а) смесь продувочных вод оборотных систем водоснабжения завода, б) смесь продувочных вод и промывных вод после отмытки хлора в шламе содового производства. Смеси составлялись из не осветленных сточных вод.

Время выдержки смесей сточных вод при температуре 10⁰ С составляло около 11 часов, что соответствует времени транспортирования их на расстояние 40 км со скоростью около 1 м/сек.

Исследования стабильности смеси сточных вод показали, что при выдержке их в установке, в которой моделируется процесс перекачки их на рассолопромысел в течение 11 часов с перепадом температур с 22 до 10⁰С химический состав остается неизменным.

Проведенные исследования показали, что при смешении кальций и содосодержащих сточных вод образуется дополнительное количество карбоната кальция, способное давать в промстокопроводе инкрустации. Скорость выпадения инкрустаций зависит от концентрации свежееобразовавшегося карбоната кальция, гидродинамики процесса, содержания твердой фазы (взвеси) и др. факторов. Показано, что взвешенные вещества, присутствующие в смеси сточных вод при концентрации более 140 мг/л гарантируют полное снятие перенасыщения по карбонату кальция и практически полностью устраняют явление инкрустирования промстокопровода. Процесс стабилизации смеси промстоков длится около 15-20 мин., что обусловило выбор емкости смесителя. При охлаждении жидкости и выдержки ее в течение установленного для транспортировки времени химический состав смеси оставался стабильным—после снятия пересыщения по карбонату кальция в течение 7-8 часов в интервале температур 22-10⁰ не изменялся.

Исследование вопросов подземного выщелачивания каменной соли показали, что характер процесса растворения в камерах и формирования состава рассолов при использовании в качестве растворителя слабоминерализованных сточных вод Лисичанского содового завода практически не отличается от выщелачивания пресной водой. Состав получаемых сырых рассолов отвечает существующим техническим условиям на рассол.

Таким образом, в результате лабораторных исследований определены стоки предприятия, перспективные для закачки в камеры выщелачивания, и для этих стоков установлено следующее:

- теоретические (расчетные) составы рассолов, получаемых при использовании минерализованных стоков, полностью отвечают существующим требованиям на сырой рассол;

- в смешенных стоках в соответствии с существующими объемами их сброса предпосылки для гипсации рабочих коммуникаций отсутствуют;

– в условиях камер промышленных размеров имеются благоприятные условия для отстоя взвешенных частиц (при скоростях их отстоя равных 0,2 м/час); подача в камеры незначительного количества взвешенных частиц совместно с растворителем не оказывает влияния на процесс выщелачивания, так как частицы будут оставаться в камере, образуя на дне ее незначительный слой осадка.

Вместе с тем, установлена возможность отрицательных последствий – выход мутного рассола за счет содержания в нем CaCO_3 и $\text{Mg}(\text{OH})_2$, что может вызвать осложнения при транспортировке сырого рассола до цеха очистки.

Исследования, проведенные на лабораторной установке, дали возможность разработать технологию подготовки смеси сточных вод для их транспортирования по трубопроводу на рассолопромысел. Принципиальная технологическая схема использования промстоков содовых производств для получения рассола способом подземного выщелачивания каменной соли представлена на рисунке 1.

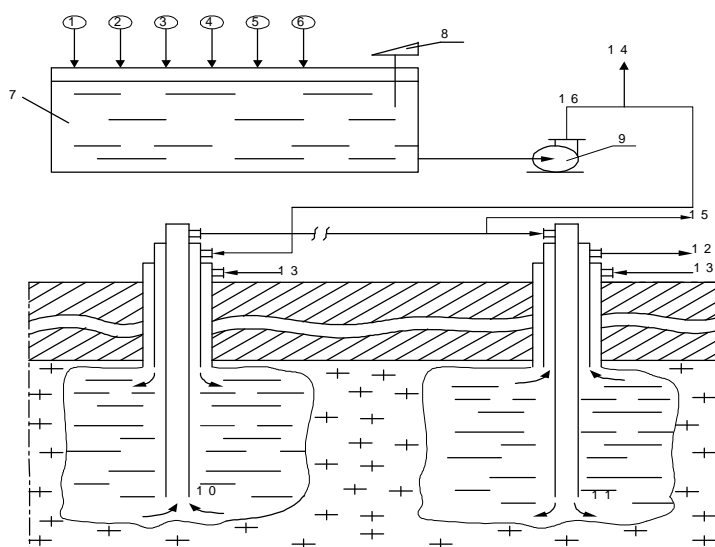


Рис. 1. Принципиальная схема подготовки сточных вод и подачи в соляные камеры.

1-6 - сточная вода из производств и осветленная жидкость из шламонакопителя; 7 - смеситель сточных вод; 8 - мешалка; 9 - насос для перекачки сточных вод; 10-11 - камеры выщелачивания; 12 - выдача рассола; 13 - подача в камеры нерастворителя; 14 - аварийный сброс стоков; 15 - выдача рассола; 16 - трубопровод.

Слабоминерализованные сточные воды производства белой сажи (по солянокислому и углекислому методу), производства бариевых солей после обезвреживания, маточник производства углекислого бария, промывные воды содового производства, осветленная жидкость из шламонакопителей, регенерационные и продувочные воды ТЭЦ подают в специальный смеситель поз. 7, после чего по промстокопроводу поз. 16 перекачиваются насосом поз. 9 на

рассолопромысел для закачки в камеру выщелачивания поз. 10 в расчетном количестве (20-100 м³/час). Избыток стоков поступает по аварийному трубопроводу поз. 14 на сброс. Нижний предел производительности обусловлен возможной необходимостью разбавления промстоков на рассолопромысле перед подачей в камеры. Производительность закачки принимается в соответствии с производительностью камер по кондиционному рассолу.

Во избежание негативных последствий закачки и попадания вредных веществ в поверхностные кроме камер закачки предусматривается возможность использования камер отстойников поз. 11. Для перекачки из камер закачки в камеру отстаивания прокладывается специальный трубопровод. Перекачка из камер закачки в камеры отстаивания осуществляется через рассолоподъемную колонну, а отбор осветленной жидкости—через водоподдающую колонну согласно схеме. Использование камер отстаивания предусматривается в случае получения из камер закачки рассола, не

удовлетворяющего по своему химическому составу рассол в магистральном рассолопроводе. При получении кондиционного рассола потребности в камере отстаивания нет.

Производительность закачки принимается в соответствии с производительностью камер по кондиционному рассолу. Режим эксплуатации осуществляется в соответствии с типовым регламентом.

В связи с тем, что Лисичанский содовый завод применяет рассол, полученный обвальным методом, т.е. при рассолопромысле не образуются подземные камеры, а после того, как вымывается полость происходит обрушение, то была предложена следующая схема использования промышленных стоков для добычи каменной соли (рис. 2).

Предварительно приготовленные в смесителе промстоки как на рис. 1. подаются в систему скважин поочередно. Часовой расход сточных вод по ЛСЗ составляет 546 м³/ч. Рассол отводится через рассолоприемную скважину.

Учитывая неравномерность подачи сточных вод, время стабилизации смеси, переменный состав сточных вод, возможные нарушения режима подачи промстоков на рассолопромысел, а также условия обеспечения работы приборов регулирования и контроля, целесообразно емкость смесителя рассчитывать на 1-1,5 – часовой прием промстоков. Из смесителя сточные по трубопроводу диаметром 300 мм и длиной 40км предполагается насосом перекачивать на рассолопромысел.

Каждая полость (кроме рассолоприемной) выполняет роль отстойника, в котором происходит осаждение взвешенных частиц стоков и осветление жидкой фазы, что исключает загрязнение рассола отходами. Жидкая фаза растворяет каменную соль и образует полость, которая заполняется подающимся шламом. С учетом гидродинамических потоков в подземной полости, за счет подачи шлама и движения насыщенной жидкости под действием гравитационных сил, растворение соли будет протекать преимущественно в горизонтальном и вертикальном направлениях. Твердая фаза осаждается в нижней части полости, образуя относительно ровный горизонтальный слой.

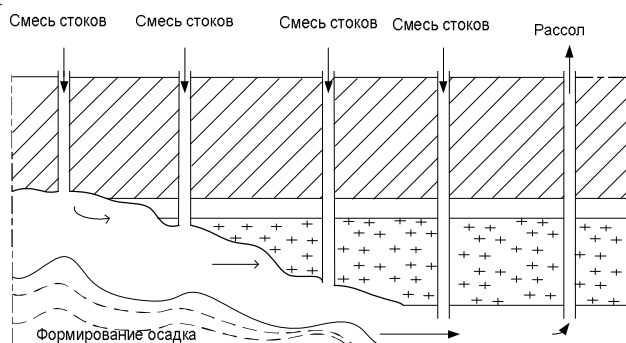


Рис. 2. Схема захоронения отходов в систему скважин при одновременной добычи рассола

После того, как полость вымывается до расчетного (критического) размера подачу стоков производят в последующие скважины.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что положительное решение вопроса утилизации промстоков содовых заводов путем направления их на рассолопромысел даст возможность отказаться от затрат на их очистку и сброс в поверхностные водоемы, а также сократить объем подаваемой на растворение каменной соли пресной воды.

Список литературы: 1. В. Д. Семенюк, В. Е. Терновцев - Комплексное использование воды в промышленном узле. Изд. «Будівельник», Киев, 1974. 2. В. Л. Однопозов, П. С. Бобко, А. Е. Кругликов, Н. Ф. Пашковский – Проект кондиций на каменную соль Ново-Карфагенского месторождения Украинской ССР. НТБ ВНИИГ, 1962. 3. Cannon Daniel – Повторное использование воды в промышленности США. «Water and Sewage works», 1964, 111, №5, 250 – 254. 4. Hevens Donald B. Повторное использование сточных вод в штате Нью-Йорк/США/ «J. Water Pollute control Federate».1968, 40, №4, 677 – 683. 5. Willienson John A., Hirek Lawrence. Очистка и повторное использование производственных сточных вод. «Water and Sewage works». 1969, 116, №7, 1/24 – 1/26. 6. Ткач Г.А., Шапорев В.П., Титов В.М. Производство соды по малоотходной технологии.– Харьков: ХГПУ, 1998.– 429 с. 7. М. И. Куцина. Исследование по подготовке дистилерной жидкости содового производства для транспортирования и заводнения нефтяных пластов. Кандидатская диссертация, Харьков, 1973.

Поступила в редколлегию 10.01.08

УДК 664.346

В.В. МАНК, докт. хім. наук, професор, В.О. БАХМАЧ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОЛІЦУКРИДІВ

В статті наведені результати дослідження впливу технологічних параметрів, а саме, температури, вмісту солі та кислоти на реологічну поведінку водних розчинів поліцукридів. Досліджувалися камідь ксантану, рожкового дерева та гуари. На основі аналізу реологічних кривих течії водних розчинів встановлені особливості поведінки, що дозволить правильно обрати технологічні параметри процесу виробництва майонезів.

Поліцукриди широко використовуються для загущення або стабілізації водних колоїдних систем, у тому числі, у харчовій промисловості [1]. Деякі поліцукриди, або так звані камеді при певних умовах можуть утворювати просторові структури, тобто їх використання дозволяє змінювати та керувати реологічними властивостями водних систем. До цих поліцукридів відносяться камідь ксантану, рожкового дерева, гуари та інші.

Камедь ксантану являє собою аніонний біополімер, що складається з β -D-глюкози та α -D-глюкуронової кислот у співвідношенні приблизно як 3:3:2, частково етерифікованої оцтовою або піровиноградною кислотами. Вони продукуються бактеріями *Xanthomonas Campestris* у розчинах, що містять вуглеводні, джерела азоту та живильні солі.

Камедь рожкового дерева являє собою нейтральний поліцукрид, побудований з мономерів D-манози та D-галактози у співвідношенні приблизно як 1:4. Виробляється з бобів рожкового дерева *Ceratonia siliqua* шляхом їх подрібнення та наступного просіювання.

Камедь гуари являє собою нейтральний поліцукрид, що складається з D-манози та D-галактози у співвідношенні приблизно як 1:2. Вона виробляється з насіння бобового дерева *Cyamopsis tetragonoloba* аналогічним способом. Всі ці камеді дозволені міністерством охорони здоров'я для використання у харчовій промисловості [2].

У виробництві емульсійних харчових продуктів, зокрема майонезів, важливим показником, що формує їх якість, є консистенція. Завдяки використанню структуроутворюючих компонентів, у тому числі поліцукридів, можна регулювати консистенцію за реологічними показниками. Суттєве значення також має встановлення відповідних технологічних режимів виробництва майонезів: температури, вмісту кислоти та солі, способу емульгування.

В технології виробництва майонезів для надання смакових властивостей, згідно рецептур, використовуються розчин солі (хлорид натрію) та кислот (оцтової або цитринової). Ці речовини є дестабілізаторами емульсії, а отже при виборі структуроутворювача важливим є дослідження їх впливу на структуру продукту. Крім того, процес теплової обробки водних розчинів компонентів та грубої емульсії

приводить до руйнування структур [3]. Тому важливо вивчити поведінку водних розчинів камедей у широкому інтервалі температур.

Методи та об'єкти досліджень. Визначення реологічних властивостей водних розчинів як в області зруйнованих так і незруйнованих структур використовували методику, що передбачає побудову повної реологічної кривої залежності градієнту швидкості або ефективної в'язкості від напруги зсуву отриманих на ротаційному віскозиметрі типу "Reotest-2" (Німеччина).

В якості об'єктів дослідження використовували водні розчини камедей ксантану, рожкового дерева, гуари (виробництва фірми "ROEPER GMBH" Німеччина). Для приготування водних розчинів їх розчиняли у дистильованій воді за допомогою магнітних мішалок з підігрівом при швидкості обертання 300-500 об/хв.

При дослідженні впливу кислоти використовували концентровану (80%) оцтову кислоту. Камеді досліджувалися в діапазоні концентрацій розчинів від 0,1 до 1,0 %.

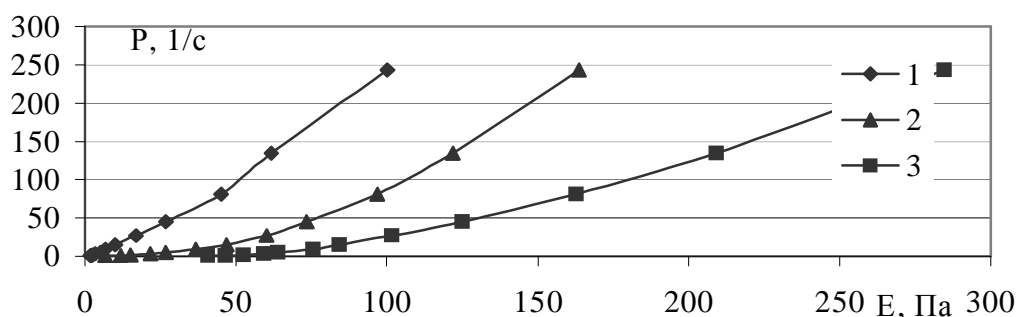


Рис. 1. Реологічні криві течії 0,5 % розчинів камедей:
1- рожкового дерева, 2-гуари, 3-ксантану

Результати досліджень та їх аналіз. Характерні реологічні криві течії для 0,5% водних розчинів камедей рожкового дерева, гуари та ксантану при температурі 20 °С наведені на рис. 1. Встановлено, що із зростанням концентрації камеді в'язкість розчинів збільшується нелінійно, це свідчить про те, що вони відносяться до в'язкопластичних рідин.

При проведенні реологічних експериментів в прямому напрямку (із збільшенням швидкості обертання циліндра) та у зворотному (із зменшенням швидкості обертання циліндра) виявилися незворотні процеси. Криві течії у прямому і зворотному напрямку не співпадають і утворюється петля гістерезису, що вказує на тиксотропну поведінку досліджуваних розчинів, тобто їх здатність відновлювати структуру з часом (рис. 2). Встановлено, що найбільшу здатність до відновлення структури має камедь ксантану. Це може бути зумовлене тим, що камедь ксантану має іоногенні групи, наявність яких приводить до підсилення міжмолекулярних взаємодій, а отже, до підвищення в'язкості.

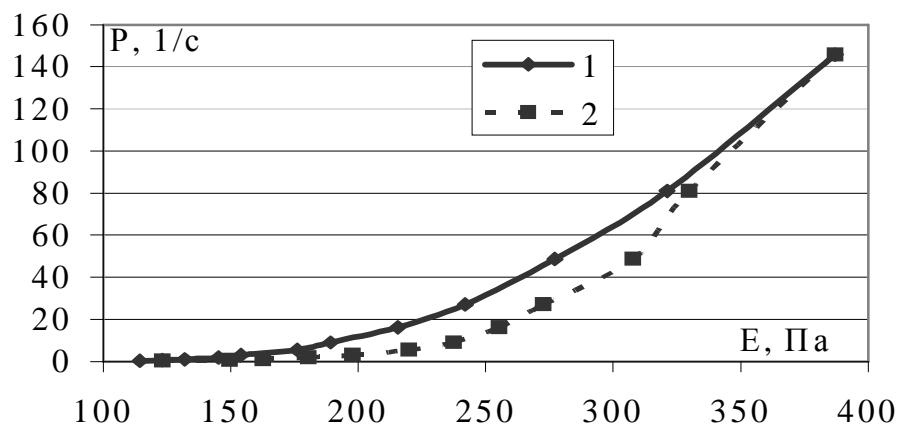


Рис. 2. Реологічні криві течії 0,7 % водного розчину камеді ксантану, 1 - підвищення швидкості зсуву, 2 - зменшення

Гістерезис спостерігається у широкому діапазоні швидкостей деформації структури розчину. На відміну від камеді ксантану, розчини камеді рожкового дерева не виявляють петлі гістерезису на кривих течії, а для розчину камеді гуари спостерігається невелика петля гістерезису. Це також свідчить про відмінності реологічної поведінки нейтральних та заряджених молекул поліцукридів.

Встановлено, що при додаванні хлориду натрію в інтервалі від 0,1 до 2,0% (максимальне значення за рецептурною закладкою) до розчинів камедей суттєво не впливає на їх реологічну поведінку. Це свідчить про те, що структура водних розчинів досліджуваних камедей є стійкими до дії солі. Також не виявлено суттєвого впливу додаванням оцтової кислоти в діапазоні концентрацій від 0,1 до 1,5 % на реологічні властивості розчинів камедей, а, отже, і їх структуру.

Таким чином, водні розчини камедей рожкового дерева, гуари та ксантану є стійкими до дії солі NaCl та оцтової кислоти.

Вплив температури на реологічні показники визначався у діапазоні від 20 до 60 °C. Отримані криві аналізувалися за показниками в'язкості зруйнованої та незруйнованої структури розчинів, а також значеннями початкової та граничної напруги зсуву.

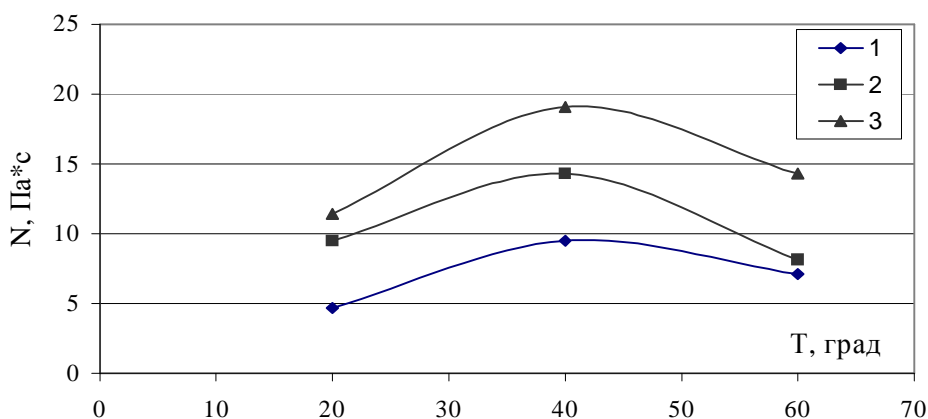


Рис 3. Залежність максимальної в'язкості водних розчинів камеді ксантану від температури, концентрація 1- 0,1 %, 2 - 0,5% 3-1,0 %

Водні розчини камеді ксантану проявляють аномальну поведінку.

З підвищенням температури в'язкість зруйнованої структури зменшується, що характерно для звичайних рідин. В той же час в'язкість незруйнованої структури розчину камеді ксантану проявляє аномальну залежність в'язкості від температури. З підвищенням температури вона спочатку збільшується і при температурі близько 40 °С досягає максимального значення, а потім зменшується. Таку поведінку можна пояснити зміною структурної організації розчину, що проявляється при підвищенні температури.

Висновки. Результати проведених досліджень свідчать про перспективність використання поліцукридів в якості структуроутворювачів при виробництві емульсійних продуктів, зокрема майонезів. Отримані дані дозволять правильно підібрати технологічні режими виробництва.

Список літератури: 1. Natural hydrocolloids as food stabilizers// Food marketing & technology, vol 17 #4 august 2003 p. 6-9, 2. Булдаков А. И. Пищевые добавки: Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М: «ДеЛи принт», 2003. — 435 с, 3. Нечаев А.П. Майонезы, Спб- «Гиорд», 2000 – 24 с.

Поступила в редколлегию 12.01.08

УДК 664.34.002

Т.Т. НОСЕНКО, канд. біол. наук, О.М. ГРОМОВА, Н.В. ПОДОЛЯКО

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЇ ТА БІЛКОВИХ ІЗОЛЯТІВ, ОДЕРЖАНИХ ІЗ ГАРБУЗОВОГО НАСІННЯ

В представленій статті наведені результати дослідження властивостей олії та білків, ізольованих із насіння гарбузів, оцінені основні фізико-хімічні показники гарбузової олії, визначений вміст пігментів в олії. Показано, що гарбузова олія має невисоку стійкість до окиснення киснем повітря. В роботі досліджено також фракційний склад білків насіння гарбузів: серед розчинних білків переважає глобулінова фракція. Одержані дані свідчать про високі технологічні властивості білкових ізолятів із насіння гарбузів.

Вступ. Поряд з іншими рослинними оліями, які широко використовуються в світі як харчові рослини, олії можна добувати із нетрадиційної сировини - насіння гарбузів, кавунів, а також із відходів інших виробництв - насіння томатів, винограду тощо. В літературі є дані про значний вміст біологічно-активних речовин в насінні багатьох овочевих культур, в тому числі і про харчову та біологічну цінність гарбузової олії. Так, зокрема в складі жирних кислот гарбузової олії переважає лінолева кислота, її вміст досягає 57 % [1]. Для гарбузового насіння характерним є високий вміст фітостеролів (0,4 – 0,5%) токоферолів (94 мг %), фенольних сполук (0,15 %) [1] тощо.

Крім того, як свідчать літературні дані [2], гарбузове насіння характеризується високим вмістом білків, які можна використовувати як харчові, особливо враховуючи той факт, що насіння сої, яке в наш час є головним чином сировиною для одержання харчових білків, останнім часом переважно одержують із генетично модифікованих об'єктів.

Метою даної роботи було дослідження властивостей олії та білків, отриманої із гарбузового насіння.

Методи досліджень. Визначення загального вмісту ліпідів в насінні здійснювали методом вичерпної екстракції із використанням гексану як розчинника. Кислотне, пероксидне та йодне число гарбузової олії визначали за стандартними методами. Вміст хлорофілів в олії визначали за поглинанням розчину олії в ацетоні при довжині хвилі 652 нм, використовуючи формули Arnona [3]. Сумарний вміст каротиноїдів визначали за поглинанням на довжині хвилі 400 нм, використовуючи формули [4]. Вміст окремих фракцій білків в насінні визначали гравіметрично шляхом послідовного екстрагування дистильованою водою, розчином NaCl масовою часткою 10 % та розчином луку масовою часткою 0,2 % із знежиреного насіння [5]. Окиснювальну стійкість олії визначали методом прискореного окиснення [6].

Результати досліджень та їх аналіз. Як свідчать одержані дані, для досліджуваного насіння характерним є високий вміст ліпідів 39-43 %, що свідчить про можливість його використання для одержання олії.

Фізико-хімічні показники гарбузової та виноградної олії наведено в таблиці 1.

Таблиця 1
Фізико-хімічні показники гарбузової олії.

Фізико-хімічні показники	Гарбузова олія
Кислотне число, мг КОН/г	0,6
Пероксидне число, мМоль $\frac{1}{2}$ O /кг	1,98
Йодне число, % J ₂	119
Вміст хлорофілів, мг/100 г	1,6
Вміст каротиноїдів, мг/100 г	0,3

Одержані результати свідчать, що олія, одержана із насіння гарбузів, мала дуже незначний початковий вміст вільних жирних кислот. Початковий вміст пероксидних сполук був також несуттєвим, що свідчить про високу якість досліджуваної олії. Значення йодного числа гарбузової олії знаходиться в межах значень, характерних для більшості рідких рослинних олій.

Дані, наведені в таблиці 1, свідчать про високий вміст хлорофілів в досліджуваній олії. Високий вміст зелених пігментів зумовлює зеленуватий відтінок олії, а також впливає на стійкість олії до окиснення.

Нами було досліджено також окиснювальну стабільність досліджуваної олії. Ступінь окиснення олії визначали за значенням пероксидного числа (ПЧ), яке визначали через кожну годину. Одержані дані свідчать про низьку антиокиснювальну здатність гарбузової олії (рис.). Так, значення пероксидного числа в гарбузовій олії через 1 год прискореного окиснення становило 6,5 мМоль $\frac{1}{2}$ O /кг через 2 години – 16,7 мМоль $\frac{1}{2}$ O /кг. Для порівняння на рисунку наведено динаміку прискореного окиснення нерафінованої соняшникової олії.

Наявні в літературі дані свідчать про високий вміст білків в гарбузовому насінні. Нами було досліджено фракційний склад білків насіння. Одержані дані свідчать, що серед білків гарбузового насіння переважають глобуліни, досить високий вміст альбумінів, незначна кількість лужнорозчинних білків (табл. 2).

Таблиця 2

Фракційний склад розчинних білків насіння гарбузів.

Білкова фракція	Масова частка, % на суху речовину знежиреного насіння
Альбуміни	11,4
Глобуліни	22,4
Глютеліни	2,8
Сума розчинних фракцій	36,6

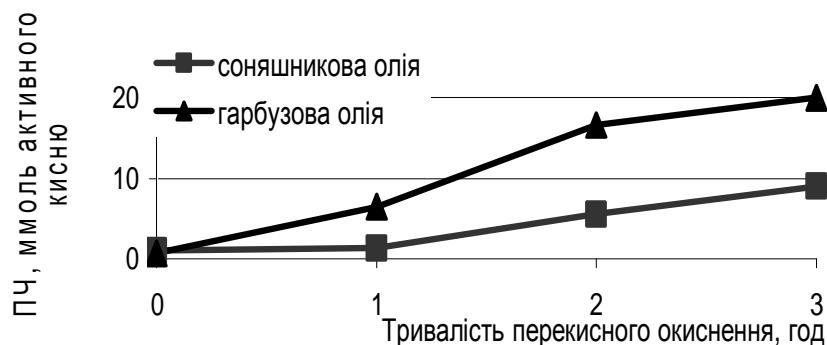


Рис. Залежність перекисного числа олії від тривалості прискореного окиснення

Нами були проведені також дослідження деяких технологічних властивостей білкового ізоляту, одержаного як сукупна фракція розчинних білків гарбузового шроту. Важливим показником якості білкових ізолятів є їх розчинність у воді. Висока розчинність у воді забезпечує можливість використання таких білкових добавок у виробництві багатьох харчових продуктів. Білкові ізоляти, які мають високу розчинність, мають також високу емульгуючу та піноутворюючу здатність, можуть використовуватись для виробництва напоїв, харчоконцентратів тощо. Одержаний нами білковий ізолят мав високу розчинність у воді, та здатність стабілізувати емульсії (вміст розчинних білків у білковому ізоляті становив приблизно 46 %).

Висновки. Проведені нами дослідження свідчать, що гарбузове насіння є цінним джерелом олії та білків. Білкові ізоляти, одержані із гарбузового насіння, мають високі технологічні властивості. Невисоку окиснювальну стабільність досліджуваних олій можна збільшити шляхом їх рафінації.

Список літератури: 1. Лисицын А. Состав и свойства масел, содержащихся в семенах овощных культур // Олейно-жировый комплекс. – 2005. – № 3. – С. 69 – 71. 2. Макеев А.М., Кремер А.И., Рубинштейн А.Н., Бабенко П.П. Комплексное масло и полноценный белок из трехкомпонентного растительного сырья // Масложировая промышленность. – 2002. – № 4. – С. 22 – 23. 3. Arnon D.I. // Plant Physiol. – 1949. – v. 24. P. 1 – 12. 4. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. – Под ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л., 1967, кн. 1, т. 1. – 582 с. 5. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – «Наукова думка», 1976 – 335 с. 6. ГОСТР 51481-99 (ИСО 6886-96). Жиры и масла животные и растительные. Метод определения устойчивости к окислению.

Поступила в редколлегию 12.01.08

И.Н. ДЕМИДОВ, докт.техн.наук, В.А. ГУСАК

РАЗРУШЕНИЕ ГИДРОПЕРОКСИДОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Досліджено руйнування пероксидних сполук соняшникової олії в присутності кислот та вуглеводів. Залежність ступеня руйнування гідропероксидів соняшникової олії від концентрації сполук, що містять в своєму складі карбонільну групу (вуглеводів) визначали методом планування експерименту. Встановлено оптимальні концентрації реагентів, що забезпечують максимальну ступінь такого руйнування.

Проблема получения масел и жиров с низким содержанием гидропероксидов давно и прочно занимает внимание исследователей во всем мире. Этот показатель качества особенно важен, т.к. он может быть отнесён к показателям безопасности. Он особенно важен при непосредственном употреблении в пищу жирового продукта (салатных масел и бутербродных маргаринов) а также для процессов химической или энзимной переэтерификации.

Решение данной проблемы ведется, как правило, по двум направлениям:

- первый это защита масел от окисления путем применения антиоксидантов (синтетических или натуральных), и применения технологических приемов исключающих контакт масел с кислородом;

- второй - это снижение пероксидного числа уже окисленных масел; при этом существующие процессы требуют высокой температуры, достаточно высокого вакуума и применения адсорбентов (отбельных глин).

Возможным решением данной задачи является совместное ведение процессов, например, на стадии нейтрализации или гидратации масла, с процессом разложения гидропероксидов. Оборудование для реализации упомянутых процессов имеется практически на всех масложировых предприятиях, что в свою очередь делает данный способ разложения пероксидных соединений легкодоступным.

Известен [1, 2] ускоренный распад гидропероксидов в присутствии кислот и карбонилсодержащих соединений. Однако многие из этих соединений недопустимо применять в пищевом производстве. Фосфорная кислота – сильная кислота, широко применяющаяся в процессе рафинации масел. Мы также обратили внимание на углеводы, содержащие в молекуле карбонильные группы и являющиеся пищевыми веществами.

Среди них были выбраны такие, которые содержат карбонилсодержащий углевод – фруктозу. Первым из них был мёд, также были проведены опыты с веществами, содержащими основной углевод меда - фруктозу (до 60 %): инвертным сиропом (содержание фруктозы до 40 %) и кристаллической фруктозой (до 99 %).

Экспериментальная часть.

Для экспериментов использовали подсолнечное масло рафинированное, дезодорированное ДСТУ[3], которое предварительно окислили. Пероксидные числа определяли в соответствии с ДСТУ[4]. Эксперименты по разложению пероксидных соединений в подсолнечном масле проводился в круглодонной стеклянной колбе,

снабженной мешалкой и регулируемым обогревом. К предварительно окисленному подсолнечному маслу добавляли фосфорную кислоту и один из карбонилсодержащих продуктов. Температура реакции распада гидропероксидов подсолнечного масла составляла 75 °С. Контроль пероксидного числа (ПЧ), проводился путём отбора проб через каждые 15 минут, общая продолжительность реакции 100 минут. Результаты эксперимента представлены в табл. 1 и рис. 1.

Таблица 1

Результаты экспериментов по снижению ПЧ подсолнечного масла

Номер опыта		Время, минут							Снижение ПЧ, раз
		0	15	30	45	60	75	100	
1) инвертный сироп 0,5%; H ₃ PO ₄ (80 %) 0,1 %	ПЧ, ммоль ½ O ₂ /кг	21,4	20,5	15,4	13,7	11,6	10,1	9,0	2,4
	Изменение ПЧ, %	100	95,8	71,9	64,0	54,2	47,2	42,1	
2) пчелиный мед 0,5 %; H ₃ PO ₄ (80 %) 0,1 %	ПЧ, ммоль ½ O ₂ /кг	23,5	22,1	16,8	12,2	8,7	5,8	3,7	6,3
	Изменение ПЧ, %	100	94,0	71,5	51,9	37,0	24,7	15,7	
3) фруктоза 0,5 %; H ₃ PO ₄ (80 %) 0,1 %	ПЧ, ммоль ½ O ₂ /кг	22,6	20,8	15,1	9,5	6,3	3,8	2,2	10,3
	Уровень ПЧ, %	100	92,0	66,8	42,0	27,9	16,8	9,7	

Из приведенных результатов эксперимента разрушения пероксидных соединений видно, что важным действующим веществом данной реакции является фруктоза, так как степень разрушения пероксидных соединений возрастает с ее концентрацией в масле.

По всей видимости, механизм реакции таков: вследствие протонного катализа фруктозы, находящейся в кето-форме, происходит реакция Байера-Виллигера - разрушения гидропероксидов кетонами с образованием сложных эфиров и спиртов [5].

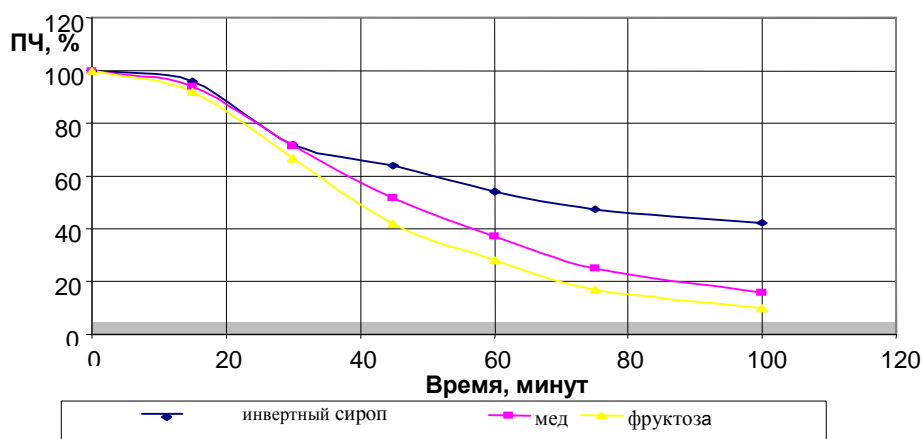


Рисунок 1. График снижения содержания гидропероксидов подсолнечного масла

Для определения оптимального состава вводимых для проведения реакции компонентов был реализован ортогональный план второго порядка (ЦКОП). Факторами эксперимента являлись: масса введенной фруктозы X_1 , с интервалом варьирования от 0,1 до 1,0 г; количество введенной 80 % фосфорной кислоты X_2 , с интервалом варьирования от 0,0 до 0,3 мл; количество добавленной воды X_3 , с интервалом варьирования от 0,0 до 0,5 мл. Функцией отклика (У) был выбран процент снижения пероксидного числа подсолнечного масла за равный промежуток времени, отражающий эффективность процесса разрушения пероксидных соединений. Эксперимент проводился на установке описанной выше, температура реакции 70 ± 5 °С, время реакции 100 минут. Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

По данным эксперимента было получено уравнения регрессии, незначимые коэффициенты уравнения были отброшены, уравнение проверено на адекватность. Полученное уравнение приведено ниже:

$$Y = 51,5 - 14,4X_1 + 19,9X_2 - 13,4X_3 - 6,14X_1X_2 - 5,7X_1X_3 + 3,9X_2X_3 + 5,38X_1^2 - 6,68X_2^2.$$

По уравнению регрессии были определены оптимальные нормы ввода ингредиентов исходя из заданного уровня функции отклика $Y_{\min} = 95$ %:

X_1 ввод фруктозы - 0,1-0,2 г; X_2 ввод 80 %-й фосфорной кислоты - 0,27-0,3 мл; X_3 ввод воды - 0,0-0,25 мл.

Таблица 2

План эксперимента и результаты его реализации

№ опыта	Фруктоза, г		H ₃ PO ₄ (80 %), мл		Вода, мл		Снижение ПЧ, %
	X_1		X_2		X_3		
1	-1	0,18	-1	0,03	-1	0,04	54,4
2	+1	0,92	-1	0,03	-1	0,04	33,7
3	-1	0,18	+1	0,27	-1	0,04	81,4
4	+1	0,92	+1	0,27	-1	0,04	61,3
5	-1	0,18	-1	0,03	+1	0,46	28,9
6	+1	0,92	-1	0,03	+1	0,46	10,4
7	-1	0,18	+1	0,27	+1	0,46	96,8
8	+1	0,92	+1	0,27	+1	0,46	28,6
9	$-\alpha$	0,1	0	0,15	0	0,25	81,1
10	$+\alpha$	1,0	0	0,15	0	0,25	56,1
11	0	0,55	$-\alpha$	0,0	0	0,25	18,9
12	0	0,55	$+\alpha$	0,3	0	0,25	82,7
13	0	0,55	0	0,15	$-\alpha$	0,0	90,8
14	0	0,55	0	0,15	$+\alpha$	0,5	24,1
15	0	0,55	0	0,15	0	0,25	37,9

В точке оптимума был проведен контрольный опыт, результаты которого представлены в таблице 3, ещё раз подтверждающий адекватность полученного уравнения и позволяющий дать практические рекомендации по концентрации компонентов.

Результаты контрольного опыта

Фруктоза, г	H ₃ PO ₄ (80 %), мл	Вода, мл	ПЧ, ммоль 1/2 O ₂ /кг		Снижение ПЧ, %
			исходное	конечное	
X ₁	X ₂	X ₃			У расчетн.
0,15	0,3	0,0	34,3	0,32	100,2

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что наряду с реакцией пероксидов (гидропероксидов) с кето-группой фруктозы в присутствии кислотного катализатора, по всей видимости, происходят процессы свойственные антиоксидантам (фенольной природы), а именно обрыв цепей за счет отрыва протона гидроксильной группы связанной с сопряженным атомом углерода. Такая сопряженная с карбонильной группой, гидроксильная группа есть в составе молекулы фруктозы, и при кислотном катализе возможен переход из гидроксикарбонильной в енольную форму.

Есть все основания полагать, что таким же образом будут вести себя и гидропероксиды других жиров, прежде всего масел линолевого типа.

Подтверждение высказанных предположения требует проведения ряда исследований на модельных смесях, по определению кинетических зависимостей реакции окисления масел и жиров, а именно определения периода индукции и констант скорости окисления, а также распада гидропероксидов других масел и жиров.

Выводы.

1. Экспериментально обнаружен факт ускоренного распада гидропероксидов подсолнечного масла в присутствии сильных кислот и карбонилсодержащих соединений.

2. Найдены оптимальные условия для разложения гидропероксидов подсолнечного масла (и вероятнее всего других жиров) с использованием дешевых и безвредных ингредиентов природного происхождения и с ведением процесса на типовом оборудовании.

Список литературы: 1. Денисов Е. Т., Мицкевич Н. И., Агабеков В. Е. Механизм жидкофазного окисления кислородсодержащих органических соединений. / Минск, Наука и техника. – 1975. – 250 с. 2. Шумкина Т. Ф. Влияние карбоновых кислот и соединений металлов переменной валентности на реакцию Байера-Виллигера // Автореф. дис. канд. техн. наук., Кемерово. – 1997. – 20 с. 5. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии / М «Химия». – 1991. – С. 142-144.

Поступила в редколлегию 12.01.08

И.Н. ДЕМИДОВ, докт.техн.наук, Л.А. МУЗЫКА, Л.А. БЕЗДЕНЕЖНЫХ

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОСТИ ЖИРОВОГО СЫРЬЯ НА ДЕЗАКТИВАЦИЮ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ ЖИРОВ

Досліджено вплив присутності у жировій сировині гідропероксидів і продуктів їх руйнування на швидкість зменшення активності ферментного препарату «Lipozim TL IM» у лабораторних та промислових умовах. Показано, що на активність ферментного препарату впливає не тільки величина ПерЧ жирової сировини, але й присутність продуктів руйнування гідропероксидів, що характеризуються АЧ.

Новая нормативная документация, вводимая в действие в Украине, достаточно острая конкуренция на рынке твердых растительных жиров, необходимость выхода на внешние рынки – все это стимулирует предприятия Украины к повышению качества этих жиров. Необходимость получения твердых жиров с заданными физико-механическими характеристиками и минимальным количеством трансизомеров жирных кислот вынуждает всё большее внимание уделять процессу переэтерификации жиров как химической, так и ферментативной. Несмотря на то, что на ряде предприятий Украины процесс ферментативной переэтерификации используется уже несколько лет, чётких, научно обоснованных представлений о граничных показателях качества сырьевой смеси, поступающей на переэтерификацию, пока нет. На предприятиях Украины для проведения процесса переэтерификации используется ферментный препарат «Lipozim TL IM» производства фирмы «Novozymes» (Дания). Эта фирма рекомендует для жировой смеси, поступающей на переэтерификацию, использовать жиры с ПерЧ не выше 4 ½ммоль О/кг., более ранние рекомендации предлагали 2 – 2,5 ½ммоль О/кг. Однако в работе [1] нами было показано, что использование сырьевой смеси с ПерЧ = 9,4 ½ммоль О/кг не приводит к изменениям в работе свежего ферментного препарата. Однако, число циклов переэтерификации (10) было явно недостаточным, чтобы выдать рекомендации для промышленности. Таким образом, для получения достоверных данных необходимо было проверить в экспериментальных условиях возможность использования сырьевой смеси с более высоким ПерЧ, чем рекомендуется фирмой, при длительной эксплуатации ферментного препарата.

Экспериментальная часть.

Для максимального подобия промышленного и лабораторного процессов эксперимент осуществляли в проточном непрерывно действующем реакторе, заполненном свежим ферментным препаратом Lipozim TL IM, при температуре 69°C - 70°C. Реактором служил прямоточный холодильник Либиха, расположенный вертикально. В него помещали расчётное количество катализатора, между двумя слоями очищенной стекловаты. Температуру в реакторе поддерживали, прокачивая через рубашку реактора теплоноситель из термостата. Расход жира регулировали с помощью стеклянного крана, присоединённого к выходу из холодильника. Сырьем служил пальмовый олеин (ПО) рафинированный

дезодорированный (температура плавления 21,4°C) с показателями окисленности: ПерЧ = 8,7 ½ммоль О/кг, анизидиновое число АЧ = 2,3 б.е. В начале эксперимента скорость подачи ПО, в соответствии с рекомендациями фирмы Novozymes и практикой работы Винницкого жиркомбината, составляла 2,5 кг/кг·час. За полнотой протекания реакции следили по температуре плавления переэтерифицированного жира на выходе из реактора. Если эта температура плавления находилась в пределах 35,0 °С – 35,5 °С, то в соответствии с [1,2] считали что реакция завершилась. Если же температура плавления снижалась, то понижали скорость подачи ПО до значения при котором температура жира на выходе из реактора опять достигала значения 35,0 °С – 35,5 °С. В соответствии с практикой использования ферментативной переэтерификации на Винницком жиркомбинате процесс ведут в непрерывном режиме начиная со скорости подачи сырья 2,5 кг/кг·час и заканчивают, когда скорость подачи сырья достигает значения 0,75 кг/кг·час. Кинетика падения скорости реакции в лабораторных условиях, описанных выше и в условиях реального производства, представлена на графике (рис 1).

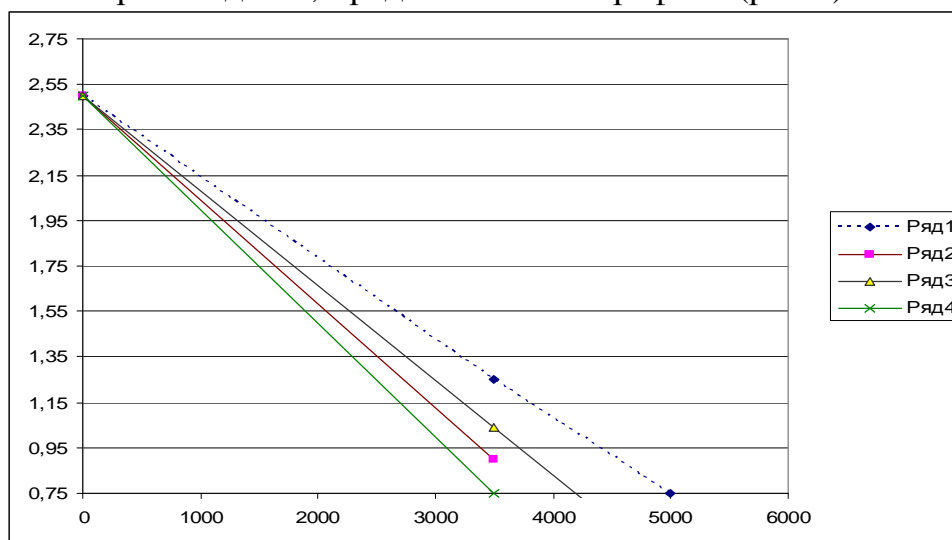


Рис.1 Падение скорости реакции переэтерификации в зависимости от вида используемого сырья. Расшифровка обозначений прямых 1 – 4 - в тексте

На графике прямая 1 соответствует данным, которые фирма производитель ферментного препарата гарантирует предприятию. Прямая 2 – реальный график процесса в заводских условиях. Прямая 3 – отображает данные лабораторного эксперимента для ПО с ПерЧ = 8,7½ммоль О/кг, и АЧ = 2,3 б.е. Как видно из графика падение скорости реакции в зависимости от количества жира, прошедшего через реактор, носит линейный характер. При этом данные, полученные в реальных заводских условиях, с соблюдением рекомендаций по качеству входного сырья не достигают параметров, обещанных фирмой поставщиком ферментного препарата. Так в соответствии с обещаниями фирмы количество переэтерифицированного жира должно достигать 5000 кг на один кг катализатора. В реальности (по данным винницкого жиркомбината) она колеблется вокруг значения 4000 кг/кг. В условиях лабораторного опыта, когда показатель ПерЧ более чем вдвое превосходил, рекомендованный, эта величина достигала ~ 4600 кг/кг. Хотя она и уступает величине, обещанной фирмой Novozymes, но она заметно выше, чем показатель, получаемый в заводской практике, несмотря на худшее значение ПерЧ. В чём же причина низкого значения величины съёма продукции с единицы массы

катализатора в условиях действующего предприятия? Нами было высказано предположение о том, что на эту величину оказывает влияние не только такой показатель как пероксидное число, но и другие показатели окисленности жира, характеризующиеся в настоящее время одним показателем – АЧ. В случае лабораторного опыта этот показатель был достаточно низким (АЧ = 2,3 б.е.). Для проверки этого предположения нами был взят ПО с высоким пероксидным числом, а именно, равным 17 ½ммоль О/кг. Тропические жиры с такими показателями нередко используются на предприятиях МЖП Украины, после перекачки жиров методом горячего размыва из транспортной цистерны в заводской бак, его хранения и последующих перекачек по внутривоздушным трубопроводам. Конечно, такой жир перед использованием подвергается либо адсорбционной очистке, либо дезодорации для снижения ПерЧ. Чаще всего, жир подвергают адсорбционной очистке. Так поступили и мы, подвергнув образец ПО обработке адсорбентом (Энгельгард F-160, 0,5%) в стеклянном реакторе, при температуре 110°C и остаточном давлении ~ 1,33 Па. Эти условия отвечают применяемым в заводской практике. При этом был получен ПО с показателями ПерЧ = 1,4 ½ммоль О/кг и АЧ = 9,7 б.е. Как известно, например из [3], при обработке жира в указанных условиях адсорбции как самих гидропероксидов, так и продуктов их распада на адсорбенте не происходит, а снижение ПерЧ объясняется интенсивным распадом гидропероксидов с образованием вторичных продуктов реакции, прежде всего альдегидсодержащих соединений и соединений с эпоксидной группой.

Итак, полученный ПО использовали как сырьё для проведения реакции ферментативной переэтерификации на лабораторной установке, описанной выше. Данные по снижению скорости реакции переэтерификации, представлены на рис.1, прямая 4. Как видно из графика, падение скорости реакции для такого ПО происходит быстрее чем для предыдущего лабораторного образца (прямая 3) и несколько быстрее чем в промышленных условиях (прямая 2). Это подтверждает высказанное предположение о том, что на активность ферментного препарата оказывают влияние не только гидропероксиды жиров, но и продукты их распада. Какие именно соединения, содержащие альдегидные группы, содержащие эпоксидные группы, или их совместное присутствие, снижает активность ферментного препарата из эксперимента не ясно. Важно, что для эффективной работы ферментного препарата, необходимо очищать жировое сырьё не только от гидропероксидов, но и продуктов их распада.

Выводы:

1. Падение активности ферментного препарата «Lipozim TL IM» при проведении реакции переэтерификации в промышленных условиях, происходит быстрее чем это предусмотрено обязательствами фирмы, поставщика препарата.
2. Для повышения эффективности ферментного препарата, необходимо очищать жировое сырьё не только от гидропероксидов, но и от продуктов их распада.

Список литературы: 1. Музыка Л.А., Малышева Н.А., Демидов И.Н. // Сб. научн. Трудов НТУ «ХПИ». Харьков, 2007. – Вып. Вестник ХПИ. 2007. 2. Музыка, Демидов, Львовский сборник. 3. Демидов И. Н. Образование карбонилсодержащих соединений на начальных стадиях окисления подсолнечного масла // Научно-виробничий журнал "Олійно-жировий комплекс": Днепропетровск. – 2003. – № 3. – С. 49-50.

Поступила в редколлегию 13.01.08

І. Г. РАДЗІЄВСЬКА, Т. Д. ГРИГОРАК

ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНОГО ЖИРУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНИХ КОВБАС

У результаті проведеної роботи нами знайдено технологічне рішення використання купажу свинячого жиру з гірчиною олією для подовження терміну зберігання варених ковбас. Використання купажованого жиру підвищує стійкість фаршу до окислювального псування та покращує біологічну цінність продукту за рахунок кращої збалансованості жирнокислотного складу. Термін зберігання таких ковбас подовжується з 5 до 7 днів без погіршення функціонально-технологічних показників готового продукту.

Сьогодні у світі все більше з'являється споживачів, які надають перевагу екологічно безпечним продуктам, збалансованим за складом та колорійністю. Такий підхід відповідає способу життя сучасної людини і з успіхом реалізується у розвинених країнах. Нині у США 94% споживачів свідомо купують товари лише у тих компаній, які декларують застосування безпечних технологій, і 78% споживачів готові платити на 50-100% більше за безпечні, натуральні, корисні для здоров'я продукти харчування [1]. Аналіз об'ємів виробництва м'ясних виробів свідчить про те, що значним попитом у споживачів користуються ковбаси вареної групи (рис.1) [2].

Тому ми зосередили свою увагу на цьому сегменті, удосконаливши технології і розширивши асортимент варених структурованих ковбас. Адже варена ковбаса є досить дешевим, доступним і дієтичним продуктом.

Для проведення досліджень нами було обрано чотири види м'яса птиці: куряче, качине, індиче, гусяче. Зокрема куряче та індиче м'ясо ми розділили на біле та червоне. До білого відноситься філе – грудні м'язи, до червоного – стегнові.

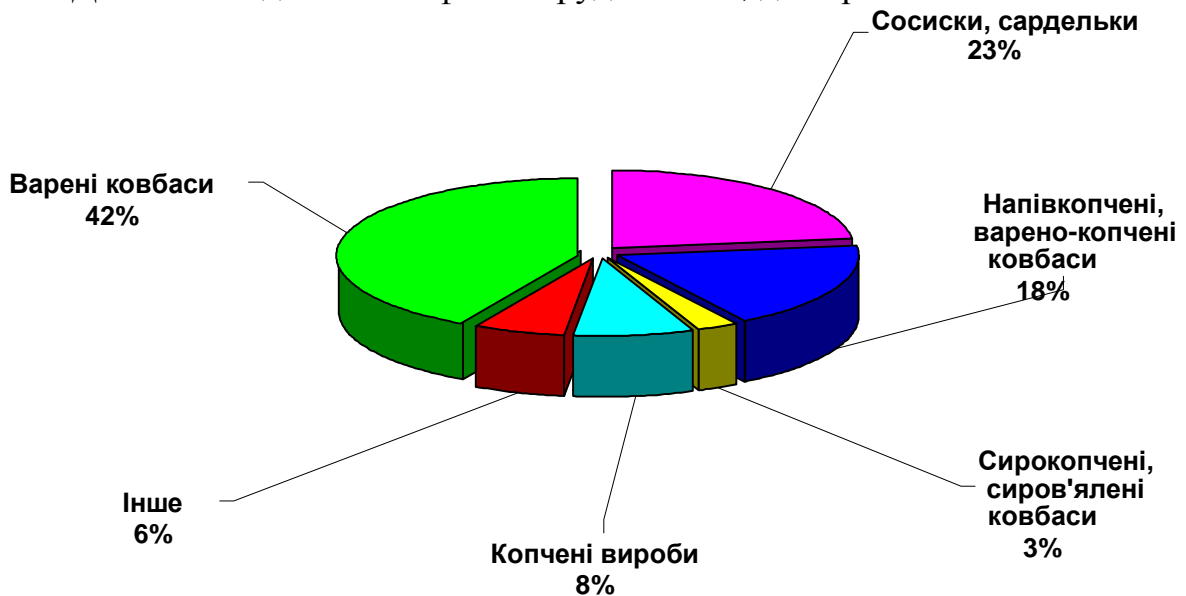


Рис. 1. Структура виробництва ковбасних виробів 2006 – 2007 рр.

Відповідно до цього нами було визначено хімічний склад м'яса птиці (табл. 1) за допомогою сучасного спектрометра МРА фірми Bruker з використанням бібліотеки спектрів аналітичного програмного забезпечення OPUS.

Таблиця 1

Хімічний склад м'яса різних видів птиці

Сировина	Вміст, %		
	Білки	Жири	Мінеральні реч.
Філе курки	21,27 ± 0,01	18,42 ± 0,02	0,8 ± 0,02
Стегно курки	18,23 ± 0,01	18,23 ± 0,02	0,9 ± 0,02
Філе індики	21,60 ± 0,03	18,91 ± 0,01	1,1 ± 0,01
Стегно індики	19,57 ± 0,01	22,01 ± 0,02	0,9 ± 0,02
Філе качки	15,87 ± 0,02	38,10 ± 0,02	0,6 ± 0,02
Філе гуски	15,22 ± 0,02	39,18 ± 0,03	0,8 ± 0,01

Встановлено, що найбільший вміст білку має біле м'ясо птиці - філе курей (21,27) та індиків (21,60), на другому місці – червоне м'ясо – стегно курей (18,23%) і стегно індики (19,57%). Найжирнішим є м'ясо качок - 38,10 ± 0,02% та гусей - 39,18 ± 0,03%. У зв'язку з тим, що червоне м'ясо курей та індиків – гомілка, стегно, користуються широким попитом у населення у сирому вигляді [3, 4], то для виробництва ковбас використовували сировину, яка на сьогоднішній день на вітчизняному ринку є в достатній кількості, а саме біле м'ясо курей та індиків.

Оскільки варені ковбаси мають нетривалий термін зберігання, то для вирішення цієї проблеми ми провели ряд досліджень щодо введення до фаршу купажів свинячого жиру з різними рослинними оліями, які підвищують стійкість фаршу до окислювального псування та покращують біологічну ефективність ковбас за рахунок кращої збалансованості жирнокислотного складу. Враховуючи результати попередніх досліджень щодо використання купажів у м'ясних продуктах, ми зупинилися на купажах свинячого топленого жиру з соняшниковою, соєвою та гірчичною пресовими оліями (табл. 2).

Таблиця 2

Жирнокислотний склад купажів свинячого жиру з рослинними оліями

№	Жировий компонент	Склад, %	Т плавл., °С	Вміст жирних кислот, %			
				НЖК	МЖК	ω-6 ПЖК	ω-3 ПЖК
0	Свинячий жир	100	38,1	43,65	40,85	6,5	2,0
1	Свинячий жир	90	36,4	40,3	41,8	10,55	1,85
	Соняшникова олія	10					
2	Свинячий жир	90	34,4	40,68	41,05	10,94	2,83
	Соєва олія	10					
3	Свинячий жир	90	35,1	37,15	43,52	7,63	2,34
	Гірчична олія	10					

Ефективність антиокислюючої дії рослинних олій визначали прискореним методом активного кисню (ИСО 6886-96). Метод заснований на продуванні повітря з постійною швидкістю через шар жиру за постійної підвищеної температури та визначенні через визначені проміжки часу ступеня окислення жиру.

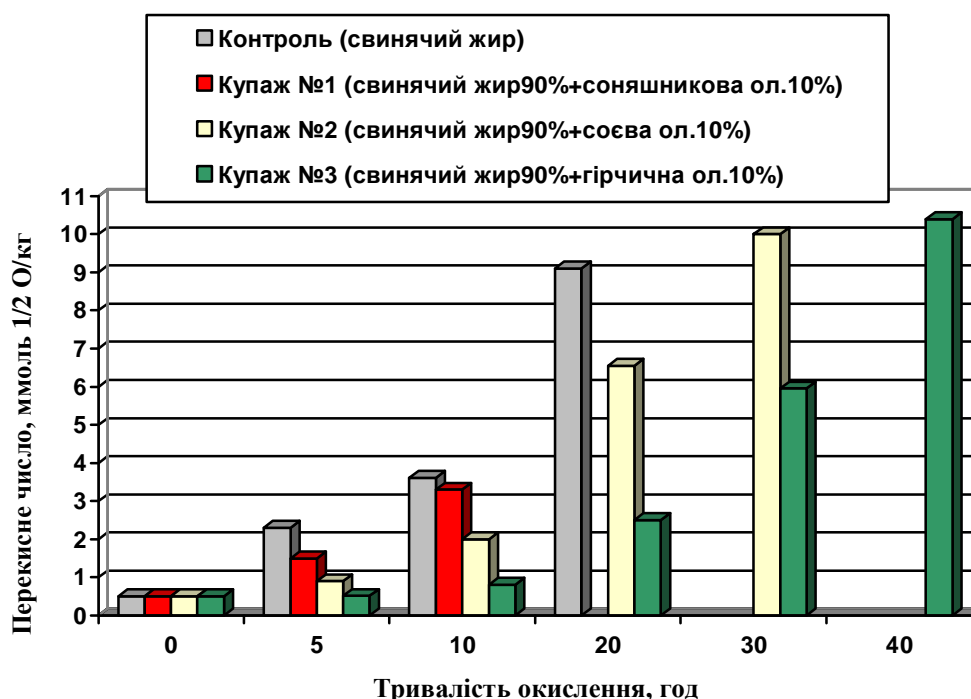


Рис. 3. Зміна перекисних чисел під час окислення жирових купажів

З рисунку 3 видно, що в усіх зразках протягом перших 5 годин окислення яскраво виражені індукційні періоди – кількість та швидкість накопичення пероксидів в усіх зразках значно менші у порівнянні з іншими періодами досліджень.

Усі дослідні зразки окислювались повільніше, ніж контрольний і не втрачали своєї якості протягом 10 годин окиснення. Найбільший період індукції має зразок №3 з 10% гірчичної олії, він стабільний протягом 20 годин окислення за підвищеної температури. За цей час значення перекисного числа купажу №1 досягло 10 ммоль $\frac{1}{2}$ O/kg і його було усунуто від подальших досліджень.

У контрольному зразку вміст пероксидів досяг граничного рівня через 22 години окислення. Тоді як у купажі №2 граничне значення показника накопичення пероксидів відмічене через 30 годин експерименту, а у зразка №3 – лише через 40 годин окислення.

Встановлено, що термін зберігання купажу №3, який містив 10% гірчичної олії зростає приблизно у 2 рази порівняно з терміном зберігання контрольного. Це, найімовірніше, пов'язано з антиоксидантними властивостями токоферолів гірчичної олії та достатньо високим вмістом ефірних олій у її складі.

Таким чином, в результаті проведених досліджень показано суттєве уповільнення процесів пероксидації у дослідних зразках жирових купажів з рослинними оліями порівняно з контрольним. Крім того введення до свинячого жиру 10% гірчичної олії досягаються дві мети: підвищення стійкості жиру до окислювального псування та покращення біологічної цінності жиру за рахунок кращої збалансованості

жирнокислотного складу. Після встановлення оптимальних рецептур, проведення лабораторних досліджень була виготовлена пробна партія варених ковбасних виробів на ЗАТ „Київський м'ясопереробний завод“. (м. Вишневе Києво-Св'ятошинського р-ну).

Зовнішній вигляд ковбас визначали у готовому продукті. Оцінка органолептичних показників проводилась дегустаційною комісією на кафедрі Технології м'яса, м'ясних та олієжирових продуктів НУХТ. В якості контролю використовували ковбасу „Молочна“, виготовлену за традиційною рецептурою. Масова частка м'яса птиці в процесі розробки рецептур варіювалась від 10 до 35%. В результаті органолептичної оцінки було встановлено, що до складу рецептур варених ковбас доцільно вводити його у кількості 15%. Результати дегустації дають можливість стверджувати, що всі вироби мають приємний смак та аромат, привабливий вигляд і гарну консистенцію. Рецепт зразка, який отримав найвищу оцінку, наведена у таблиці 3.

Таблиця 3

Рецептури варених ковбас

Сировина	Молочна контроль	Молочна дослідна
Кількість основної сировини, % на 100 кг		
М'ясо яловиче в/г	35	-
Свинина напівжирна	60	35
М'ясо куряче в/г	-	15
М'ясо індиче в/г	-	15
Жир свинячий	-	9
Гірчична олія	-	1
Молоко коров'яче пастеризоване, 2,5%	3	3
Меланж	2	2
М'ясо механічного дообвалювання птиці	-	20
Кількість допоміжної сировини, кг на 100 кг основної сировини		
Сіль	2,7	2,7
Цукор	0,2	0,2
Нітрит натрію	0,0071	0,0071
Карагенан	0,4	0,4
Черева яловича, d=35 мм (м)	-	-
Пузирі свині (штук)	70	70
Шпагат (кг)	2	2

Проведенні фізико-хімічні дослідження показали, що ковбаса, виготовлена за розробленою рецептурою не поступається контрольному зразку. При дослідженні готових ковбас ми визначали наступні показники: вміст вологи, рН фаршу, вміст білку, вміст жиру, кислотне число, пластичність і вихід (табл. 4).

Фізико-хімічні та технологічні показники варених ковбас

Показник	Рецептура	
	Молочна контроль	Молочна дослідна
рН сирого фаршу	6,47 ± 0,10	6,29 ± 0,11
рН готових ковбас	6,52 ± 0,10	6,35 ± 0,11
Вміст загальної вологи у ковбасі, %	68,52 ± 0,40	67,80 ± 0,40
Вміст зв'язаної вологи, % до маси м'яса	52,38 ± 0,20	50,80 ± 0,25
Вміст зв'язаної вологи до загальної вологи, %	76,44 ± 0,20	74,92 ± 0,12
Кислотне число, мг КОН/г	1,13	0,89
Вміст білку	12,00 ± 0,14	12,45 ± 0,12
Вміст жиру	20,83 ± 0,10	15,35 ± 0,12
Пластичність, см ² /г	8,0	8,5
Вихід, %	120	125

Однією з найголовніших технологічних властивостей фаршевої системи є міцність зв'язаної вологи, що впливає на вихід продукту. На вологоутримуючу здатність, в залежності від виду сировини, впливають ряд факторів: наявність заряджених полярних груп, вільних гідрофільних центрів, значення рН середовища.

Зміна середовища у лужний бік від ізоелектричної точки призводить до збільшення гідратації білків (рН до 7,2). Після значення рН 7,2 вологопоглинаюча здатність різко знижується [5].

Наші дослідження показали, що при додаванні купажу свинячого жиру з гірчиною олією у фаршеву систему, змінюється значення рН середовища (з 6,52 до 6,35) у лужно-нейтральний бік. Це забезпечує високу вологозв'язуючу здатність ковбасного фаршу, а вихід зростає.

При виробництві ковбасних виробів, зокрема варених ковбас, які містять значну кількість вологи, необхідно контролювати мікробіологічні показники, результати яких вказують на якість використаної сировини, умови, в яких були виготовлені продукти та на придатність до споживання. Дослідження проводились через кожні два дні протягом одинадцяти днів (табл. 5).

Таблиця 5

Склад мікрофлори готового продукту

Дослідні зразки	Загальна кількість МАФМ, КУО / г					
	Дні					
	1	3	5	7	9	11
Молочна контроль	< 10	2,6 × 10 ²	4,6 × 10 ²	5,0 × 10 ²	6,5 × 10 ²	7,3 × 10 ²
Молочна дослідна	< 10	1,5 × 10 ²	2,5 × 10 ²	3,2 × 10 ²	4,0 × 10 ²	4,6 × 10 ²

Результати мікробіологічних досліджень свідчать, що при додаванні купажу свинячого жиру з гірчичною олією у фаршеву систему, її псування відбувається повільніше ніж у інших зразках – загальна кількість мікроорганізмів у 1,5 рази менша ніж у контрольному зразку.

Висновки

Таким чином, у результаті проведеної роботи знайдено технологічне рішення використання купажу свинячого жиру з гірчичною олією у виробництві варених структурованих ковбас на основі м'яса птиці. Адже термін зберігання таких ковбас подовжується з 5 до 7 днів без погіршення функціонально-технологічних показників готового продукту. Технологія нового виду вареної ковбаси може бути рекомендована для включення у нормативну документацію на варені ковбасні вироби.

Список літератури: 1. Кудряшева А.А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия. – М.: Пищепромиздат. – 2000. – 320 с. 2. Мельник Ю. В. Мясо и мясные изделия // Пищепром Украины. – 2007. – №1 (65). – С. 25 – 26. 3. Митрофанов Н.С., Маковеев И.Н. Мясо птицы – основа для расширения ассортимента мясных продуктов // Мясная индустрия. – 2006. – № 4. – С. 26 – 29. 4. Вовк С.О., Яремко Р.М., Кужель Б.Б. Ринок м'яса птиці в Україні // Мясной бизнес. – 2006. – № 10. – С. 16 – 17. 5. Гоноцкий В.А., Федина Л.П. Особенности технологии производства полуфабрикатов из белого и красного мяса птицы // Мясная индустрия. – 2004. – № 5. – С. 15.

Поступила в редколлегию 13.01.08

УДК 665.37

И.Н. ДЕМИДОВ, докт.техн.наук, А.А. КРАМАРЕНКО

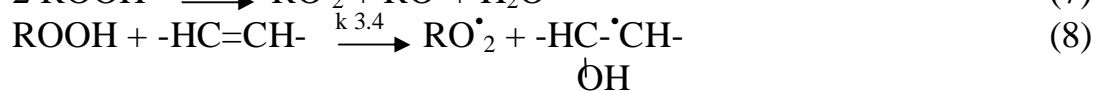
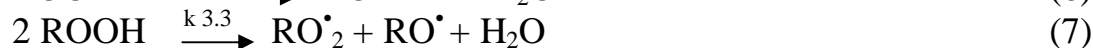
ФОСФОЛИПИДЫ КАК ИНГИБИТОРЫ ОКИСЛЕНИЯ МАСЕЛ

У статті розглянуті основні напрямки застосування фосфоліпідів у харчовій, косметичній промисловості, у виробництві БАД, лікувальний і профілактичний вплив фосфоліпідів, їх технологічні функції.

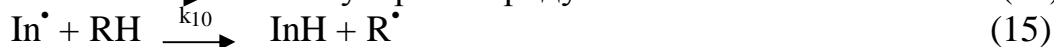
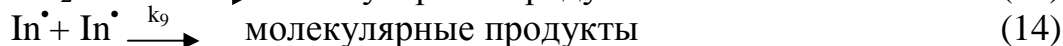
Известно, что фосфолипиды являются ингибиторами окисления жиров [1]. Ингибирующий эффект фосфолипидов исследовался на основании экспериментальных данных об уменьшении накопления продуктов окисления в маслах в присутствии фосфолипидов [2], об образовании комплексов с металлами [1], однако не изучался с точки зрения теории окисления. Задачей данного исследования было определение параметра «окисляемость» для фосфолипидных продуктов и масел в присутствии фосфолипидов.

Процесс окисления жиров – это цепной свободнорадикальный процесс с вырожденным разветвлением цепей. В отсутствии ингибиторов и при избытке кислорода элементарных механизмов этого процесса можно представить следующей схемой [3]:





Процесс окисления жиров в присутствии ингибиторов должен быть дополнен следующими реакциями:



В окисляющихся жирах очень быстро устанавливается равновесие между скоростью зарождения и обрыва цепей. При достаточной концентрации кислорода – $[\text{O}_2] > 10^{-3}$ моль/л (как в нашем случае) и в отсутствии ингибиторов все цепи обрываются по реакции 11. Скорость окисления в таком случае определяется уравнением:

$$V = (k_2 / \sqrt{k_6}) \cdot [\text{RH}] \cdot \sqrt{V_i}, \quad (17)$$

где V – скорость окисления;

k_2 – константа скорости продолжения цепи;

k_6 – константа скорости обрыва цепи;

V_i – скорость инициирования;

$[\text{RH}]$ – концентрация окисляемых веществ.

В присутствии ингибиторов цепи обрываются по реакции 12. Скорость окисления определяется в таком случае уравнением:

$$V = ([\text{RH}] \cdot V_i \cdot k_2 / k_7 [\text{InH}]), \quad (18)$$

где V – скорость окисления;

k_2 – константа скорости продолжения цепи;

k_7 – константа скорости обрыва цепи (в присутствии ингибитора);

V_i – скорость инициирования;

$[\text{RH}]$ – концентрация окисляемых веществ;

$[\text{InH}]$ – концентрация ингибитора.

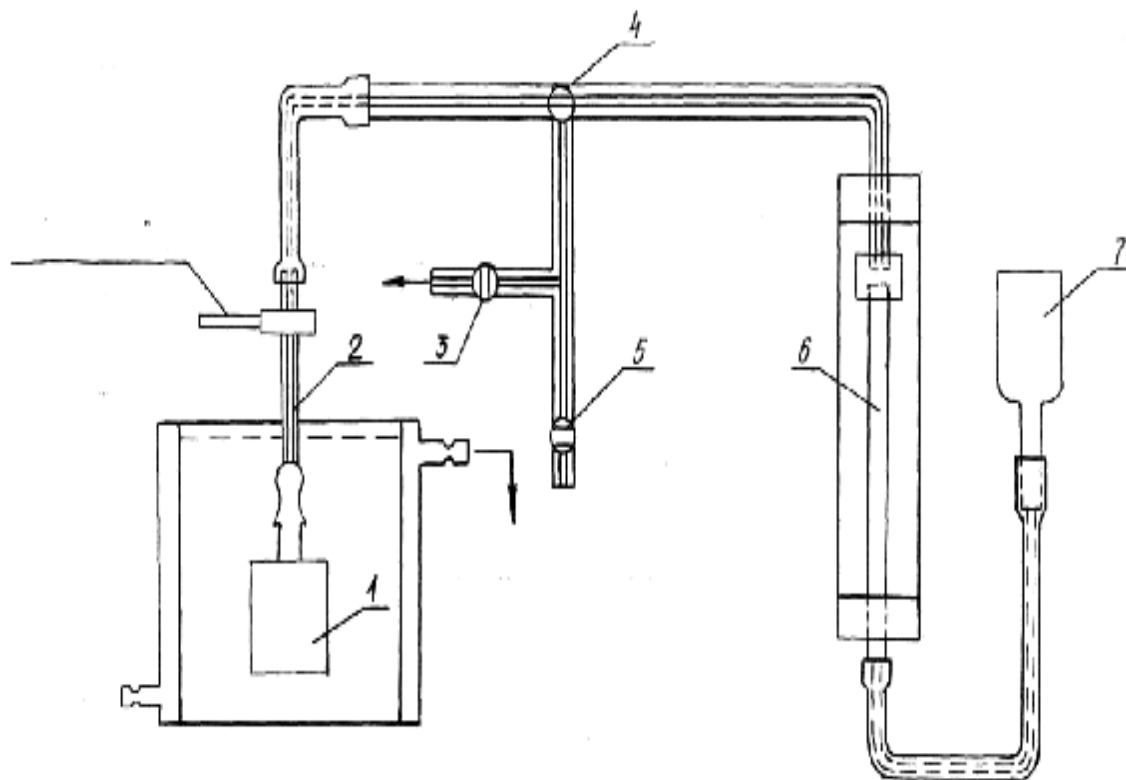


Рис 1. Установка для измерения поглощения кислорода:
 1 - реактор; 2 – стеклянный капилляр; 3,5 – охлаждающие краны;
 4 – трехходовой кран; 6 – измерительная бюретка; 7 – сравнительная емкость.

Определение «окисляемости» фосфолипидных продуктов проводилось нами волюметрическим методом на установке для измерения поглощения кислорода (рис1).

Были исследованы следующие продукты:

1. Фосфатидный концентрат стандартный с содержанием фосфолипидов – 56% (в пересчете на стеаролецитин).
2. Обезжиренные фосфолипиды (с содержанием фосфолипидов 99,8%).
3. Масло, выделенное из фосфатидного концентрата с содержанием фосфолипидов 5,6%.

Каждый из продуктов исследовался в растворе ксилола (ксилол – растворитель) при соотношении исследуемое вещество: ксилол как $\sim 1:2$ и в присутствии инициатора окисления – АИБН.

При окислении фосфолипидных продуктов, проводили окисление с изменением концентрации инициатора. При этом измеряли скорость окисления при каждой концентрации инициатора (АИБН) и получали зависимость поглощения количества кислорода от времени (рис. 2).

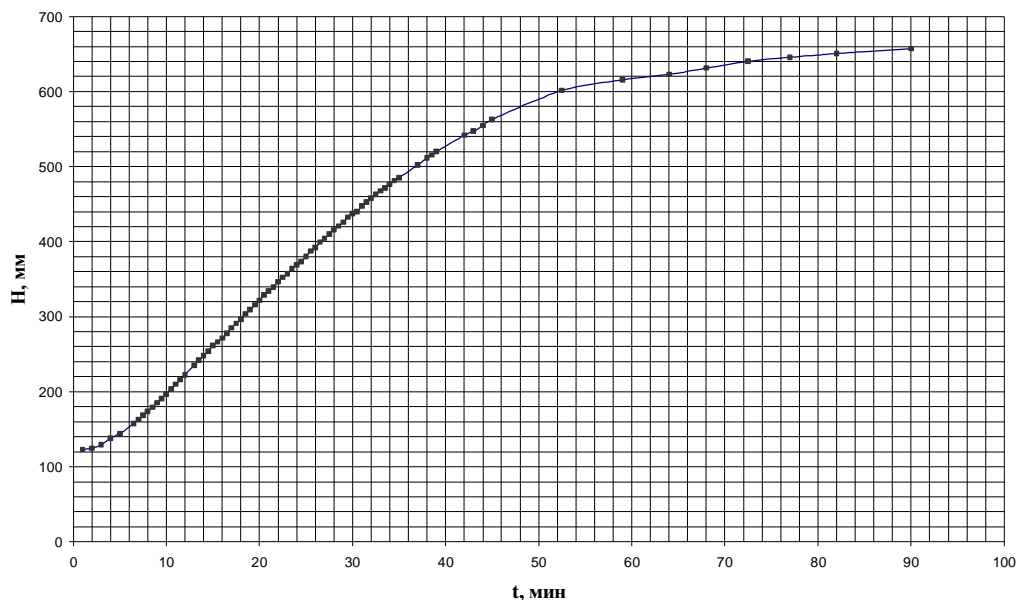


Рис. 2 Кинетическая кривая поглощения кислорода раствором 56%-го фосфатидного концентрата в ксилоле в присутствии 0,014 моль/л инициатора АИБН

По начальным участкам кривых поглощения кислорода определяли начальную скорость окисления фосфолипидного продукта. Затем строили зависимость скорости окисления от скорости иницирования реакции. Результаты всех экспериментов представлены в таблице. Графики зависимости скорости окисления от скорости иницирования представляют собою прямые линии для всех фосфолипидных продуктов (рис. 3, 4, 5). То, что зависимость V от V_i линейна, свидетельствует о том, что реакция протекает в режиме ингибированного окисления и роль реакции 11 – незначима.

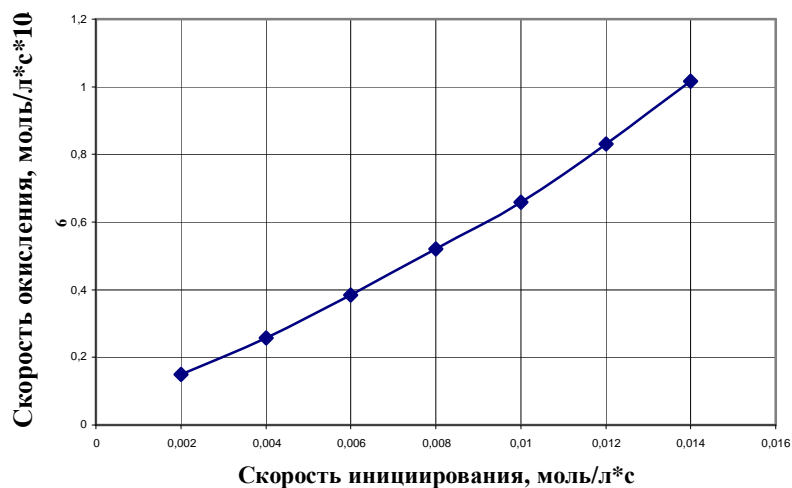


Рис. 3 Зависимость скорости окисления от скорости иницирования для образца – 56%-го фосфатидного концентрата

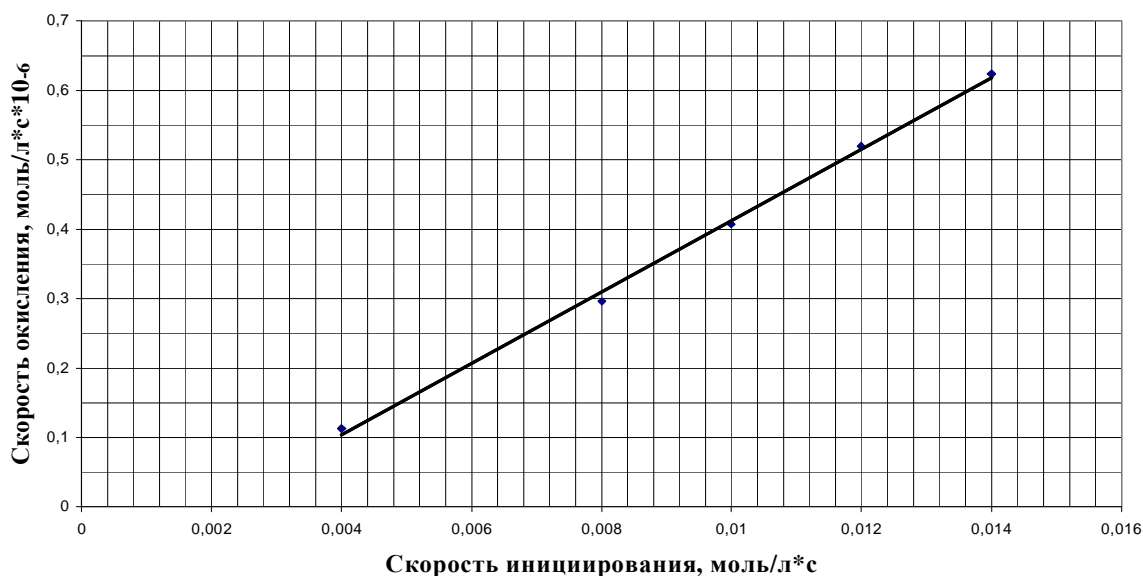


Рис. 4 Зависимость скорости окисления от скорости инициирования для образца – 98%-х фосфолипидов

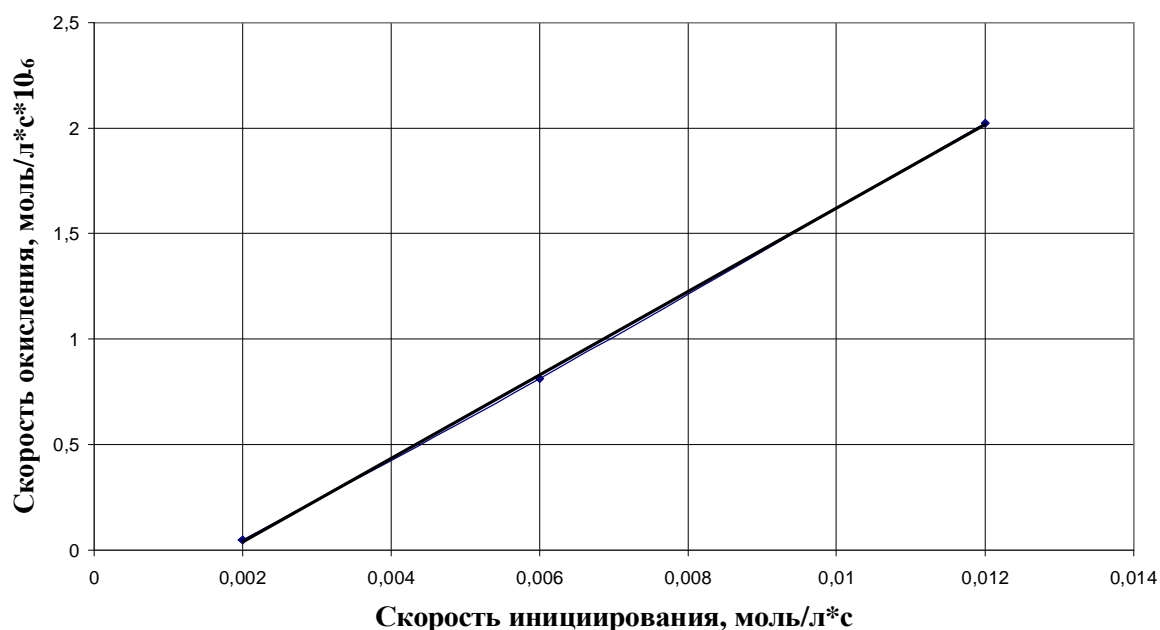


Рис. 5 Зависимость скорости окисления от скорости инициирования для образца – масла с содержанием фосфолипидов – 5,6%.

Параметр окисляемости, определенный как тангенс наклона прямой в координатах. $V - V_i$. и представляет собою выражение $([RH] \cdot k_2 / k_7 [InH])$. Для масла, выделенного из фосфатидного концентрата, с концентрацией фосфолипидов 5,6% эта величина составляет 0,393 безразмерных единиц. Для фосфолипидного продукта с концентрацией фосфолипидов 99,8 % эта величина составляет $\sim 0,101 \approx 0,1$ б.е. Т.к. отношение V / V_i – это также и длина цепей в окисляемом субстрате, то можно говорить о высокой эффективности фосфолипидных продуктов при торможении

окислення. Известно [4], что подсолнечное масло окисляется с достаточно длинными цепями ($\nu = 200 - 400$). В случае окисления масла в присутствии фосфолипидов длина цепей $\nu \approx 0,4$, т.е. меньше на два порядка. А в случае окисления чистых фосфолипидов (в растворителе) процесс окисления перестаёт быть цепным, т.к. $\nu \approx 0,1$.

Таким образом, было доказано, что фосфолипиды являются эффективными ингибиторами процесса окисления масел.

Список литературы: 1. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел: состав, структура, свойства, применение и получение. – М.: Агропромиздат. – 1986. – 430 с. 2. Шаповалова Л.А. Экстракт фосфолипидов – стабилизатор рыбьего жира // Масложировая промышленность. – 2002. – № 1. – С. 30. 3. Денисов Е.Т., Мицкевич В.И., Агабеков В.Е. Механизм жидкофазного окисления кислородсодержащих соединений. – Минск.: Наука, 1975. – 336 с. 4. Котелевська А.А. Юхимчук С.В. Определение скорости инициирования при распаде гидропероксидов подсолнечного масла // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992.- № 2. – С. 25.

Поступила в редколлегию 12.01.08.

УДК 665.37

І.В. ЛЕВЧУК, В.А. КІЩЕНКО, П.Ф. ПЕТИК, канд. техн. наук

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ШВИДКОГО АНАЛІЗУ ПРИ ВИЗА ЧЕННІ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ МЕТОДОМ ГРХ-ЕЗД З ВИКОРИСТАННЯ ДВОХ КОЛОНОК

Попередня ідентифікація залишкових кількостей пестицидів різних груп та їх кількісне визначення проводяться за допомогою газорідинної хроматографії з селективними детекторами. Всі позитивні результати повинні підтверджуватись якісно і кількісно. Правильність результатів аналізу має бути підтверджено за рахунок альтернативних колонок для газової хроматографії або детекторів. Інструментальний аналіз – основний засіб хіміка-аналітика. Кожне завдання повинне вирішуватись за допомогою найбільш придатного методу, що обирається з одного боку з аналітичних міркувань, а з іншого – з економічної доцільності. Тому хіміку-аналітику потрібні знання і володіння всіма сучасними прийомами інструментального аналізу, що надає можливість вирішувати актуальні та найважливіші завдання аналізу залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів в харчових продуктах та сировині, зокрема в олієжировмісних продуктах.

Мета нашої роботи – застосування сучасних методів інструментального аналізу щодо визначення хлорорганічних пестицидів, які знаходяться як залишкові у оліях, жирах та олієжировмісних продуктах.

Хлорорганічні сполуки надзвичайно токсичні і особливо небезпечні та біологічно активні, вони стійкі в навколишньому середовищі і живих організмах і здатні накопичуватись в харчових ланцюгах. Продукти їх розпаду або трансформації стабільніші, ніж початкові пестициди, тож зберігають високу токсичність. Приклади хлорорганічних пестицидів – сумно відомий ДДТ і хлорпохідні діоксину. Окремі

представники цього класу речовин – сильні отрути, що в десятки тисяч разів токсичніші за ціаністий калій. Хлорорганічні пестициди, які надходять до організму людини з продуктами харчування та іншими шляхами в концентраціях, вище гранично допустимих, викликають захворювання різної хімічної етіології. Слід підкреслити, що проблема оцінки реального ризику в зв'язку з вживанням людиною продуктів харчування, виготовлених за технологіями з використанням пестицидів, не може бути вирішена без адекватних методів та методик, які повинні забезпечити виявлення та достовірне кількісне визначення залишків хлорорганічних пестицидів у оліях, жирах та олієжировмісних продуктах на рівнях гігієнічних нормативів і нижче.

Тому нами для аналізу хлорорганічних пестицидів в харчових продуктах та сировині використаний метод газорідинної хроматографії із застосуванням двох хроматографічних колонок. Проте слід зазначити, що необхідні для позитивної ідентифікації дії проводяться за вибором хіміка-аналітика. Результати аналізів повинні підтверджуватись кількісно і якісно на колонках з нерухомими фазами різної полярності.

Для аналізу хлорорганічних пестицидів використовувалась газохроматографічна система із двома детекторами по захопленню електронів із застосуванням колонок HP-5 і HP-50 + (для підтвердження результату). Селективність колонки HP-5 стосовно даного набору хлорорганічних пестицидів (табл. 1) дозволила спрямувати наші зусилля на оптимізацію температурного режиму для колонки HP-50+. Наявність індивідуальних інжекторів з електронним керуванням газами дозволило здійснювати регулювання швидкостей потоку газу-носія окремо для обох колонок, як для HP-50+, так і для HP-5.

Розділення хлорорганічних пестицидів проводилось з використанням газового хроматографу Agilent 6890 N у комплексі з персональним комп'ютером із програмним забезпеченням HP Chemstation, двома мікроелектронозахоплюючими детекторами, двома інжекторами з розподілом і без розподілу потоку (Split/Splitless), автосамплером на 100 зразків, із синхронним уведенням проб, що дозволило вводити зразки у режимі без розподілу потоку одночасно [1]. Аналіз хлорорганічних пестицидів проводили з використанням колонок HP-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм (HP кат. № 19091J-413) і HP-50+ (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм (HP кат. № 19091L-413). В якості калібрувального зразка використовували суміш хлорорганічних пестицидів, що містить 17 компонентів (табл.1), з концентрацією кожного компонента, крім метоксихлору, 25 мкг/дм³, і концентрацією метоксихлору 100 мкг/дм³. Калібрувальний зразок був приготовлений шляхом розведення сертифікованого стандарту виробництва фірми Supelco у гексані особливого ступеня чистоти.

Для досягнення розділення піків пестицидів до рівня базової лінії необхідно було оптимізувати температурний режим для двох колонок (температурний градієнт) і швидкість потоків газу-носія для того, щоб провести розділення критичних пар, таких як: 4,4'ДДЕ, ділдрин, 4,4' ДДД; ендосульфат II, ендосульфат сульфат для колонки HP-5 і ендосульфат II, 4,4'ДДТ; метоксихлор, ендосульфат сульфат для колонки HP-50 + (рис.1, 2).

Перелік хлорорганічних пестицидів, що визначались

№ п/п	Назва
1	α -ГХЦГ
2	β -ГХЦГ
3	γ -ГХЦГ
4	Гептахлор
5	δ -ГХЦГ
6	Алдрин
7	Гептахлорепоксид
8	Ендосульфан I
9	4,4'ДДЕ
10	Ділдрин
11	Ендрин
12	4,4'ДДД
13	Ендосульфан II
14	4,4'ДДТ
15	Ендрин альдегід
16	Ендосульфан сульфат
17	Метоксихлор

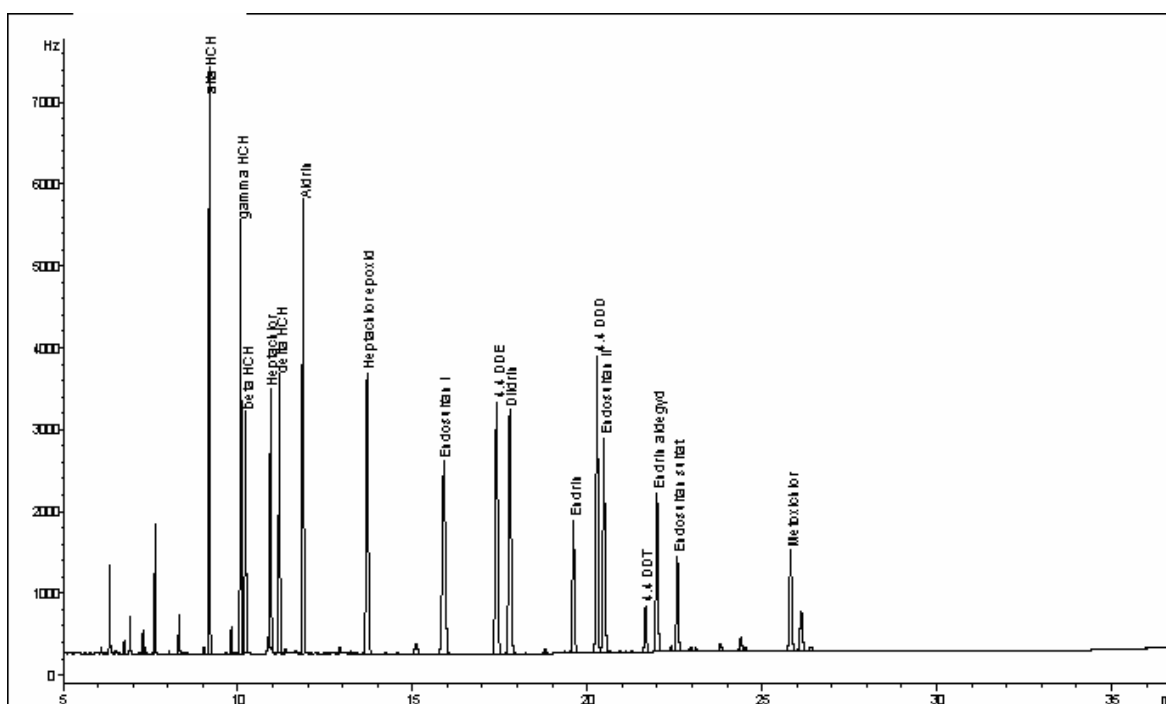


Рис. 1. Хроматограма стандартної суміші пестицидів, отримана з використанням колонки HP-50+ (масова концентрація ХОП-25мкг/дм³ для метоксихлору- 0,1 мкг/дм³).

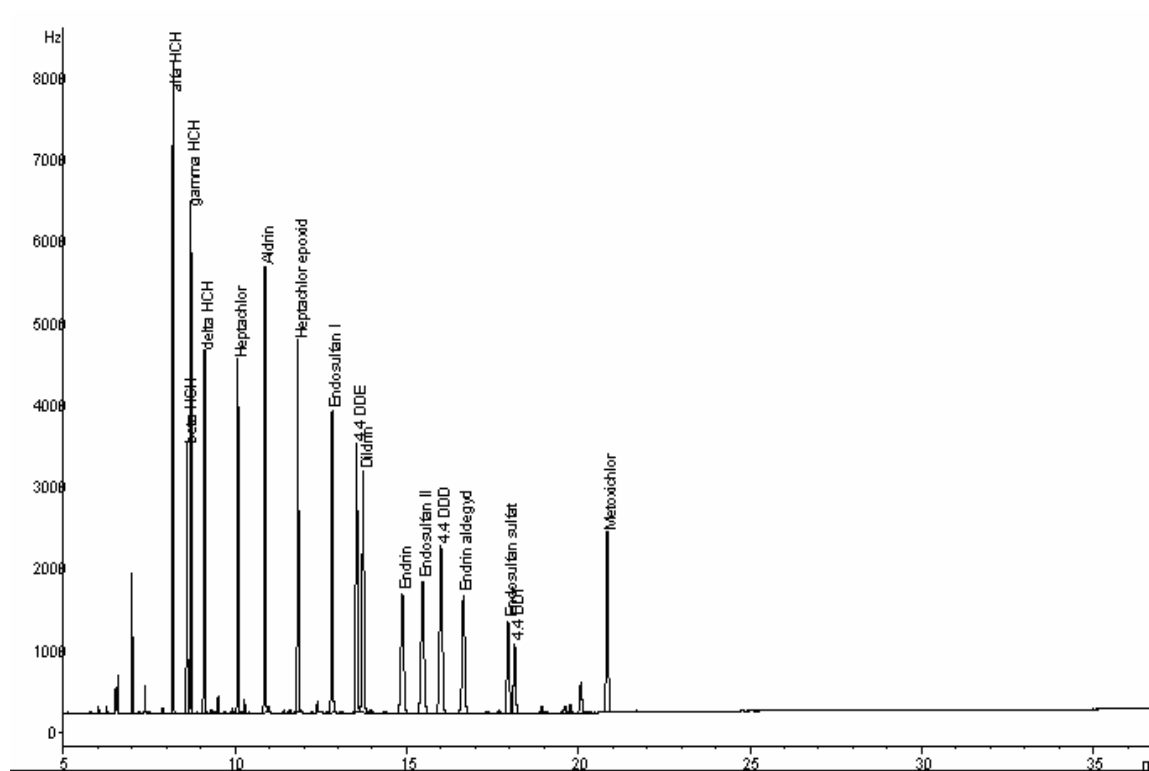


Рис. 2. Хроматограма стандартної суміші пестицидів, отримана з використанням колонки HP-5 (масова концентрація ХОП-25мкг/дм³ для метоксихлору- 0,1 мкг/дм³).

Газохроматографічні параметри, підібрані і оптимізовані для двоколоночного аналізу хлоровмісних пестицидів з використанням двох інжекторів і двох детекторів по захопленню електронів дозволили досягти бажаного розподілу пестицидів. Отримані піки характеризувалися правильною формою, придатною для виконання точних кількісних визначень.

Розрізняють два типи методів підтвердження: кількісний метод, який важливий, коли вміст пестицидів перевищує максимальні кількості, а також якісне підтвердження, якщо залишки виявляються не типовими. Ідентифікацію хлорорганічних пестицидів здійснювали в два прийоми. Спочатку параметри утримування кожного піка хроматограми досліджуваної суміші (зразка) порівнювали із параметрами піків речовин - еталонів (стандартної суміші), хроматограму якої отримували окремо. Як еталони обирали речовини, присутність яких передбачається у складі досліджуваної суміші (рис.1,2, табл.1). За умови рівності параметрів утримування речовини – еталона і досліджуваного компонента робили висновок про можливість ідентичності цих речовин. У разі ідентичності цих речовин за часом утримання еталон вводили у досліджувану суміш. Якщо висота відповідного піка збільшується, а він не розширюється, то природа визначуваного компонента ідентична речовині - еталону. Якщо ж на хроматограмі досліджуваної суміші спостерігається зміна ширини на половині висоти піка або виникає новий пік, то введено еталон іншої природи (рис. 3,4) [3].

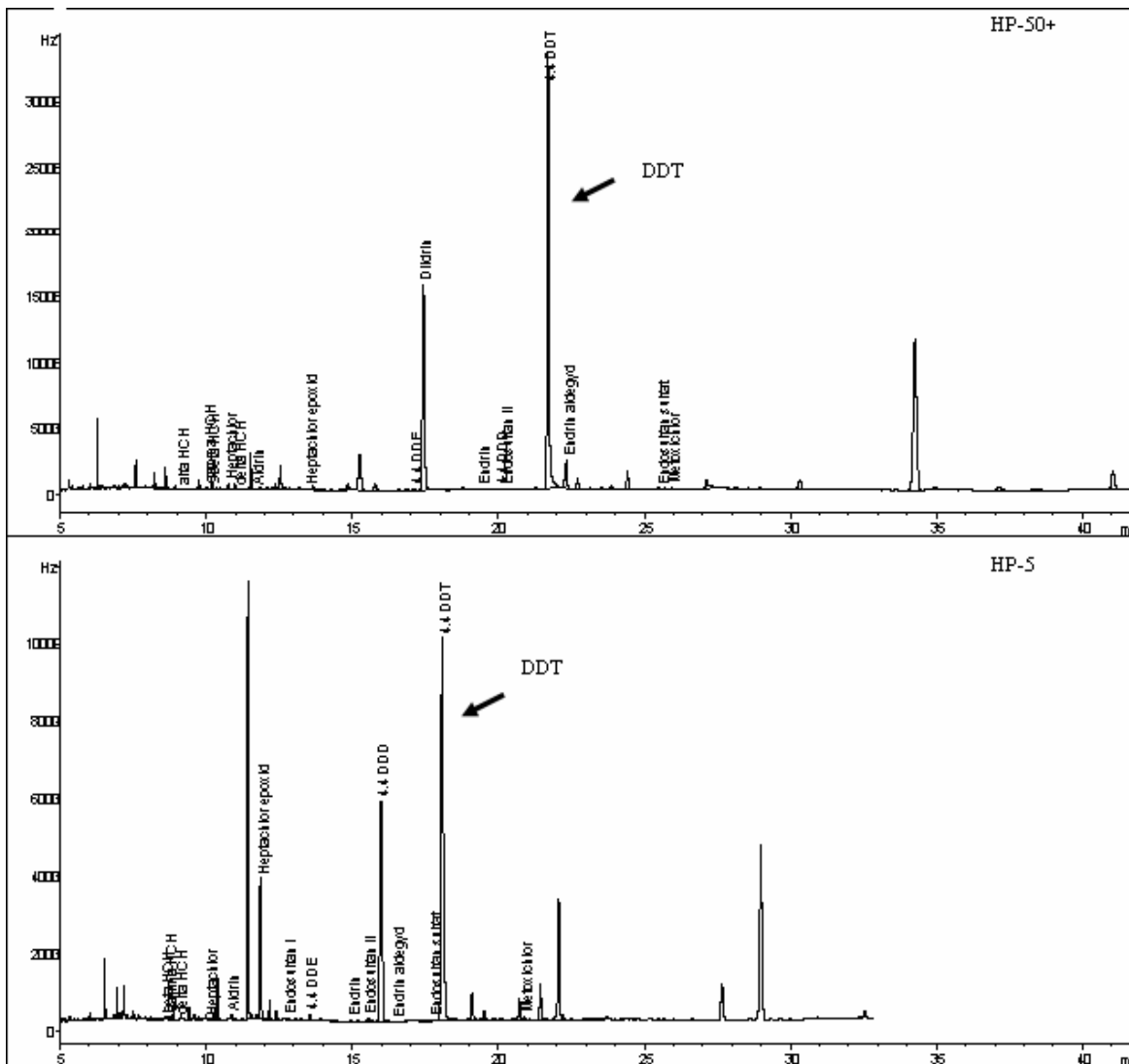


Рис.3 Хроматограми пестицидів, виділені з насіння льону, отримані на двох капілярних колонках

При проведенні досліджень насіння льону на вміст хлорорганічних пестицидів нами використаний метод газорідинної хроматографії із застосуванням двох колонок. В результаті аналізу було виявлено 4,4'ДДТ, але при внесенні у суміш (зразок) еталону 4,4'ДДТ на хроматограмі досліджуваної суміші спостерігалась зміна ширини на половині висоти піка, що доводить наявність введеного еталону іншої природи (рис. 3, 4).

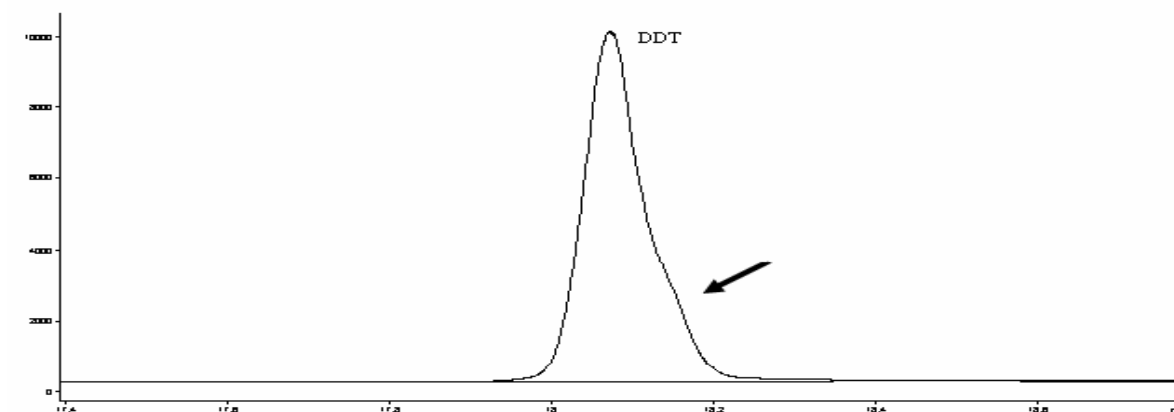


Рис.4 Пік речовини – еталону (4,4'ДДТ), що введена у досліджувану суміш

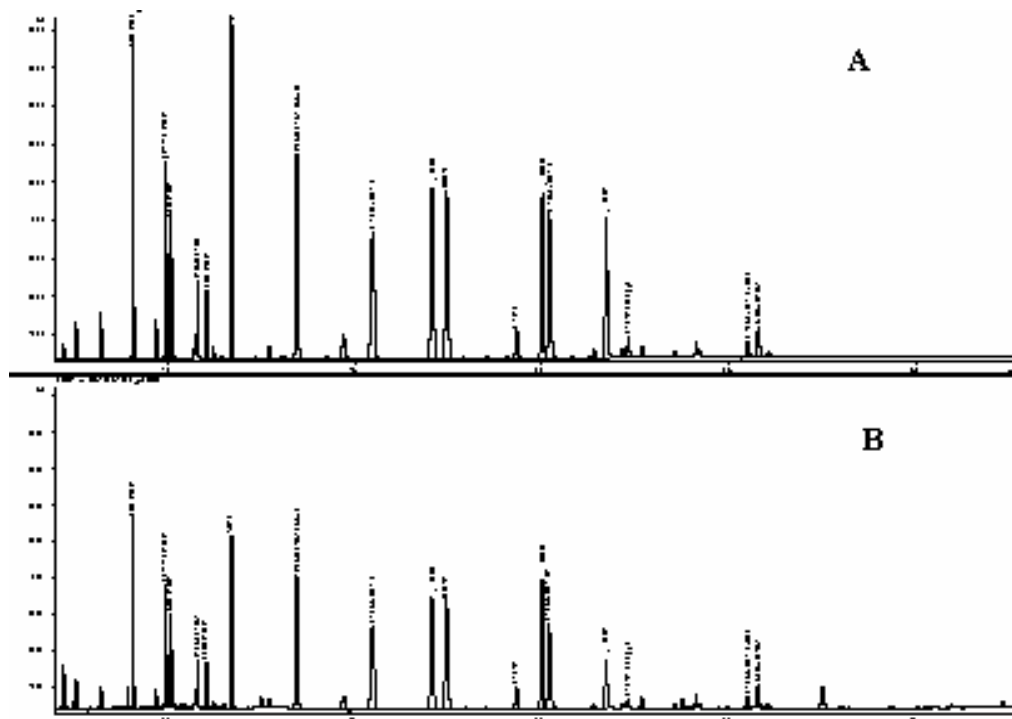


Рис. 5 Хроматограми гексанових екстрактів з олії соняшникової з добавкою еталонної суміші хлорорганічних пестицидів на рівні 0,005 мг/кг, отримані на колонках різної полярності –HP-5 (А) та HP-50+(В)

Тому нами для підтвердження наявності або відсутності досліджуваного компонента у суміші проведено аналіз не на одній колонці, а на двох колонках з різною полярністю нерухомої фази. Для контролю точності проведених вимірювань нами застосовується метод добавок, внутрішнього стандарту, а також контроль по внутрішньо лабораторному зразку та сертифікованому стандартному зразку (рис. 5).

Для кількісних визначень хлорорганічних пестицидів нами використано два методи. По-перше, метод внутрішнього стандарту, який ґрунтується на введенні в досліджувану суміш певної кількості стандартної речовини. Як стандарт в даному випадку обирається речовина, яка близька за фізико-хімічними властивостями до компонентів суміші, але не обов'язково є її компонентом. Пік стандартного компонента має повністю відділятися від піків усіх інших компонентів. Для компонентів суміші та внутрішнього стандарту заздалегідь встановлюють відносний поправковий коефіцієнт.

По-друге, метод зовнішнього стандарту, який в свою чергу ґрунтується на використанні лінійної залежності висоти або площі піка від кількості відповідної речовини у суміші. Спочатку встановлюють цю залежність, використовуючи розчини стандартних речовин із точно відомою концентрацією або вмістом, і виражають її графічно, тобто будують градувальний графік. Для побудови градувального графіка хроматографують не менше п'яти модельних сумішей зі зростаючим вмістом речовини, вводячи в колонку однакові об'єми проби (рис. 1, 2, табл. 1). Знаходять площі відповідних піків і за цими даними будують графік залежності. За градувальним графіком обчислюють масову частку або концентрацію (рис. 6).

Кількісне визначення можливе, якщо середня величина повернення внутрішнього стандарту перебуває у діапазоні від 70% до 110% за умови, що стандартне відносне відхилення дорівнює або менше 20%.

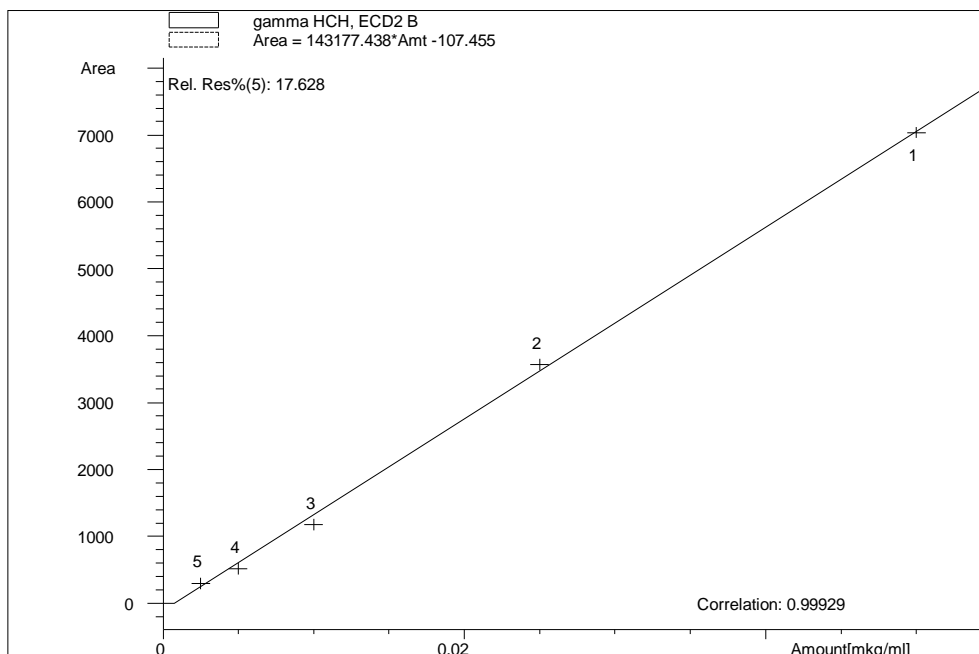


Рис.6 Приклад градуувального графіка для кількісного аналізу пестицидів

Відповідність цій умові слід періодично перевіряти шляхом випробувань проб, що містять в собі добавки відповідних стандартних матеріалів [4].

Існують й інші методи якісної і кількісної ідентифікації. В деяких випадках для підтвердження наявності або відсутності досліджуваного компонента у суміші аналіз проводять на трьох колонках з різною полярністю. Якщо на всіх трьох колонках підтверджується наявність і рівність параметрів утримання компонента, що визначається та речовини-еталона (стандарту), то це досить переконливо засвідчує наявність саме цього компонента у суміші. Але ефективним методом ідентифікації є використання газового хроматографа з мас-селективним детектором, який дає змогу визначати мас-спектри компонентів досліджуваної суміші. Отримані спектри порівнюють з наявними в каталогах (бібліотеках спектрів) і на цій підставі ідентифікують компоненти суміші.

Використання мас-спектрометрії для підтвердження та ідентифікації мають найвищу результативність. При наявності газового хроматомас-спектрометра мас-спектрометрія приймається як основний метод.

Висновки:

Якісна ідентифікація хлорорганічних пестицидів проводиться одночасно за допомогою двох капілярних колонок з використанням метода добавки еталонної суміші.

У результаті виконаних досліджень отримані нові дані щодо газохроматографічних параметрів визначення й оптимізації умов одночасного двохколоночного аналізу хлорорганічних пестицидів із використанням двох інжекторів і двох електронозахоплюючих детекторів.

Впроваджено для кількісної ідентифікації хлорорганічних пестицидів метод внутрішнього стандарту.

Для контролю точності вимірювань хлорорганічних пестицидів впроваджено сертифікований стандартний зразок.

Список літератури: 1. USEPA "Methods for Organic chemical Analysis of Municipal and industrial Wastewater".– 1982 – Method 608. 2. Осейко М.І. Технологія рослинних олій – Київ: Варта”, 2006 – С. 190. 3. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу.– Київ:“КОРВІН ПРЕСС”, 2005.– С. 21. 4. ДСТУ EN 12393:2003. Частина 1-3. Продукти харчові нежирові й жирові. Визначення вмісту залишків пестицидів газохроматографічним методом.

Поступила до редколегії 12.01.08

УДК 665.112

В.К ТИМЧЕНКО, канд. техн. наук, ***Ю.С. ЯЗЫКОВА, И.М. ЯКОВЛЕВА***

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ МАРГАРИНОВ

В статті наведені фізико-хімічні та фізико-механічні показники зразків вітчизняних твердих маргаринів (всього 10 зразків). Отримані статистичні дані можуть бути використані для формування нових показників безпеки маргаринів (вміст транс-ізомерів). Отримані первинні уявлення характеру кристалізації різних зразків маргаринів.

Исследованиями установлено, что лучше усваиваются организмом те жиры, которые находятся в состоянии тонкой эмульсии. На усвояемость также влияют температура плавления жира, его вкус и запах, поэтому используемую для производства маргарина жировую смесь (жировую основу) подбирают таким образом, чтобы температура плавления готового продукта была 31 ± 34 °С.

При производстве маргариновой продукции можно получить широкий ассортимент с заранее заданными свойствами. Приближаясь по составу и структуре к сливочному маслу, маргарин превосходит его по содержанию полиненасыщенных кислот. Недостатком рафинированных жиров, используемых для получения маргарина, является отсутствие витаминов и биологически активных веществ (БАВ). Однако некоторые виды маргариновой продукции витаминизируют.

Таким образом, совершенствуя производство маргариновой продукции, можно решить проблему направленного и сбалансированного питания людей разного возраста, а также проблему диетического питания, в первую очередь с целью нормализации широко распространенных нарушений липидного обмена (атеросклероз, ишемическая болезнь, ожирение и др.) [1–4].

Во время вступления во Всемирную торговую организацию (ВТО) наиболее актуальными вопросами являются вопросы безопасности и безвредности продукции, которые характеризуются следующими показателями:

- содержание транс-изомеров жирных кислот (ТИЖК);
- содержание генетически модифицированных организмов (ГМО);
- пищевая ценность продукта;
- стойкость к окислению.

Традиционно смесь жиров для твердого маргарина состоит из натуральных и гидрогенизированных растительных масел. Конечно, гидрогенизированные жиры кристаллизуются быстрее, чем негидрогенизированные жиры, придавая готовому маргарину желаемые характеристики. Но в процессе гидрогенизации образуются различные транс-жирные кислоты, а присутствие этих изомеров считается

нежелательным для питания, в частности, это приводит к риску возникновения кардиологических и других заболеваний [5, 6].

В то же время многочисленные исследования, проведенные в странах Европы и США, которые различаются по уровню потребления ТИЖК, не подтвердили, что сердечно-сосудистые заболевания возникают чаще при более высоком поступлении ТИЖК с пищей [6].

Учитывая неопределенность в этом вопросе, в ряде стран содержание ТИЖК стали регламентировать.

Так, например, в Дании ограничение по ТИЖК составляет не более 2%, в России ТИЖК – 8%. Следует отметить, что естественный фон ТИЖК, например, в молочном жире составляет приблизительно 10-15%. В отечественных нормативных документах на масло-жировую продукцию только ГОСТ 28931-91 "Заменители масла какао." регламентирует содержание ТИЖК – не более 2% [4].

Технология производства маргарина заключается в том, что жидкую маргариновую эмульсию переохлаждают и кристаллизуют в строго контролируемых условиях и полученной таким образом пластической массе придают необходимую товарную форму. Важнейшие качественные показатели готовой продукции – консистенция, твердость, диапазон пластичности, легкоплавкость, температура полного расплавления и другие – определяются кристаллической структурой жировой основы маргарина [1].

Процессы, происходящие при кристаллизации жиров, отличаются высокой сложностью, количеством кристаллических форм, существенно влияющих на потребительские свойства кондитерских жиров и маргаринов, а закономерности кристаллизации изучены слабо и носят эмпирический характер. Поэтому изучение влияния технологических факторов, определение общих закономерностей процесса кристаллизации жиров и жиров в составе эмульсий, установление связи между кристаллической структурой жиров и их структурно-механическими характеристиками, будет иметь большое значение для разработки технологий, обеспечивающих высокое, и что весьма важно, стабильное качество жировых продуктов [7].

В рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между НТУ «ХПИ» и ГП «Харьковстандарт метрология» выполнена научно-исследовательская работа, целью которой было определение физико-химических и физико-механических показателей образцов твердых маргаринов отечественных производителей (всего 10 образцов).

Определение физико-химических и физико-механических показателей проводилось по стандартным методикам в соответствии с действующей нормативной документацией [8], жирнокислотный состав жировой основы маргарина и содержание транс-изомеров олеиновой кислоты исследовались газохроматографическим методом по [9, 10]

Результаты исследований приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1

Физико-химические и физико-механические показатели твердых маргаринов

Наименование показателей	Номер образца									
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	27,5	26	27,1	39,03	16,8	18,4	33,8	40,3	62,7	26,8
Массовая доля сухого обезжиренного остатка, %	3,2	3	3,18	4,4	14,13	4,9	1,4	0,2	1,1	1,9
Массовая доля жира 1, %	69,3	71	69,72	56,57	69,07	76,7	64,8	59,5	36,2	71,3
Массовая доля жира 2, %	67,8	62,8	68,01	58,1	73,6	70,6	56,9	56,1	33,8	70,6
Пероксидное число, $\frac{1}{2} O$ ммоль/кг	6,4	4,14	9,9	8,1	2,1	6,6	13,7	12	7,9	8,8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Твердости, г/см	37,2	142	55,5	29,5	32,1	29,5	12,6	19,4	12,6	21,9
Температура застывания, °С	20	23	21	19	17,8	20	18	15	15,8	20

Примечание: Массовая доля жира 1 % – это количество жира определенное с использованием диэтилового эфира, массовая доля жира 2 % – это количество жира определенное с использованием гексана.

Как видно из табл. 1, массовая доля жира, влаги, летучих веществ и сухого обезжиренного остатка во всех образцах различна. Практически во всех образцах массовая доля жира соответствует ДСТУ 4465 [11], кроме образца № 9.

В связи с тем, что при определении пероксидного числа жира, выделенного из маргарина с помощью диэтилового эфира, имеет место большая погрешность, было решено использовать для выделения жира гексан. Пероксидное число почти всех образцов отвечает ДСТУ 4465 [11], кроме образцов № 7–8. Хотя твердость маргарина и не нормируется [11], но были проведены измерения этого показателя. Результаты (табл. 1) показали, что твердость слишком низкая для твердых маргаринов [11].

Одним из наиболее перспективных и необходимых исследований для масложировой промышленности является изучение закономерностей кристаллообразования в жирах с целью управления этим процессом для получения жиров из жиросодержащих продуктов с заданными физико-химическими свойствами [7]. В связи с тем, что охлаждение и кристаллизация маргариновой эмульсии являются наиважнейшими стадиями технологии маргарина, представляет научный интерес определение температуры застывания, характеризующей переход жидкой маргариновой эмульсии в твердый продукт.

Как видно из данных табл. 1, диапазон температур застывания различных образцов находится в пределах от 15 до 23 °С. Эти температуры не зависят от жирнокислотного состава, а, вероятно, объясняются различными условиями охлаждения маргариновой эмульсии в промышленных условиях.

Таблица 2

Жирнокислотный состав жировой основы маргарина и содержание транс-изомеров

Наименование показателей	Номер образца									
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8	№9	№10
C4:0 масляная	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C6:0 капроновая	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C8:0 каприловая	–	–	–	<0,1	–	–	–	–	–	–
C10:0 каприновая	–	–	–	<0,1	–	–	–	–	–	–
C12:0 лауриновая	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
C14:0 миристиновая	0,3	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
C16:0 пальмитиновая	13,6	16,9	10,9	13,5	17,9	18,7	12,3	12,9	12,7	10,1
C16:1 палмитолеиновая	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C18:0 стеариновая	6,5	9,7	7,0	6,8	6,1	5,8	6,4	6,0	6,2	6,8
C18:1t олеиновая транс	17,1	24,4	20,6	19,4	15,6	15,6	13,4	15,2	17,5	18,8
C18:1 олеиновая	34,2	36,8	33,9	34,9	36,2	35,5	34,1	32,2	30,3	35,3
C18:2 линолевая	27,5	10,8	26,4	23,6	22,9	22,9	32,7	32,7	32,1	28,2
C18:3 линоленовая	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
C20:0 арахидиновая	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
C22:0 бегеновая	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6

Анализируя данные представленные в табл. 2, можно сказать, что жирнокислотный состав исследованных твердых маргаринов не совсем полноценен для питания человека. В представленных образцах количество линолевой кислоты практически находится в норме (не менее 20 %, кроме образца № 2) и даже превышает её, содержание насыщенных жирных кислот не превышает 30%, олеиновой кислоты не достаточно, а содержание транс-изомеров велико.

Таким образом, выполнен комплекс научных исследований, представляющих важный научный и практический интерес.

Список литературы: 1. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. и др. Технология переработки жиров. – М.: Пищепромиздат, 1998 – 450 с. 2. Подрушняк А.Е., Макаrchук Т.Л., Коваль А.В. Токсикологические аспекты введения в пищевой рацион новых масложировых продуктов // Материалы 1-ого з'їзду токологів України, 11-13 жовтня 2001. 3. Макаrchук Т., Подрушняк А., Коваль А. Олійножирові продукти: проблеми якості, безпечності // Харчова і переробна промисловість. – 2004. – С. 20 4. Коваль А.В., Макаrchук Т.Л., Подрушняк А.Е., Прохоренкова Н.И., Кравцова Ю. В. Содержание транс-изомеров жирных кислот – актуальный вопрос безопасности жировых продуктов // Материалы научно-практической конференции «Питание и здоровье», «Безопасность и качество продуктов питания», 31 августа 2004. 5. Фаур Л. Руководство по технологии масел и жиров. Технология маргарина. - 62 с. 6. Коваль А.В., Макаrchук Т.Л., Подрушняк А.Е., Прохоренкова Н.И., Кравцова Ю.В. К вопросу о токсичности транс-изомеров жирных кислот в пищевых продуктах // Материалы международной конференции «Роль науки в масложировой отрасли», 27-28 октября 2004. – С. 20 – 22. 7. Голодняк В.А, Демидов И.Н., Петик П.Ф. Техническое регулирование и перспективные технологические исследования в масложировой промышленности Украины // Збірник праць УкрНДІОЖ УААН Вип. 1 – Харьков, 2007, С.91–93. 8. ГОСТ 976-81 Маргарины, жиры кондитерские, хлебопекарные и

кулинарные. Правила приемки и методы испытаний. **9.** ДСТУ ISO 5509-2002 Жири та олії тваринні і рослинні. Приготування метилових ефірів жирних кислот. **10.** ДСТУ ISO 5508-2001 Жири та олії тваринні і рослинні. Аналізування методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот. **11.** ДСТУ 4465:2005 Маргарин. Загальні технічні умови.

Поступила в редколегію 12.01.08

УДК 665.3

В.В. КАРАБУТОВ, Л.М. ГОРШКОВА, М.А. ЛЕОНОВА, З.П. ФЕДЯКИНА,

ДО ПИТАННЯ ПРО ЕКСТРАКЦІЮ РОСЛИННИХ БІЛКІВ З СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ

У цій роботі досліджувався процес екстракції рослинних білків з соняшникового шроту, виробленого на Вовчанському ОЕЗ, та вплив різноманітних технологічних факторів. Були досліджені вплив температури екстракції, рН середовища, ступінь подрібнювання екстрагуемого матеріалу, природу та концентрацію розчинника, гідромодуля тощо на кінетику процесу екстракції білкових речовин із шроту.

Одним із основних етапів вироблення білків є процес екстракції, який визначає вихід кінцевого продукту.

Аналіз процесу екстракції показує, що його ефективність обумовлена рядом факторів, важливішим із яких є природа і концентрація розчину, рН структура матеріалу який екстрагують, гідромодуль, швидкість перемішування, температура, тривалість екстракції тощо [1, 2, 3].

Вихідний шрот — це багатокомпонентна система, яка включає в себе білки, залишкові ліпіди, речовини вуглеводного, мінерального та іншого характеру. У процесі екстракції відповідні речовини частково або повністю переходять разом з білками в розчин, що ускладнює моделювання процесу екстракції і сам процес. Екстракція білків, які представляють собою складну колоїдну систему, вивчена недостатньо.

При великій різноманітності сировини існують загальні закономірності процесу, характерні для екстракції рослинних білків.

Білки екстрагують із знежиреного насіння диспергувальним агентом, який може бути водою, розчином електролітів, або яким-небудь органічним розчинником. Розчинник має забезпечувати максимальне вилучення білкових речовин і не повинен суттєво міняти хімічний склад білків.

Для встановлення основних закономірностей процесу екстракції, а також у зв'язку з необхідністю інтенсифікації, оптимізації екстракції необхідно дослідити кінетику процесу.

Під час визначання впливу технологічних факторів на процес екстракції білкових речовин із шроту, досліджували вплив температури, рН середовища, ступінь подрібнювання матеріалу, природу та концентрацію розчинника, гідромодуля тощо.

Зміну цих факторів характеризує швидкість перенесення речовини у часі, яка відображає кінетику процесу. Для дослідження брали наважку шроту в кількості 100 г і поміщали у стакан місткістю 1,5 л з мішалкою і термометром. Туди ж приливали визначену кількість розчинника. Стакан ставили у

водяну баню. Через відповідні проміжки часу рівні 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50 і 60 хв. відбирали проби.

Вивчення впливу температури на процес екстракції проводили за температури 20 °С, 30 °С, 40 °С, 50 °С і 60 °С. Час екстракції 1 год. Під час проведення експерименту попередньо задали концентрацію розчинника і гідромодуль. Процес вели 5-відстковим розчином кухонної солі у співвідношенні шрот : розчинник 1:10.

Вивчення впливу ступеня подрібнення матеріалу на процес екстракції проводили за аналогічних умов на матеріалі, який має такий розмір частин: частини з діаметром 2 мм, 1 мм, 0,5 мм, 0,25 мм і <0,25 мм.

Для вибору розчинника використовували різні розчини електролітів найбільш поширених та придатних для екстракції харчових продуктів: воду, розчин кухонної солі різної концентрації, розчин луку.

Для визначання оптимальної концентрації розчинника екстракцію проводили розчином кухонної солі у такій концентрації: 3%, 5%, 6%, 7 %, 10 % за температури 60 °С. На процес екстракції, крім вище зазначених факторів впливає і співвідношення шрот - розчинник. Для виявлення цієї закономірності експерименти проводили, зі зміною гідромодуля в інтервалі 1:6, 1:20 за температури 60 °С.

В результаті проведеного дослідження за прийнятою методикою, відбирали проби екстракту і матеріалу який екстрагуємо, в яких визначали концентрацію білка рефрактометричним методом (для соняшникового екстракту) і вміст білка в екстракті та в шротах за методом К'ельдаля. Точність дослідження контролювали визначанням концентрації білка в екстракті за методом К'ельдаля.

Зміни ефективності процесу екстракції відображають кривою екстракції, тобто функцією

$$\frac{C_T}{C_o} = f(t),$$

де C_T — концентрація речовини в матеріалі який екстрагуємо в момент часу t ;

C_o — початкова концентрація речовини в матеріалі який екстрагуємо.

За отриманими експериментальними даними будували криві екстракції в координатах: $c(t)$, $\frac{C_T}{C_o}(t)$, $\lg \frac{C_T}{C_o}(t)$.

Криві побудовані відносно екстрагуючого матеріалу до екстракту.

Методика планування експерименту. Для визначання оптимальних умов екстракції було вибрано емпіричну формулу.

Для підбора емпіричної формули були побудовані криві за даними, отриманими експериментальним шляхом. Порівнюючи отримані криві з типовими графіками формул [4] були вибрані емпіричні формули. Вид графіка залежить від масштабу координатних осей і числових значень коефіцієнтів, які входять до формули:

$$y = \frac{x}{a + bx},$$

Спосіб вирівнювання:

$$Y = \frac{x}{y},$$

Тому необхідно знайти значення постійних коефіцієнтів, які дадуть найкраще зближення експериментальних і числових величин. Перед тим як знайти числове значення коефіцієнтів необхідно перевірити придатність вибраної формули методом вирівнювання.

Одержавши лінійну залежність за допомогою метода вирівнювання складаємо умовне рівняння $Y_i = A + BX_i$, число n яких дорівнює числу значень X_i і Y_i .

Умовні рівняння розбиваємо на дві приблизно однакові групи. В результаті одержуємо два рівняння:

$$\sum_1^k Y_i = kA + B \sum_1^k X_i;$$

$$\sum_{k+1}^n Y_i = (n-k)A + B \sum_{k+1}^n X_i$$

В. Із одержаних рівнянь знаходимо невідомі коефіцієнти A и B .

І будуємо криві (з використанням розрахованих коефіцієнтів), що виражають залежність: $\frac{C_T}{C_0} = f(t)$, $\lg \frac{C_T}{C_0} = f(t)$ і $\ln \frac{C_T}{C_0} = f(t)$.

Суміщаємо графіки, які одержали з використанням розрахованих даних і експериментальним шляхом та знаходимо процент похибки.

Спосіб середніх є тим більше надійним, чим більше маємо експериментальних точок, числу яких відповідає число умовних рівнянь.

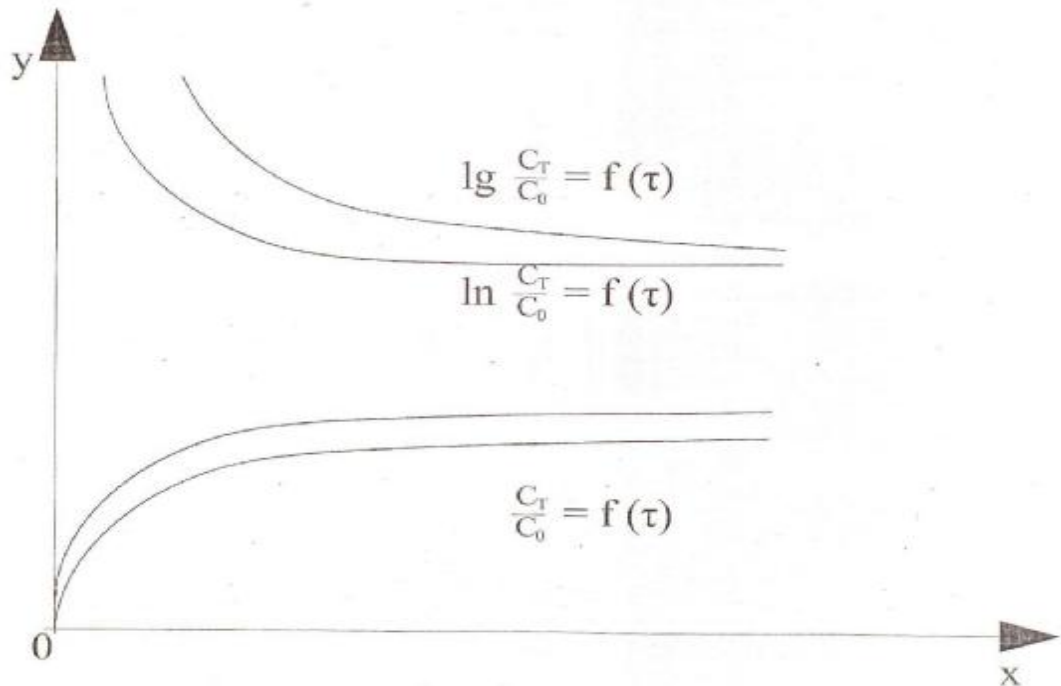


Рисунок 1

Як об'єкт дослідження був використаний соняшниковий шрот Вовчанського МЕЗ з вмістом протеїну 38,7 %, вологи 6,8 %, вмістом жиру 1,2 %.

Висновки. В результаті проведених експериментів було встановлено.

1. Основними факторами, які визначають процес екстракції, є: температура, тип і концентрація розчинника, співвідношення шрот-розчинник, ступінь подрібнення матеріалу.

2. На основі одержаних експериментальних даних оптимальними умовами екстракції є: розчинник – 5-відсотковий розчин кухонної солі; температура екстракції (50-60) °С, співвідношення шрот: розчинник 1:10.

3. Щодо ступеню подрібнення, то тут також існує прямо пропорційна залежність, чим менше розмір частинок, тим більша швидкість екстракції. Однак слід зазначити, що під час екстрагування дрібних частинок, ускладнюється процес розділення фаз, одержаний екстракт має більш високий вміст завислих частинок, що у подальшому приводить до зниження вмісту протеїну у білковому ізоляті. Тому в процесі одержання ізолятів за існуючої схеми та апаратурному оформленні, вимоги до розміру частинок пред'являти не доцільно.

Щодо виробляння концентрованих форм білків, то в даному випадку таке подрібнення є позитивним фактором, до того ж більш ефективно «мокре» подрібнення.

Дослідження у подальшому планується продовжити.

Список літератури: 1. Щербаков В.Г., Іваницький С.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. М., Агропромиздат. – 1987. – С. 15. 2. Osborne T.V. and C.F. Camphell Yonrnal Amer. Chemistry Society. – 1976, № 19. 3. Smith A.K., Yansen V.Z. Cereal Chem 1948, У. 25, Р. 399-411. 4. Батунер Л.М., Позин М.Е. Математические методы в химической технике, издательство «Химия». – 197. – С. 24-39.

Поступила в редколлегию 12.01.08

УДК 665.3

О. К КУШНАРЕНКО

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИРОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТЬЮ

Чинна робота спрямована на теоретичне обґрунтування проведення дослідження структурно-механічних властивостей жирів і жирових композицій для подальшого обґрунтування методів створення жиромісних харчових продуктів з підвищеними споживчими властивостями. Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкту дослідження – пошук оптимальної рецептури для виробництва жирів, жирових композицій і жиромісних харчових продуктів із заданими підвищеними споживчими властивостями.

В последние годы проблема изучения структурно-механических свойств жиров получила дальнейшее развитие, но несмотря на значительные достижения в этой области еще имеется ряд нерешенных задач.

Процессы, происходящие при кристаллизации жиров, отличаются высокой сложностью; количество кристаллических форм, существенно влияющих на потребительские свойства кондитерских жиров и маргаринов, весьма велико, а закономерности кристаллизации изучены слабо, носят эмпирический характер. Поэтому изучение влияния технологических факторов, определение общих закономерностей процесса кристаллизации жиров, установление связи между кристаллической структурой жиров и их структурно-механическими характеристиками будет иметь большое значение для разработки технологий, обеспечивающих высокое, и что весьма важно, стабильное качество жировых продуктов.

Структурно-механические характеристики представляют собой фундаментальные физические свойства продуктов. Они проявляются при механическом воздействии на обрабатываемый продукт и характеризуют его сопротивляемость приложенным извне усилиям.

По виду приложения усилия или напряжения к продукту их можно разделить на три связанные между собой группы. Это сдвиговые, компрессионные и поверхностные свойства.

Оценка качества продуктов пищевых производств может осуществляться двумя способами. Первый способ – приборное измерение структурно-механических характеристик, выражаемых в определенных физических единицах. Второй способ – сенсорная оценка качества, то есть субъективная чувственная оценка сопротивляемости, деформации и консистенции продукта.

Много сенсорных характеристик, таких, как внешний вид, структура, растекаемость и твердость, зависят от механической прочности основной структуры жировых кристаллов. Реологическое поведение жиров, главным образом, определено количеством жировых кристаллов и типом присутствующих кристаллов в жировых смесях.

Твердые ацилглицеролы являются кристаллическими веществами.

Для установления полиморфных модификаций широко используются такие методы исследования, как термический анализ, парамагнитный резонанс, ИКС-спектроскопия. Количество полиморфных форм определяется составом и структурой ацилглицеролов.

В настоящее время установлены семь полиморфных модификаций, из них три основные, обозначенные как α , β' и β . α -модификация нестабильна, низкотемпературная, обычно получается при быстрой кристаллизации плава, может переходить в β' - или β -формы; кристаллизуется в гексагональной системе. β' -модификация нестабильна, имеет более высокую температуру плавления, чем α -форма, образуется при умеренной скорости кристаллизации плава, также может быть получена из α -формы, кристаллизуется в орторомбической системе. β -модификация стабильна, имеет наиболее высокую температуру плавления, получается при очень медленной кристаллизации плава, при кристаллизации из растворителей и из нестабильных α - и β' -форм, кристаллизуется в трехклинной системе.

Кристаллы α -формы представляют собой хрупкие прозрачные пластинки размером приблизительно 5 мкм. Они нестабильны и требуют весьма низких температур для существования. Для β' -формы характерны крошечные игольчатые кристаллы, имеющие длину порядка 1 мкм. И, наконец, β -кристаллы – большие, приблизительно (25-50) мкм в длину и могут достигать более 100 мкм при длительных периодах хранения.

Обнаружены промежуточные формы между модификациями β' и β . Промежуточные $\beta'_{1,2}$ -формы имеют более низкие температуры плавления, более высокую теплоемкость, чем β' -модификации. В кристаллах отдельных модификаций величина угла наклона ацилов жирных кислот к плоскости конечных групп (метильных) неодинакова. У низкоплавкой α -формы они располагаются перпендикулярно ($\sim 90^\circ$), а β' - и β -форм наклонно, под определенным углом. Поэтому у α -модификации ацилы жирных кислот свободно вращаются вокруг вертикальной оси, а в β' - и β -модификациях они находятся в фиксированном положении.

Различное расположение молекул в кристаллах полиморфных модификаций обуславливают разные их физические свойства.

Переход $\alpha \rightarrow \beta'$ происходит достаточно быстро, что объясняется довольно простой перегруппировкой в структуре кристаллов, а именно наклоном вертикальной цепи; $\beta' \rightarrow \beta$ значительно труднее и требует длительной выдержки при температуре на (15—20) $^\circ\text{C}$ ниже ее температуры плавления, что объясняется большей упорядоченностью структуры по сравнению с α -структурой.

Ярко выраженным полиморфизмом обладает какао-масло – основной структурообразователь шоколада. Полиморфные свойства такого масла проявляются в способности к образованию нескольких кристаллических модификаций неодинаковой устойчивости, стабильность которых возрастает от γ -формы (самая неустойчивая) к β -форме (наиболее стабильная). Полиморфизм какао масла обуславливает усложнение технологии производства шоколада. Так, в шоколаде и шоколадной глазури оно должно находиться в стабильной β -форме. Поэтому глазированию и формованию предшествует подготовительная операция – темперирование шоколадной массы.

Жировая фаза молочных шоколадных масс – двухкомпонентная система: наряду с какао маслом в ней присутствует молочный жир, который попадает в шоколадную массу с молочными продуктами или вводят в качестве добавки. Молочному жиру также присущи полиморфные свойства.

Известно, что маргарин – это одна из полидисперсных систем, состоящая из твердых и жидких жиров в воде и или молоке, различных добавок и иногда пузырьков газа.

Окончательная стабильность полидисперсных систем считается решающей, так как она создает структуру продукта и обеспечивает его товарную форму. Что касается маргарина, то определяющим в создании необходимой структуры, кроме, разумеется, эмульгирования, является процесс кристаллизации.

Жир сначала кристаллизуется в α -форме, которая более или менее быстро преобразуется в β' -форму. Форма β' является желаемой в маргаринах, поскольку она способствует пластичности, которая достигается благодаря тенденции β' -формы структурироваться в трехмерную сеть, способную связывать большое количество

жидкого масла. Следует заметить, что большие β -кристаллы не имеют тенденции образовывать трехмерную структуру.

В условиях быстрого охлаждения, что имеет место в производстве маргарина, полиморфный переход $\alpha \rightarrow \beta'$ длится несколько секунд, а превращение $\beta' \rightarrow \beta$ является длительным. Поэтому для готового продукта характерным является преимущественное накопление кристаллов в β' -модификации. Процесс кристаллизации формирует такое важное потребительское свойство, как консистенция маргарина, которая в значительной мере определяет его качество.

Консистенция зависит от температуры, количества кристаллов, их температур плавления, формы и размеров этих кристаллов, типа связей.

Поскольку жировая основа маргарина представляет собой многокомпонентную смесь натуральных и/или модифицированных жиров, то готовый маргарин всегда содержит жидкие и твердые компоненты жировой фазы. Степень отверждения маргарина связана с температурой в пределах зоны плавления и временем охлаждения. Известно, что степень отверждения может измеряться косвенно при помощи дилатометра или методом ЯМР.

Следует иметь в виду, что определенное методом ЯМР количество твердых триацилглицеролов при данной температуре совершенно не указывает на кристаллическую модификацию твердой фазы. Твердая фаза в α -форме крупнокристаллическая «рыхлая» и имеет существенно более низкую твердость (по Каминскому) чем, предположим, β' -модификация, кристаллы которой меньше, плотнее упакованы, и потому жир, закристаллизованный в этой полиморфной форме, будет более твердым.

Скорость кристаллизации можно толковать как количество твердых ацилглицеролов (S , %) в единицу времени при заданной температуре и, построив соответствующую кривую зависимости от времени (t , с), можно определить характер кристаллизации.

Триглицеролам свойственна неравновесность фазовых состояний в процессе кристаллизации. Применяя различные скорости охлаждения, нагревания и термостатирования, можно получить жир с разным составом фракций, но неизменным составом образца в целом и, следовательно, проследить различные фазовые эффекты.

При медленном охлаждении без перемешивания формируются большие кристаллы, тогда как быстрое охлаждение при перемешивании ведёт к образованию мелких кристаллов.

Кристалл жира в маргарине, спреде или шортенинге состоит из большого числа молекул. Температура плавления каждого кристалла зависит от того, какие молекулы включены в данный кристалл.

Изменение температуры по сравнению с оптимальной (9 – 12) °С на выходе маргарина из вытеснительного охладителя отражается на кристаллизации различных групп триглицеролов, а также на дисперсности кристаллов жира.

Выводы. Таким образом, подводя итоги, необходимо отметить, что на основе изложенного выше теоретического обоснования кристаллической структуры жиров и их структурно-механических свойств Украинским научно-исследовательским институтом масел и жиров Украинской академии аграрных наук проводится работа

по разработке технологии получения жировых продуктов с заранее запланированными свойствами и стабильной в процессе хранения структурой.

Список литературы: 1. Павлова I. В. Теоретичні і експериментальні основи розвитку технології виробництва заміників масла какао. Автореферат для дисертації доктора технічних наук 05.18.06/ВНДІЖ. – С. – П.: 2000. – 55 с. 2. А.В.Горбатов и др. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с. 3. Кафиев Н.М., Михайленко Н.И., Лещенко Н.Ф. Реологические характеристики некоторых технических жиров // Масложировая промышленность. – 1987. – № 2. – С. 18. 4. Шмидт А.А., Савилова К.Г., Чекмарева И.Б. Влияние условий эмульгирования и охлаждения на структурно-реологические свойства маргарина // Масложировая промышленность. – 1978. – № 8. – С. 25-29. 5. Николаев Л. К. Реологические характеристики жиросодержащих пищевых продуктов. Учебное пособие. – Л., ЛТИХП. – 1979. – С.85.

Поступила в редколлегию 12.01.08

УДК 665.3

С.Л. ЕВТУШЕНКО

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОТЕИНА В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Ця стаття спрямована на отримання даних про причини зниженого вмісту протеїну в насінні та шроті соняшниковому та про деякі інші проблеми підвищення якісних характеристик соняшникового шроту як джерела кормового та харчового білка. Приведені данні лабораторних досліджень залежності вмісту протеїну в насінні соняшнику та продуктах його переробки від складових частин, а також приведений огляд якісних показників соняшнику урожаю 2005 – 2006 рр. та продуктів його переробки підприємствами олійно – жирової галузі.

Одной из основных масличных культур при производстве растительного масла и шрота являются семена подсолнечника.

Химический состав подсолнечных семян, в основном зависит от сорта, климатических условий, почвы и культивации.

В последнее время культивируются раннеспелые сортовые и гибридные семена подсолнечника с высокой масличностью. У новых сортов подсолнечника значительно изменился химический состав ядра, изменилось соотношение гидрофобной (жировой) и гидрофильной (нежировой) частей ядра.

Семена подсолнечника, хотя и стали мельче, зато стали более масличными и менее лузжистыми. В среднем лузжистость семян составляет 23-26%. Они имеют тонкую, плотно прилегающую к ядру лузгу, воздушная прослойка между ядром и лузгой практически отсутствует, поэтому ботаническая масличность лузги возросла до 2,85 – 3,2%. Увеличился процент содержания безазотистых экстрактивных веществ и золы.

Такие морфологические особенности строения семян подсолнечника затрудняют процесс обрушивания. Ухудшается процесс отделения лузги от ядра.

Поэтому ядро, поступающее на прессование, достигает лужистости 10%, а иногда и выше. Лузга на 79-90% состоит из целлюлозы (клетчатки), лигнина и гемицеллюлозы (преимущественно глюкуроноксилана), остальные 10% представлены липидами, восками, минералами и протеином. В каждом семени содержится около 0,3г/кг воска, который в основном локализован в лузге.

Подсолнечный шрот – это хороший источник протеина с доступностью аминокислот как у соевого шрота, и гораздо выше, чем у рапсового или хлопкового шрота. По содержанию кальция подсолнечный шрот похож на соевый (содержание кальция от 0,2%-0,35%), уровень фосфора в подсолнечном шроте более высокий, содержание витамина В в подсолнечном шроте значительно выше чем в соевом. Подсолнечный шрот богат ниацином, рибофлавином, холином, биотином, пантотеновой кислотой и пиридоксином. Хотя на практике наблюдается снижение основной активности этих веществ, исходя из условий хранения и технологии переработки семян подсолнечника.

Преимущественной характеристикой подсолнечного шрота является отсутствие анти-питательных факторов, которые присутствуют в соевом, рапсовом и хлопковом шроте и устанавливают ограничения по их использованию в кормах. Например, в соевом шроте присутствуют: лектины, олигосахариды и эстрогеновые составляющие. В хлопковом шроте – госсипол, глюкосинолиты; в рапсовом шроте - эруковая кислота и глюкозинолаты. И хотя хлорогеновая и квиновая кислоты в количестве 1,56% и 0,48% соответственно в подсолнечном шроте были названы токсичными элементами, их концентрация в шроте не ведет к токсикозу и не замедляет развитие организма. Так обработка шрота при температуре 100-120 °С, уничтожает около 43% хлорогеновой кислоты.

Проблема, связанная с высоким содержанием протеина в подсолнечном шроте в первую очередь связана с высоким уровнем клетчатки, как правило это 11-18%, в сравнении с другими масличными шротами (соевый шрот - 3%). Согласно последним данным определение термина клетчатка претерпел сильные изменения сюда стали включать все некрахмалистые вещества состоящие из полисахаридов, бета-глюканов, ксиланов, арабанов, пектинов, олигосахаридов и связанных субстанций, таких как смолы, которые противостоят пищеварительным ферментам. Как показали исследования, подсолнечный шрот с высоким уровнем клетчатки более 12% может создавать лишний объем корма, ослабление питательных веществ и как результат может привести к тому, что корм будет разбухать и задерживаться в кишечном тракте, что может оказаться проблемой для птицы, поскольку их пищеварительная система имеет ограниченный объем.

Отмечено, что большинство отклонений в качестве подсолнечного шрота наблюдалось из-за избыточной температуры при его обработке.

Следует избегать температуры обработки подсолнечного шрота превышающей 106 °С, так как это приводит к разрушению основной части лизина, метионина, фенилаланина и тирозина – основных лимитирующих аминокислот.

Вдобавок, подсолнечные семена богаты в содержании альфа-токоферола (608 мг/кг) который действует как сильный антиоксидант. Но при этом следует учесть, что альфа-токоферол гораздо более уязвим к высоким температурам и при жестких режимах влаготепловой обработки мезги перед прессованием он переходит в бета- и гамма- токоферолы.

Были проведены лабораторные исследования зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника и продуктах его переработки от его составных частей и качественных показателей, на образцах проб, которые поступили с 8 маслоэкстракционных заводов, расположенных в различных климатических зонах.

Были проанализированы основные качественные характеристики 30 образцов проб семян, ядра, шрота, лузги с учетом их физико-химических и технологических особенностей

Рассматривались:

Ø качество перерабатываемого сырья;

Ø соблюдение технологических режимов работы оборудования в соответствии с действующим регламентом;

Все анализы и расчеты проводились согласно ныне действующим ГОСТам и методикам.

Гарантия стабильного высокого качества пищевых белковых продуктов из масличных семян во многом определяется не только технологическими аспектами производства, но и качеством исходного сырья – семян и шротов.

Было выбрано по два завода в каждом регионе.

Результаты основных показателей качества (при фактической влажности) приведены в табл.1.

Таблица 1

Основных показателей семян, ядра и шрота по регионам Украины
Восточный регион

Наименование показателя	Пересечанский МЭЗ			Приколотнянский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,28	1,33	1,33	3,99	0,82	0,82
Влажность, %	5,34	4,96	8,47	4,17	3,54	10,78
Лузжистость, %	24,50	10,56	10,56	25,44	6,84	6,81
Масличность, %	48,12	52,10	1,40	47,95	56,17	1,54
Протеин, %	15,30	16,87	36,67	15,63	17,10	38,45

Южный регион

Наименование показателя	Одесский МЭЗ			Ильичевский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	2,75	1,56	1,56	3,66	1,42	1,42
Влажность, %	6,07	5,33	7,54	5,00	4,54	7,33
Лузжистость, %	23,47	12,30	12,30	24,06	11,8	11,8
Масличность, %	46,79	53,67	0,63	46,66	53,41	1,26
Протеин, %	16,17	16,94	36,00	16,26	-	35,37

Центральный регион

Наименование показателя	Кировоградский МЭЗ			Днепропетровский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,21	1,24	1,24	2,84	1,60	1,60
Влажность, %	4,27	3,84	9,16	5,03	4,62	7,77
Лузжистость, %	24,87	7,44	7,44	24,36	12,80	12,80

Наименование показателя	Кировоградский МЭЗ			Днепропетровский МЭЗ		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Масличность, %	47,43	56,57	0,98	48,00	52,62	0,84
Протеин, %	15,90	17,53	38,24	15,50	17,71	35,70

Западный регион

Наименование показателя	Винницкий МЭЗ			Черновицкий МЖК		
	семена	ядро	шрот	семена	ядро	шрот
Сорность, %	3,62	0,89	0,89	1,65	1,46	1,46
Влажность, %	6,40	5,32	9,44	5,83	5,27	8,78
Лузжистость, %	25,40	8,96	8,96	24,73	10,32	10,32
Масличность, %	48,20	56,30	1,12	48,33	55,25	1,26
Протеин, %	14,99	17,63	38,10	14,70	16,96	36,82

Кроме того были проверены клетчатка и протеин в ядре в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество по регионам, результаты которых сведены в табл. 2.

Таблица 2

Количество клетчатки и протеина в ядре подсолнечника

Климатическая зона произрастания семян	Клетчатка в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество	Протеин в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество
Восточная	6,3	50,8
	6,8	49,7
Южная	4,2	56,7
	5,4	53,7
Западная	8,4	46,3
	9,6	44,6

Из таблиц видно, что наименьшая масличность семян в южном регионе 46,79% и 46,66% и минимальное содержание клетчатки 4,2% и 5,4% , но при этом самый высокий протеин 16,17% и 16,26%. Это скорее всего обусловлено более жарким и засушливым климатом.

Самая высокая масличность семян 48,2% и 48,33% и максимальное содержание клетчатки 8,4% и 9,6%, и соответственно самый низкий протеин 14,99% и 14,7% в западном регионе. Это из-за того, что в западном регионе более влажный и умеренный климат.

КЧ масла в семенах колебалось в пределах 0,9 мг КОН/г. В южных регионах и до 2,6 мг КОН/г в западных.

В самих семенах количество сырой клетчатки на а.с.в. колебалось в пределах от 12% в южных регионах до 15% в западных.

Общая зольность семян по всем регионам в среднем была в пределах 3 – 4%.

Присутствие повышенного содержания клетчатки в подсолнечном шроте оказывает негативное влияние на содержание протеина. В связи с тем, что основное содержание клетчатки сосредоточено в лузге 34 ÷ 35%, поэтому для снижения ее

содержания в шроте необходимо максимально отделять лузгу на стадиях обрушивания семян подсолнечника и разделения рушанки.

Кроме того, большое влияние на содержание протеина в шроте оказывает влажность, которая образуется во время влаготепловой обработки шрота при тостировании (содержание сырого протеина по ДСТУ 4638:2006 определяется на абсолютно сухое вещество).

Все это можно наблюдать, проанализировав табл. 1.

Как видно из таблицы, например:

Ø на Приколотнянском МЭЗе при лузжистости ядра 6,81% и влажности шрота 10,78%, содержание протеина составило 38,45%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 43,1%;

Ø на Кировоградском МЭЗе при лузжистости ядра 7,44% и влажности шрота 9,16%, содержание протеина составило 38,24%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 42,1%;

Ø на Днепропетровском МЭЗе при лузжистости ядра 12,80% и влажности шрота 7,77%, содержание протеина составило 35,7%, что в пересчете на абсолютно сухое вещество составляет 38,71%;

Средние значения показателей качества обследованных образцов производственного шрота на а.с.в. позволяют характеризовать его как продукт с высоким содержанием белка удовлетворительной биологической ценности (суммарное содержание растворимого белка – 83,6%):

Масличность -	1,4%
Сырой протеин -	40,9%
Клетчатка -	14,2%
Общая зола -	7,1%
Безазотистые экстрактивные вещества (по разности) -	34,1%
Усвояемый лизин (от общего лизина 77%) -	2,3%
Фракционный состав белков по растворимости:	
водорастворимые -	22,2%
солерастворимые -	38,2%
щелочерастворимые -	23,2%
нерастворимый осадок -	16,4%

В целом при переработке семян подсолнечника по схеме форпрессование – экстракция с отгонкой растворителя в тостерах при принятых технологических режимах протекает лишь первая стадия процесса тепловой денатурации, которая характеризуется частичным переходом водо- и солерастворимых белков в щелочерастворимое состояние, а содержание азота в нерастворимом остатке увеличивается незначительно. Можно выделить две основные технологические операции, в процессе которых происходят наибольшие денатурационные изменения белков:

Ø приготовление мятки и мезги (жарение) с последующим форпрессованием;

Ø тостирование (отгонка растворителя из шрота).

Выявление закономерностей изменений растворимости белковых веществ, происходящих под влиянием влаготепловых воздействий, имеет практический интерес, так как позволяет определить условия для получения жмыхов и шротов с нужными кормовыми качествами. Водорастворимая фракция белка подсолнечной мятки с повышением температуры уменьшается, достигая минимума при 120°С в интервале времени 0 - 40мин, затем скорость резко замедляется. Причем для мятки с повышенной влажностью характерно более резкое уменьшение водорастворимой фракции с ростом температуры до 120°С. Содержание солерастворимой фракции белка наиболее быстро уменьшается при нагревании выше 100°С в интервале времени 0 - 60мин., а затем после 130°С с ростом температуры и времени уже почти не изменяется. Содержание щелочерастворимой фракции возрастает с увеличением температуры до 130°С в интервале времени 0 – 80мин. Накопление нерастворимого осадка идет с повышением температуры до 140°С и имеет максимум при 60мин., после чего его содержание уменьшается в связи с начинающимся при этой температуре расщеплением нерастворимых белков и переходом в щелочерастворимое состояние.

Таким образом, для повышения качества шрота необходимо обеспечить оптимальные условия влаготепловой обработки сырья. Нежелательны как недостаточная степень влаготепловой обработки, что характеризуется активностью определенных ферментных систем и присутствием токсических веществ в неизменном виде, так и чрезмерное перегревание, обнаруживаемое по глубине инактивации и деструкции, незаменимых биологически важных аминокислот.

Для выявления зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника были взяты в работу образцы проб семян из Винницкого МЖК (Л=25,4%, С=3,62%, М=48,2%, В=6,4%) данные эксперимента представлены в табл. 3.

Из данных таблицы 3 видно, что на содержание протеина в семенах влияют лузжистость семян (накопление белка изменяется на 3,2%), сорность (протеин изменился на 2,21%), а масличность и влажность семян влияет незначительно (на 1,84% и 0,48% соответственно).

Таблица 3

Анализ зависимости содержания протеина в семенах подсолнечника от сорности, лузжистости, масличности и влажности семян

% сора	Протеин в %	% лузги	Протеин в %	% жира	Протеин в %	% влаги	Протеин в %
1,0	17,20	24,0	15,88	48,20	14,99	5,0	15,29
1,50	16,80	25,0	15,49	48,72	14,64	6,4	14,99
2,0	16,06	25,4	14,99	49,65	13,81	7,4	14,91
3,62	14,99	26,0	12,68	50,25	13,15	8,0	14,81

Для более полного изучения влияния качественных показателей на содержание протеина в семенах были исследованы корзинки (шляпки) с подсолнечником. Известно, что чем ближе к центру корзинки размер семян уменьшается, поэтому были определены качественные показатели в зависимости от фракционного состава семян.

Таблица 4

Изменение качества семян подсолнечника в зависимости от размера семян.

Показатели	Фракция семян с диаметром	
	3 – 5 мм	3 – 5 мм
Кислотное число масла в семенах, мг КОН/г	2,3	1,6
Лузжистость семян, %	26,7	27,0
Масличность ядра, % на а.с.в.	64,1	65,2
Содержание сырого протеина в обезжиренном ядре, % на а.с.в.	49,0	53,7
Содержание сырой клетчатки в обезжиренном ядре, % на а.с.в.	5,1	5,4
Содержание хлорогеновой кислоты в ядре, %	1,5	1,3

Так мелкие семена с диаметром 3-5 мм имеют более низкие показатели (высокое КЧ, пониженное содержание сырого жира, протеина, повышенное содержание хлорогеновой кислоты) по сравнению с крупными и зрелыми семенами диаметром 5-7 мм и более 7мм.

Выводы. Результаты обследования и обработки полученных экспериментальных данных позволили выявить следующие причины пониженного содержания протеина:

1. Определенное влияние может оказывать биохимическая неравноценность перерабатываемых семян, поскольку подсолнечник относится к культурам с большой продолжительностью созревания семян в пределах корзинки.

Содержание протеина зависит от исходного качества семян (технической спелости, послеуборочного дозревания, фракционного состава, КЧ масла семян, исходного содержания растворимых белковых веществ и т.д.).

Можно сделать вывод о том, что калибровать семена лучше на две фракции, наиболее эффективным способом увеличения протеина является использование калибратора до и после обрушивания. Причем разделение семян на крупные и мелкие снижает нагрузку на оборудование. Разделение семян на фракции по размерам перед выделением сорной примеси может обеспечить увеличение съема органического и минерального сора примерно на 10% от общего их содержания в семенах поступающих на очистку. А также фракцию мелких семян лучше хранить и перерабатывать отдельно, так как мелкие незрелые семена больше подвержены окислительным реакциям и поражаемостью микроорганизмами вследствие незавершенного процесса углеводного обмена.

2. Повышенная дефектность подсолнечных семян – результат их самосогревания при высокой влажности и сорности в период хранения.

Свежеубранные семена обладают повышенной средней влажностью (особенно с примесью большого количества сора), а также большой неоднородностью по влажности, что вызывается незавершенностью у них процесса созревания и послеуборочного дозревания. При этом растет КЧ масла семян, происходят разрушительные процессы с потерей растворимых белковых веществ.

Для подсолнечника как представителя растений с углеводным типом обмена характерно во всех явлениях липидно-белкового обмена преобладание процессов превращения, связанных с углеводным циклом (образование, накопление, расщепление), поэтому в качестве основной меры биохимических изменений

происходящих в семенах был использован показатель кислотного числа масла семян. Кислотное число масла в семенах исследованных образцов подсолнечника тем выше, чем суровой климатические условия произрастания культуры, и чем выше йодное число в этих семенах.

Анализ полученных данных позволяет отметить определенные тенденции в изменении указанных переменных, характеризующих белковую часть семени в зависимости от КЧ масла в семенах. Так с увеличением КЧ масла семян постепенно уменьшается количество сырого протеина в шроте (табл.5)

Заметные уменьшения содержания сырого протеина и суммарного содержания растворимого белка наблюдается в семенах, масло семян которых имеет кислотное число выше 3 мг КОН/г.

Таблица 5

Влияние кислотного числа масла в семенах на содержание сырого протеина в шроте (лузжистость ~ 6%, маслячность и сорность до 1%)

Диапазон изменения КЧ масла в семенах, мг КОН/г	Среднее содержание сырого протеина в шроте, % на а.с.в.	Средний фракционный состав белковых веществ к суммарному содержанию азота в % на а.с.в			
		водорастворимые	солерастворимые	щелочерастворимые	нерастворимый остаток
До 1	45,1	25,0	42,1	20,1	12,8
1 – 2	43,3	24,6	37,6	22,6	15,2
2 – 3	40,0	22,2	38,2	23,2	16,4
3 - 4	36,5	20,8	35,8	25,5	17,9

3. Содержание общего протеина в шроте зависит от лузжистости ядра, а содержание растворимых белков зависит от режима влаготепловой обработки материала при получении подсолнечного масла и шрота (сушка, жарение мятки, прессование мезги и тостирование шрота).

Таблица 6

Влияние лузжистости ядра на содержание клетчатки и протеина в шроте

Лузжистость ядра в %	Клетчатка в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество	Протеин в % на абсолютно сухое и обезжиренное вещество
6	11,34	43,09
8	12,37	41,04
10	14,79	39,59
12	16,06	38,09
15	17,55	36,54

Как видно из табл. 6, наибольшее содержание клетчатки и наименьшее количество протеина наблюдается в шроте при лузжистости ядра поступающего на переработку - 15%. Снижение лузжистости до 6% способствовало снижению уровня клетчатки на 6,21% и увеличению количества протеина в шроте на 6,55%.

Подсолнечник содержит большое количество клетчатки, как в лузге, так и в клеточной оболочке самого ядра.

4. К причинам порчи семян на складах относится высокое содержание сорной примеси. Средняя засоренность семян на складах 3%. Примесь большого количества сора (кусков стеблей, корзинок) сильно повышает интенсивность дыхания массы семян, так как интенсивность дыхания сорной примеси около 1000 мг CO₂ на 100г абсолютно сухих семян в сутки (в 6 – 10 раз выше, чем самих семян без сора). Семена, освобожденные от сора и поврежденных семян, дышат в три раза менее интенсивно, чем семена с сором. Поэтому недостаточная очистка семян от сора перед поступлением их на хранение приводит к постепенному снижению количества протеина в шроте.

5. Причиной низкой стойкости семян подсолнечника при хранении является повышенная влажность, а следовательно в них интенсивнее будут протекать биохимические процессы. При длительном хранении семян с влажностью 8 - 9% (в пересчете на гидрофильное вещество эта влажность составляет 15-18%) биохимические процессы в семенах усиливаются, это приводит к снижению товарных качеств семян. При хранении семян в воздухе с относительной влажностью 70% интенсивность дыхания семян обычно не превышает 0,2-0,3 мг CO₂. Хранение семян в воздухе с относительной влажностью 75% вызывает подъем интенсивности дыхания семян до 0,5-0,8 мг CO₂. При хранении семян в воздухе с относительной влажностью 85% интенсивность дыхания семян возрастает до 10 мг CO₂. Возрастание дыхательной активности семян с увеличением их влажности в основном связано с развитием на них микроорганизмов, которые повышают гигроскопичность семян. Критической для семян с масличностью около 50% является влажность порядка 7,5%, так как при ней уже начинается развитие плесеней на семенах (равновесие с воздухом 75% относительной влажности).

К числу неблагоприятных факторов хранения семян относится и повышенная температура семян. Рост КЧ масла семян идет даже в семенах высушенных до влажности 6-7%, но заложенных на хранение с температурой выше 25-30С.

Для избежания порчи семян подсолнечника очистка, сушка и охлаждение семян должны осуществляться перед закладкой на хранение. Лучшим вариантом является, чтобы на хранение помещались семена с засоренностью не выше 1% и влажностью не выше 6-7%.

Список литературы: 1. Грищенко В.Т. Влияние различных способов переработки семян подсолнечника на содержание протеина и клетчатки в жмыхе. – З.: НТ Бюллетень. – 2001. – №6. – С. 195. 2. Красильников В.Н., Кюз Э.П., Стойлова В.А. Некоторые проблемы повышения качества подсолнечного шрота как источника кормового и пищевого белка. – Л.: МЖП. – 1978. – №2. – С. 3. 3. Зайцева Н.И., Коваленко Ю.Т., Тихомирова А.П. Использование шротов масличных культур в кормлении животных. – Л.: Колос. – 1968. 4. Щербаком В.Г., Иваницкий С.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М: Агропромиздат. – 1987. – 255 с.

Поступила в редколлегию 08.01.08.

УДК 519.87: [577.152.3:637.65]

ЧЕРЕВКО О.И., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОЛІЗУ КОЛАГЕНУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ

Проведене математичне моделювання процесу гідролізу колагену кісткової тканини в умовах підвищеного тиску та температури. Запропонована кількісна модель динаміки відносного об'єму відкритих пор від часу при гідротермічній обробці харчової кістки, на основі якої розв'язана задача дифузії білкових речовин в бульйон.

Широкому використанню у технології харчування кістки забійної худоби перешкоджають показники міцності цієї цінної з багатьох точок зору сировини. Традиційно кістка використовується для виробництва желатину, кісткового жиру, отримання бульйону та як технічна сировина.

Використання потенціалу кістки як харчової сировини присвячені роботи таких вчених, як М.І. Беляєв, О.І. Черевко, Г.А. Винокуров, М.Л. Файвішевський, Г.І. Гончаров, Т.Д. Мдинарадзе, М.М. Клименко та інші [1-5]. Слід зазначити, що проблема використання кістки у технологіях харчових виробництв викликала зацікавленість не лише у відчизняних, а і у закордонних вчених.

Міцність кісткової тканини зумовлена білками, переважно сполучнотканинними, які забезпечують поєнання у єдиний матрикс всі складові кістки. Існує гіпотеза, яка в подальшому мала практичне підтвердження, що видалення з кістки білків спричинить втрату її міцності. Існують різні шляхи видалення з кістки білку: кислотний, лужний гідроліз та гідротермічна обробка кістки.

Якщо ставити за мету використання у технології харчування унікального мінерального складу кістки, то у цьому випадку не зовсім доцільно використовувати кислотний гідроліз, оскільки поряд з білком у розчин перейдуть і мінеральні компоненти, і при цьому біоорганічні сполуки мінералів перейдуть у неорганічні сполуки, які не є дефіцитними у раціоні харчування. Лужний гідроліз призведе до омилювання ліпідів харчової кістки, а пориста структура кісткової тканини буде перешкоджати їх видаленню, що призведе до надання продукту негативних органолептичних характеристик.

На наш погляд, найбільш придатним у технології комплексної переробки кістки є гідротермічний гідроліз. Реалізація гідролізу за умов атмосферного тиску та температури не вище 100°C не дозволяє істотно змінити морфологічну структуру кісткової тканини та призводить лише до видалення невеликих кількостей водорозчинного метаболічно активного колагену, що практично не знижує міцність кісткового матриксу. На наш погляд, більш глибокі деструктивні морфологічні перетворення кісткової тканини можуть відбуватися за умов надлишкового тиску та температури понад 100°C.

Динаміка накопичення продуктів гідролізу білка кісткової тканини вивчалася М.І. Беляєвим, О.І. Черевко, Г.М. Постновим [6] та інш. Цей процес авторами проводився за умов атмосферного тиску у відкритих котлах. Параметри накопичення білкових речовин у водному середовищі під час гідролізу колагену кісткової тканини за умов надлишкового тиску та температури у доступній нам літературі не виявлено.

Авторами (М.І. Беляєв, П.Л. Пахомов [7]) була обґрунтована можливість моделювання процесу екстракції сухих речовин, які містяться у кістці, диференціальним рівнянням виду:

$$\frac{dm_c}{dt} = -k P m_c(t),$$

тобто запропоновано вважати, що швидкість зменшення з часом t маси сухих речовин $\frac{dm_c}{dt}$ пропорційна цій масі $m_c(t)$, відносній «відкритій пористості» P (відносному об'єму відкритих пор) та коефіцієнту пропорційності k , який не залежить від часу.

Природно, що в процесі вилучення сухих речовин приймають участь тільки «відкриті» пори. Ця обставина обумовлює тезу, що визначення функції $P(t)$ є ключовою для визначення кількісної динаміки накопичення речовин в бульйоні.

Для обґрунтування параметрів гідротермічної обробки кісткової сировини доцільно поряд з вивченням процесу накопичення білків у водному середовищі нами вивчено динаміку змін мікроархітекtonіки харчової кістки. Для гістологічних досліджень використовували зразки кістки до та після гідротермічного гідролізу, проведеного за умов надлишкового тиску 2×10^5 Па, температури 133°C протягом 1...8 годин (рис. 1...9).

Детальне дослідження біофізичної та фізико-хімічної природи вилучення білкових речовин, а також аналізуючи значний експериментальний матеріал, зокрема гістологічні зрізи (рис. 2 - 9), дало підстави вважати, що відносний об'єм відкритих пор адекватно описується наступною функцією:

$$P(t) = \frac{1}{a + b \cdot e^{-t}}$$

Параметри a та b мають наочний зміст. Так, $a + b$ визначається мінімальним значенням відносного об'єму відкритих пор P_{\min} :

$$a + b \approx \frac{1}{P_{\min}}$$

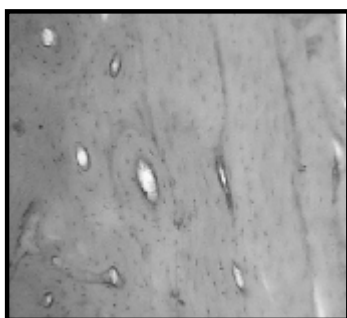


Рис. 1. Мікроструктура харчової кістки до гідротермічної обробки: контроль (збільшення в 480 разів)

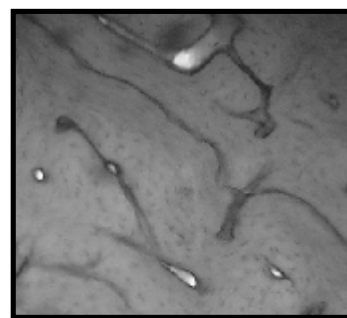


Рис. 2. Мікроструктура харчової кістки після 1 години гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

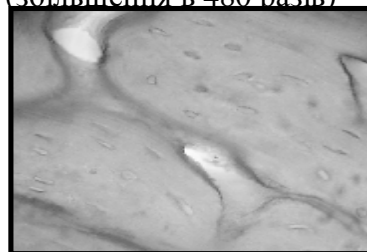


Рис. 3. Мікроструктура харчової кістки після 2 годин гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

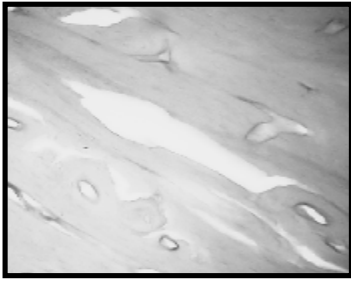


Рис. 4. Мікроструктура харчової кістки після 3 годин гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

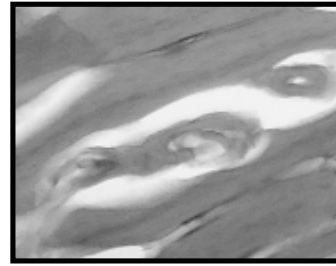


Рис. 5. Мікроструктура харчової кістки після 4 годин гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

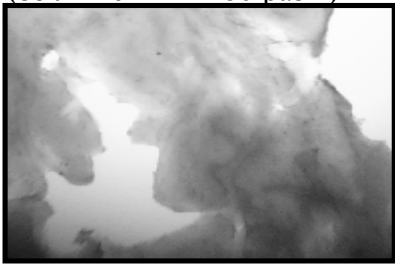


Рис. 6. Мікроструктура харчової кістки після 5 годин гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

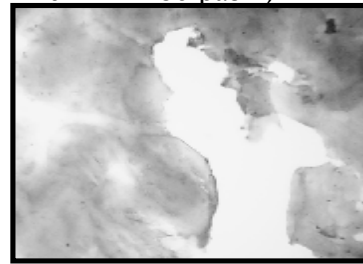


Рис. 7. Мікроструктура харчової кістки після 6 годин гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

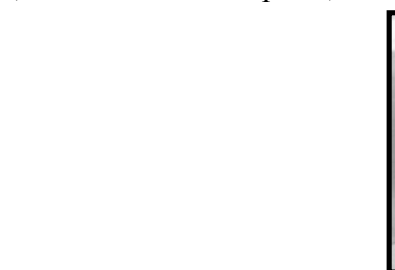


Рис. 8. Мікроструктура харчової кістки після 7 години гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)



Рис. 9. Мікроструктура харчової кістки після 8 години гідротермічної обробки (збільшення в 480 разів)

В процесі вилучення білкових речовин із кістки настає момент, при якому градієнти щільності речовин в бульйоні та в кістці зрівнюються. Процес вилучення стає насиченим. Припустимо, що такий момент характеризується часом $t_{нас}$ ($P = P_{max}$), отримаємо друге співвідношення для визначення параметрів a і b :

$$P_{max} \approx \frac{1}{a + be^{-t_{нас}}}$$

Таким чином для параметрів функції регресії отримаємо ($t_{нас} = 6 \div 8$ годин):

$$a \approx 4,52; \quad b \approx 138,68$$

Отримана функція $P(t)$ описує з надійністю не менш ніж 97% стохастичну динаміку відносного об'єму відкритих пор від часу.

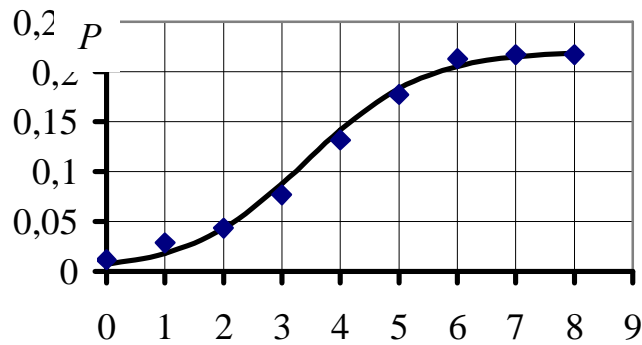


Рис. 10. Залежність відносного об'єму відкритих пор від тривалості гідролізу $t \cdot 60^{-2}, c$

Якщо підставити $P(t)$ в вихідне диференціальне рівняння та проінтегрувати його при початковій умові $m_c(t=0) = m_0$, будемо мати:

$$\ln\left(\frac{m_c}{m_0}\right) = \frac{k}{a} \left[t + \ln \frac{a+be^{-t}}{a+b} \right].$$

Маса білкових речовин, що виділися у бульйон, дорівнює $\Delta m = m_0 - m_c(t)$, або в розгорнутому виді:

$$\Delta m(t) = m_0 \left\{ 1 - e^{-\frac{k}{a} \left[t + \ln \frac{a+be^{-t}}{a+b} \right]} \right\}$$

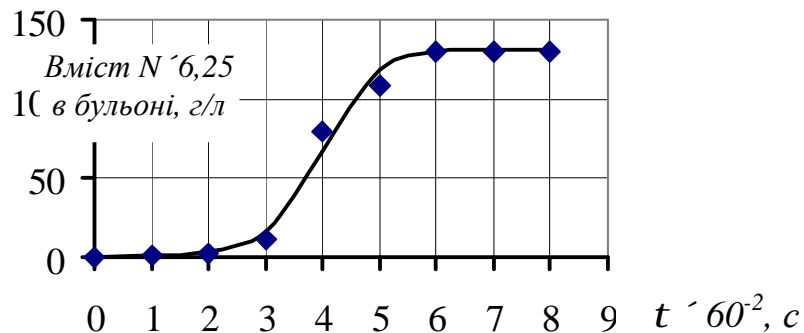


Рис. 11. Залежність накопичення білкових речовин у бульйоні від тривалості гідролізу

Висновок. Вперше побудована кількісна модель динаміки відносного об'єму відкритих пор від часу при гідротермічній обробці харчової кістки, на основі якої розв'язана задача дифузії білкових речовин в бульйон. Отримані теоретичні залежності адекватно узгоджуються з експериментом.

Список літератури. 1. Беляев М.И., Черевко А.И., Винокуров Г.А., Баталов Б.В. Линия и цех по выработке полуфабрикатов из пищевых костей // Общественное питание. – 1980. – №8. – С.48-50. 2. Файвишевский М.Л. Анализ методов комплексной переработки кости на мясоперерабатывающих предприятиях // Хранение и переработка с/х сырья. – 1995. – №5. – С.23-25. 3. Гончаров Г.И. Анализ технологических процессов переработки кости // Мясной бизнес – 2004 – № 8 (26). – С. 20-21. 4. Мдинарадзе Т.Д. Переработка побочного сырья животного происхождения. – М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с. 5. Будник Н.В., Клименко М.М. Вдосконалення технології комбінованих варених ковбас з кістковою пастою //

Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: Матеріали 73-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2007 р. – К.: НУХТ, 2007. – Ч.2. – С. 15. 6. Черевко О.І. Наукові основи та апаратне забезпечення безвідходної переробки кісткової сировини в продукти харчування // Автореф. докт. диск. Одеса – 1997. – 32 с. 7. Беляев М.И., Пахомов П.Л. Теоретические основы комбинированных способов тепловой обработки пищевых продуктов: Монография / Харьковский институт общественного питания. – Харьков, 1991. – 160 с.

Поступила в редколлегию 29.01.08

УДК 637.5

Ю.П. КРИЖОВА, канд. техн. наук, **К.М. ПРОЯВА**

ВИКОРИСТАННЯ МОРСЬКИХ ВОДОРОСТЕЙ У КОТЛЕТАХ НА ОСНОВІ М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ СИРОВИНИ

Обґрунтована необхідність використання в раціоні харчування продуктів, які містять морські водорості цистозіру чорноморську та фукус, для групової та індивідуальної профілактики йододефіциту, розроблені рецептури котлет, визначені мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні показники, в тому числі втрати йоду при термічній обробці (смаженні).

Раціональна організація харчування людини є однією з найважливіших умов, які визначають стан її здоров'я, тривалість життя, працездатність, причому важливу роль відіграє якість харчування. В систему попереджувальних та оздоровчих заходів при захворюваннях людини входить функціональне харчування – дієтичне, лікувально-профілактичне та лікувальне. Продукти функціонального харчування – це ті продукти, які, крім харчової цінності, володіють корисними для здоров'я людини властивостями завдяки введенню додаткових інгредієнтів при створенні рецептури. Це можуть бути білки, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни, тощо.

Радіоактивне забруднення територій, а потім і харчових продуктів, ізотопами йоду, цезію, стронцію, призвело до розвитку і збільшенню хвороб щитовидної залози, серцево-судинної системи, гормональної системи, онкологічних та інших захворювань. Так, хвороби щитовидної залози мають місце в результаті дефіциту йоду.

Йод – незамінний мікроелемент для людини. Він необхідний для синтезу гормонів щитовидної залози, які керують процесами розвитку та функціонування головного мозку та нервової системи, підсилюють метаболічні процеси в організмі, впливають на психічний стан організму, фізичний та психічний його розвиток. Низький рівень цих гормонів може негативно вплинути як на фізичні, так і на інтелектуальні можливості людини. Йод не просто входить до складу гормонів, але складає близько 65% їх будови. Для утворення достатньої кількості гормонів необхідне достатнє надходження йоду в організм. Фізіологічна добова потреба йоду наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізіологічна добова потреба йоду

Групи людей за віковими категоріями	Добова потреба, мкг/добу
Діти до року	50

Діти молодшого віку	90
Діти від 7 до 12 років	120
Молоді люди, від 12 і старші	150
Вагітні та в період грудного годування	200
Люди похилого віку	100

Для профілактики йододефіциту достатньо регулярно приймати в їжу продукти, збагачені йодом.

Проте регулярне приймання мікроелементів не завжди приносить позитивний ефект. Дослідження показали, що одні мікроелементи засвоюються лише при наявності інших. І організм людини може засвоювати макро- та мікроелементи, коли вони надходять в організм збалансованим комплексом, як в натуральних продуктах. Штучно створені сполуки не можуть бути настільки ефективні, як такі, що створила природа. Ще в давнину в Японії використовували морські рослини, зокрема водорості.

Бурі водорості – найбагатше джерело йоду, в них міститься понад 14 вітамінів та декілька десятків необхідних макро- та мікроелементів, котрі містяться у морській воді, у крові та тканинах людини. Причому у водоростях вони знаходяться у найбільш легко засвоюваній формі. Морські водорості – єдине природне джерело йоду та його органічних сполук. Йод у водоростях міститься у вигляді йод органічних речовин, що сприяє більш легкому його засвоєнню порівняно з неорганічним йодом. Серед досліджених водоростей найбільш перспективними та корисними виявилися водорості цистозіра чорноморська та фукус.

Цистозіру називають царицею морської флори. Її хімічний склад ідентичний до складу людської крові. Цистозіра містить такі мінеральні речовини, як кальцій, цинк, залізо, марганець, кобальт, бром, йод, вітаміни – В₁, В₂, В₁₂, РР, С, А, білки, жири, вуглеводи, органічні речовини.

Бурі водорості родини фукус містять 42 макро- та мікроелемента, широкий спектр вітамінів, які знаходяться в легкозасвоюваній формі, в такій кількості та поєднанні, яка не зустрічається в жодній з існуючих рослин на землі.

Харчові властивості водоростей полягають у здатності поглинати воду, давати з водою в'язкі, желеючі розчини, а також у високому хімічному складі: вони мають значно вищий, ніж у наземних рослин, вміст різноманітних макро – і мікроелементів та містять специфічні для морської рослинності колоїдні полімери, маніт.

Продукти з використанням цистозіри та фукуса покращують обмін речовин, нормалізують роботу щитовидної залози, стимулюють кровообіг, зміцнюють стінки кровоносних судин, виводять шлаки, підвищують імунітет, покращують стан шкіри та волосся, благотворно впливають на стан травної системи та зниження нервової збудженості.

На основі вищевикладеного були розроблені січені напівфабрикати, зокрема котлети, які задовольняють потребу людини у засвоюваному йоді. Рецептури розроблених котлет включають фарш рибний, куряче м'ясо, свинину, яловичину в різному співвідношенні, яйця, цибулю, моркву, спеції, в деяких рецептурах соєвий фарш, олію, картоплю, та водорості в кількості 2% на 100% сировини. Кількість водоростей вносились, враховуючи органолептичні показники готового продукту та вміст йоду в ньому.

Розроблені продукти досліджувались за хімічним складом, технологічними та мікробіологічними показниками. Слід відмітити, що вони мало відрізняються від контрольних зразків. Розроблені котлети містять від 10,0 до 12,4% білку, від 6,63 до 11,1% жиру, від 11,0 до 12,8% вуглеводів.

В інституті гігієни та медичної екології ім. Марзеева АМН України були проведені дослідження на вміст йоду в охолоджених та заморожених виробках, а також в сирих та смажених виробках. Дослідження показали, що на вміст йоду заморожування та зберігання практично не впливає, а після смаження в котлеті масою 50г міститься від 185 до 315 мікрограм йоду в залежності від рецептури або від 2,6 до 4,76 мг/ кг продукту (в табл.2,3).

Таблиця 2

Вміст йоду у розроблених напівфабрикатах
Охолоджені вироби

Рецептура	Вміст йоду, мг/кг		Втрати йоду при термічній обробці, %	Вміст йоду в котлеті 50 гр, мг
	Сирі вироби	Смажені вироби		
№1	6,29	4,76	24	0,315
№2	4,31	3,41	21	0,216
№3	3,77	2,38	37	0,189
№4	4,30	3,33	23	0,215
№5	3,52	2,60	26	0,176
№6	3,75	2,98	21	0,188
№7	3,76	3,01	20	0,188
№8	3,71	2,95	20	0,186
Контроль	0,00	0,00	-	0,000

Таблиця 3

Вміст йоду у розроблених напівфабрикатах
Заморожені вироби

Рецептура	Вміст йоду, мг/кг		Втрати йоду при термічній обробці, %	Вміст йоду в котлеті 50 гр, мг
	Сирі вироби	Смажені вироби		
№1	6,25	4,64	26	0,313
№2	4,25	3,30	22	0,213
№3	3,75	2,29	39	0,188
№4	4,23	3,10	27	0,212

№5	3,51	2,47	30	0,176
№6	3,73	2,81	25	0,187
№7	3,74	2,89	23	0,187
№8	3,69	2,78	25	0,185
Контроль	0,00	0,00	-	0,000

Таким чином встановлено, що втрати йоду при термічній обробці – смаженні, становлять від 20 до 39%.

Висновки. В результаті розробки нових рецептур січених напівфабрикатів, зокрема котлет, з використанням морських водоростей цистозіри чорноморської та фукуса, проведення органолептичних, мікробіологічних, фізико-хімічних досліджень та визначення кількості йоду в готових до вживання продуктах встановлено, що вони можуть бути рекомендовані для харчування з метою профілактики йододефіциту в організмі людини.

Список літератури: 1. *Воронова Ю.Г., Подкорытова А.В.* Водоросли, их роль в экономике и жизнеобеспечении людей // Рыбн.хоз-во.– 1993.– № 2.– С.34 – 35. 2. *Камнев А.И.* Структура и функции бурых водорослей. М.: 1989. – 200 с. 3. *Корзун В.Н., Курило Л.В., Степанова Е.И. и др.* Ионизирующая радиация и питание детей. – К.: Чернобыльинформ. – 1997. – 124 с. 4. *Корзун В.Н., Сагало В.И., Паран А.М.* Харчування в умовах широкомасштабної аварії та її наслідків // Укр.мед.часопис.– 2002. – № 11 – С. 99–105. 5. *Москаленко В.Ф.* Фактичний стан харчування населення України та заходи щодо його поліпшення // Журнал АМН України. – 2002. – Т. 8, № 4. –С. 28 – 35. 6. *Нехорошев М.В., Иванов В.Н.* Лечебно–профилактические продукты из черноморских мидий, цистозир. – М.: ВНИРО, 1994. – С. 128 – 130. 7. *Петров Ю.В.* Отдел бурые водоросли // Жизнь растений. – М.: 1977. – Т. 3. – С. 144 – 192. 8. *Подкорытова А.В.* Лечебно–профилактические и биологически активные добавки из бурых водорослей. Рыбн. хоз-во. – 2001. –№ 1. – С. 51 – 52. 9. *Толкунова Н.Н., Бидюк А.Я., Сверчуненко С.Л.* Экстракт фукуса – новое решение проблемы йодной недостаточности. – Пищ. пром. – 2004. – № 2. – С. 74 – 75.

Поступила в редколлегию 29.01.08

УДК 664.871;001.08

І.В. ЧОНІ, канд. техн. наук

ДОСЛІДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ПРИ РОЗРОБЦІ НОВИХ РЕЦЕПТУР СОУСІВ З БОРОШНОМ ЗЛАКОВИХ

В даній статті проведено дослідження кінцевих властивостей емульсій на основі перлового та вівсяного борошна й обґрунтуванні вихідні значення основних інгредієнтів для розробленої технології.

В харчовій промисловості давно використовуються різні методи аналізу, програмування та інше, які в першу чергу побудовані на основі досить простих припущеннях про характер функціональної залежності між параметрами, що досліджують.

Метою наших подальших досліджень було розробити новий науковий підхід, який дозволив отримати емпіричну математичну модель основних властивостей, що дав би можливість планувати параметри кінцевого продукту

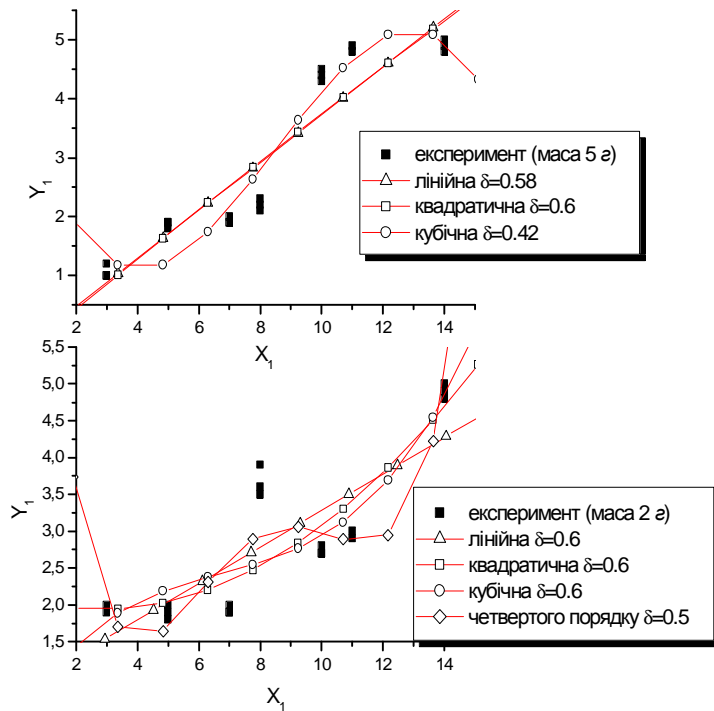


Рис.1. Наближення за різними гіпотезами залежності консистенцією емульсії на основі пшеничного борошна від гідромодулю суміші

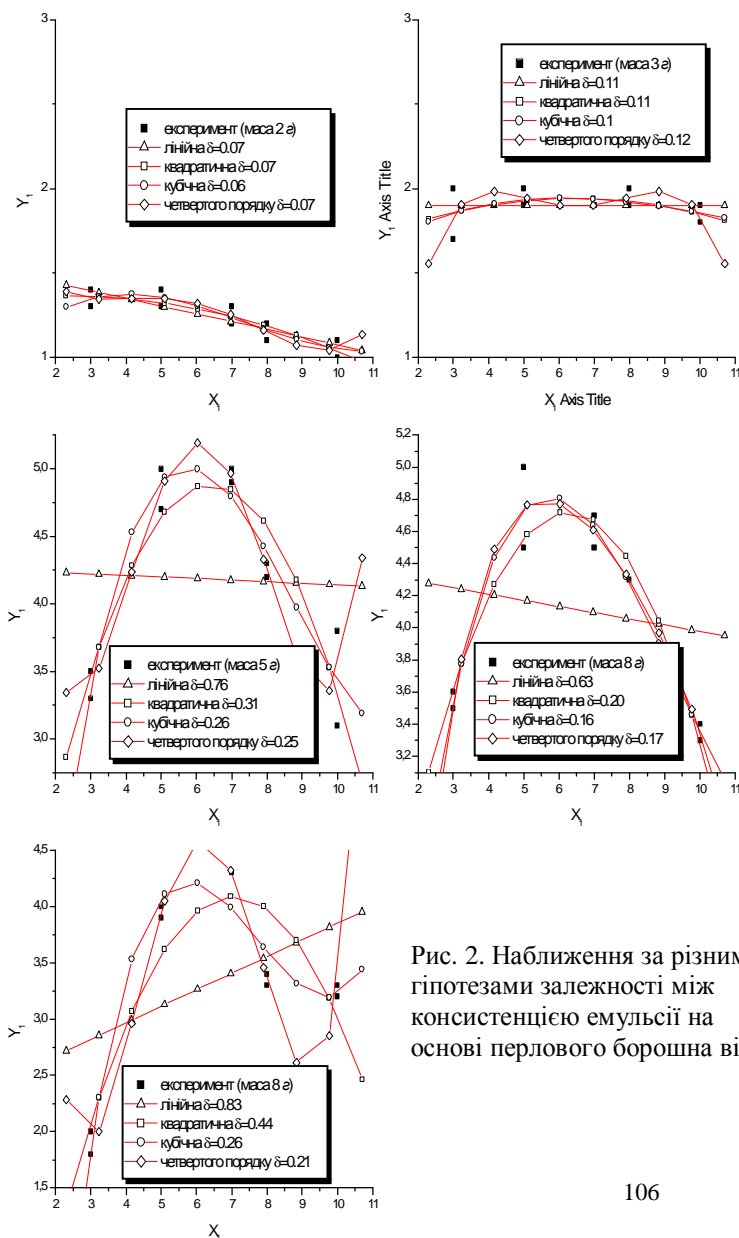


Рис. 2. Наближення за різними гіпотезами залежності між консистенцією емульсії на основі перлового борошна від

і підтвердив доцільність використання борошна вівсяної та перлової круп у складі соусів емульсійного типу, що відповідають встановленим основним вимогам до цих продуктів, та рекомендацій щодо їх використання у складі кулінарної продукції.

На сьогодні немає таких феноменологічних моделей подібних процесів які б дали змогу теоретично розрахувати значення основних параметрів кінцевого продукту.

На наш погляд цей метод повинен бути класичним та відносно простим у використанні, а також автоматизуватись за допомогою математичних параметрів.

Розроблена нами методика ґрунтується на методі найменших квадратів [3] результати якої мають

компактну, наочну і зручну для подальшого використання форму алгебраїчних багаточленів як правило невисокого ступеня.

Емпіричні формули підбирались цим же методом, а залежності, що знаходились апроксимувались алгебраїчними багаточленами (Опубліковані у попередньому номері).

Емпіричні формули (1) для часних залежностей кінцевих параметрів від вхідних підбиралися шляхом чисельних експериментів при різноманітних гіпотезах про характер цих залежностей.

На підставі узагальнення експериментальних даних моделювання систем емульсійного типу визначено раціональний вміст основних інгредієнтів у складі соусів, що забезпечує формування органолептичних та інших показників заданого рівня поживної цінності.

Результати підбору найбільш придатних гіпотез, що відповідають часним залежностям ілюструються графіками (Рис. 1–5) типовим для всіх значень параметрів.

Експерименти проводилися при зміні значень параметрів:

$$\text{гідромодуля } 1: x_1, \text{ де } x_1 \in [3,10], \tag{1}$$

маса $x_3 \in [2,8]$.

Такий вибір визначений тим, що процес виготовлення соусів з використанням пшеничного борошна досить добре досліджений, два інші випадки відповідають соусам, що тільки розробляються.

Оброблення експериментальних даних за наведеною методикою привело до таких результатів, що ілюструються графіками, типовими для всіх значень параметрів.

Для емульсії з використанням

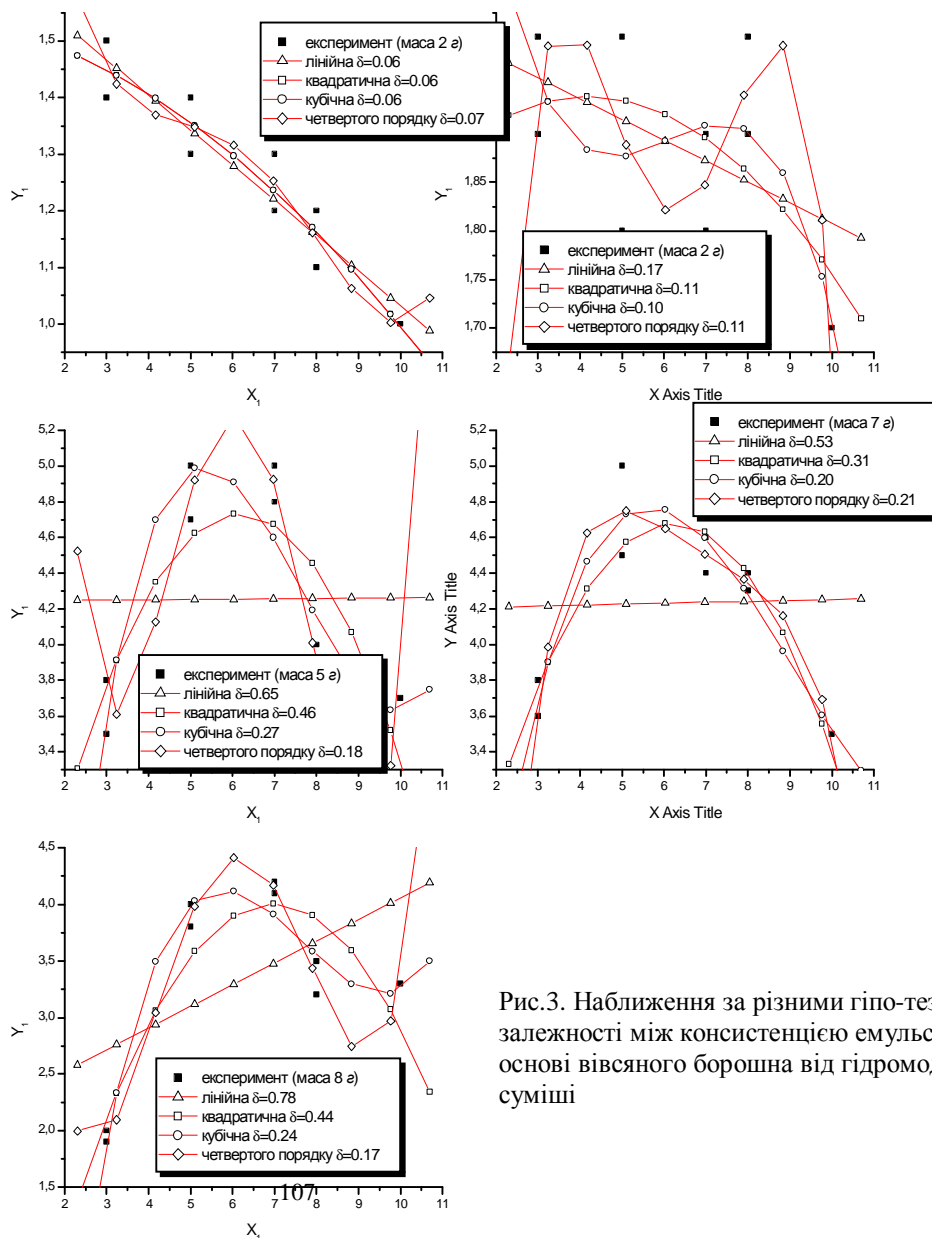


Рис.3. Наближення за різними гіпотезами залежності між консистенцією емульсії на основі вівсяного борошна від гідромодуля суміші

пшеничного борошна найбільш придатною є лінійна залежність для всіх частинних залежностей, що показано на рис. 1. Для емульсій з використанням перлового та вівсяного борошна мають місце більш складні залежності. Для зображення залежності консистенції емульсії від гідромодуля й маси борошна найбільш придатними є багаточлени третього ступеню (рис.2 – 5).

Отже, властивості емульсії на основі перлового та вівсяного борошна загалом нелінійні, чим якісно відрізняються від властивостей емульсій на основі пшеничного борошна [1].

Коефіцієнти при однакових ступенях багаточленів, що апроксимують залежності консистенції на основі перлового та вівсяного борошна від гідромодуля та маси вихідних продуктів мало відрізняються і ця різниця знаходиться у межах похибки обчислень. Тому, цілком припустимо будувати однакові аналітичні моделі цих властивостей емульсій, розглядаючи їх експериментальні дані як єдину сукупність.

Числові експерименти проведені у середовищі математичного пакету Microcal™ Origin® Working Model V 6.0 (Microcal Software, Inc., USA) [2,4,5].

Отже, нами встановлено, неврахування нелінійного характеру залежності властивостей емульсій, що виготовлені з застосуванням борошна злакових, які містять природні речовини комплексної дії, приводить до суттєвих помилок при плануванні властивостей таких соусів [3].

Залежність між консистенцією емульсії та гідромодулем

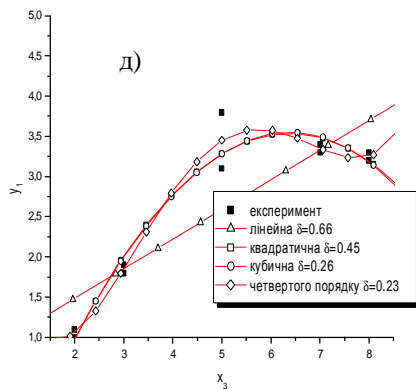
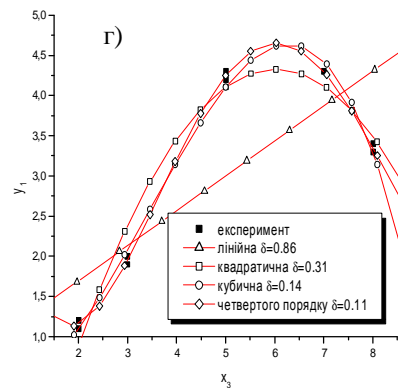
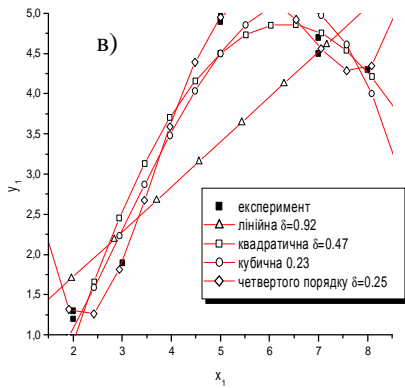
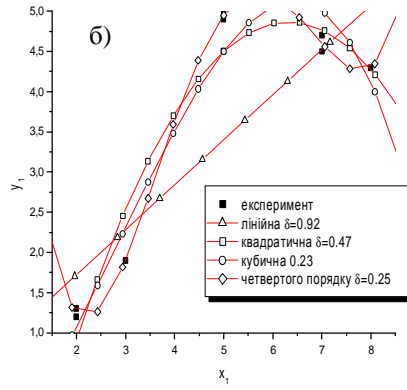
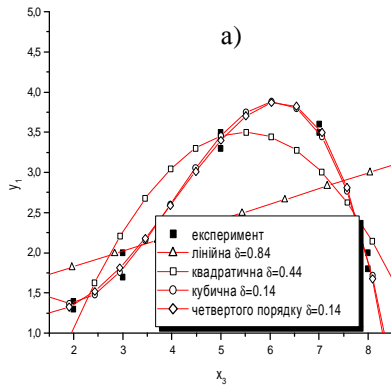


Рис.4. Наближення за різними гіпотезами залежності між консистенцією емульсії на основі перлового борошна від маси борошна: а) гідромодуль 1:3; б) гідромодуль 1:5 в) гідромодуль 1:7 г) гідромодуль 1:8 д) гідромодуль 1:10.

Залежність між консистенцією емульсії та масою борошна

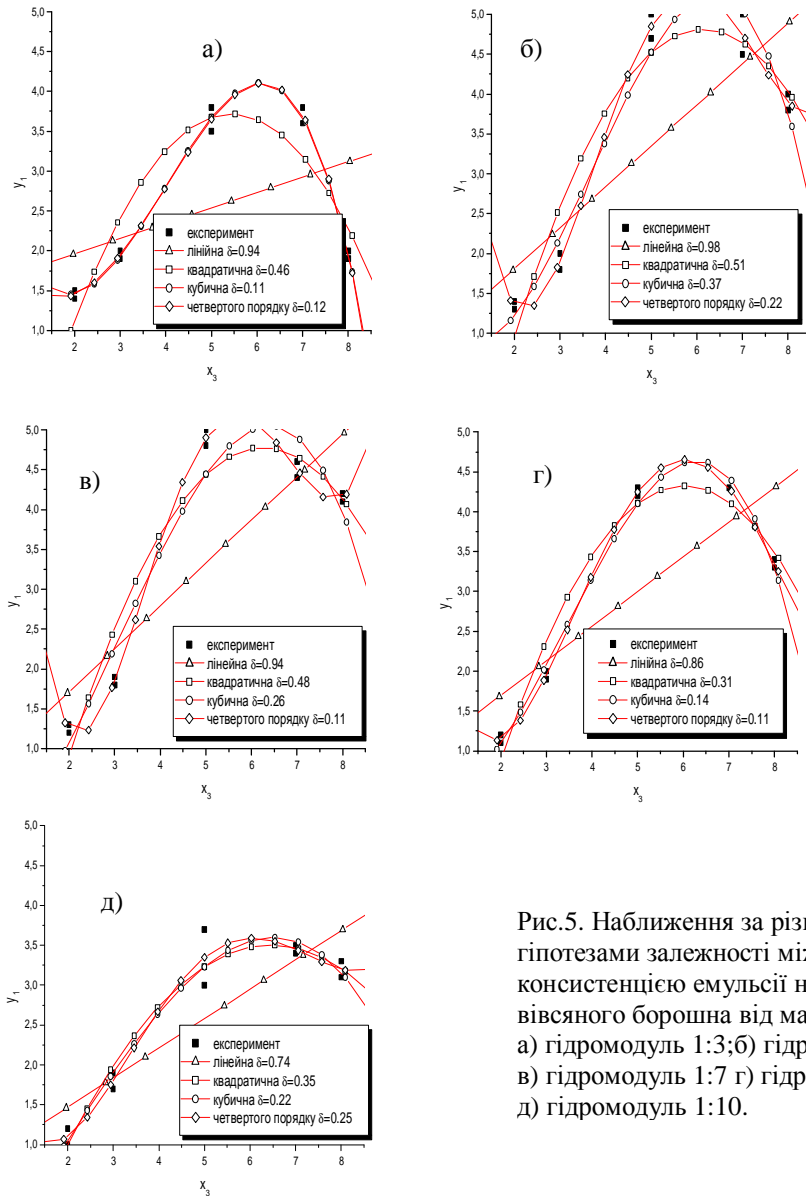


Рис.5. Наближення за різними гіпотезами залежності між консистенцією емульсії на основі вівсяного борошна від маси борошна: а) гідромодуль 1:3; б) гідромодуль 1:5 в) гідромодуль 1:7 г) гідромодуль 1:8 д) гідромодуль 1:10.

Висновок: вперше розроблена нами методика дала змогу розробити ефективні технології виготовлення нових сортів соусів майонезів з використанням борошна злакових культур, а також відповідне програмне забезпечення.

Список літератури: 1. *Останчук Н.В.* Основы математического моделирования процессов пищевых производств. – К.: Вища школа, 1991. – 367 с. 2. *Иванов В.В.* Методы вычислений на ЭВМ. – К.: Наукова думка, 1986. – 584 с. 3. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с. 4. [http:// www.microcal.com](http://www.microcal.com) 5. [http:// www.marlesoft.com](http://www.marlesoft.com)

Поступила в редколлегию 29.01.08

УДК 622.276.05

П.М. АНДРЕНКО, І.І. БЛОКІНЬ, О.В. ДМИТРІЄНКО, Ю.М. СТЕЦЕНКО

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЖОРСТКОСТІ ДІАФРАГМИ
ГІДРАВЛІЧНОГО ЗАХИСТУ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА
ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО РОБОТИ**

Розроблено математичну модель гідравлічного захисту заглибного електродвигуна. Проведено аналітичні дослідження впливу жорсткості діафрагми гідрозахисту на ефективність його роботи. Дано рекомендації щодо її вибору.

У заглибному агрегаті для запобігання проникнення пластової рідини у внутрішню порожнину електродвигуна, компенсації змінення об'єму масла у внутрішній порожнині від температури електродвигуна та передачі крутного моменту від вала електродвигуна до вала насоса використовується гідрозахист [1]. Ефективність його роботи значною мірою залежить від конструктивних параметрів проточної частини, налаштуванні пружин клапанів, жорсткості діафрагми, на які накладаються жорсткі вимоги, щодо малогабаритних показників. В літературних джерелах наведені дані щодо схемної реалізації гідрозахисту та опусу його роботи, наприклад в [1]. Проведений нами аналіз доступних літературних джерел не виявив робіт, в яких аналізується вплив конструктивних параметрів гідрозахисту на ефективність його роботи. Отже, проведення таких досліджень є актуальною науково-практичною задачею.

Для вирішення поставленої задачі, підвищення ефективності роботи гідравлічного захисту заглибного електродвигуна (ЗЕД) були проведені аналітичні дослідження впливу конструктивних параметрів гідрозахисту на його вихідні параметри. Для цього було розроблено математичну модель гідравлічного захисту ЗЕДа, яку одержали шляхом його декомпозиції на окремі структурні елементи: трубки, капіляри, кільцеві щілини, дросельні шайби, клапани, діафрагми. При математичному описі гідродинамічних процесів у гідравлічному захисті ЗЕДа вважали, що потік вісьосиметричний з досить малими змінами температури та тиску по довжині окремих структурних елементів. Це дозволило в розрахунках прийняти в'язкість масла, яке знаходиться в порожнинах ЗЕДа, постійною, рівною її середньому значенню за час роботи. Використовуючи теорію графів, склали діаграму проходження сигналів (рис. 1), у якій кожний структурний елемент гідравлічного захисту ЗЕДа представлений відповідним коефіцієнтом передачі (КП). На підставі отриманих КП одержали математичну модель гідравлічного захисту ЗЕДа. Зауважимо, що точність отриманої математичної моделі ЗЕДа значною мірою залежить від докладного визначення окремих її складових.

Математичні моделі окремих структурних елементів гідравлічного захисту ЗЕДа отримали, розглядаючи течію масла в його порожнинах в припущенні, що виконується рівняння нерозривності течії. Відмітимо, що дане припущення не цілком відповідає дійсності, так як при роботі ЗЕДа в порожнинах його

гідравлічного захисту знаходиться масло-газова суміш, яка утворюється під дією температури, що надходить до масла від пластової рідини ЗЕДа.

Математичні моделі структурних елементів гідравлічного захисту ЗЕДа:

Клапани. Перепад тиску на клапані визначається наступним виразом [3]

$$p_1(t) - p_2(t) = \frac{Q(t)^2 \cdot r}{2 \cdot m^2 \cdot p^2 \cdot d_k^2 \cdot x_k^2},$$

де $Q(t)$ - витрата крізь клапан; r - щільність масла; $m=0,7$ - коефіцієнт витрати клапана [4]; d_k - діаметр клапана; x_k - хід клапана.

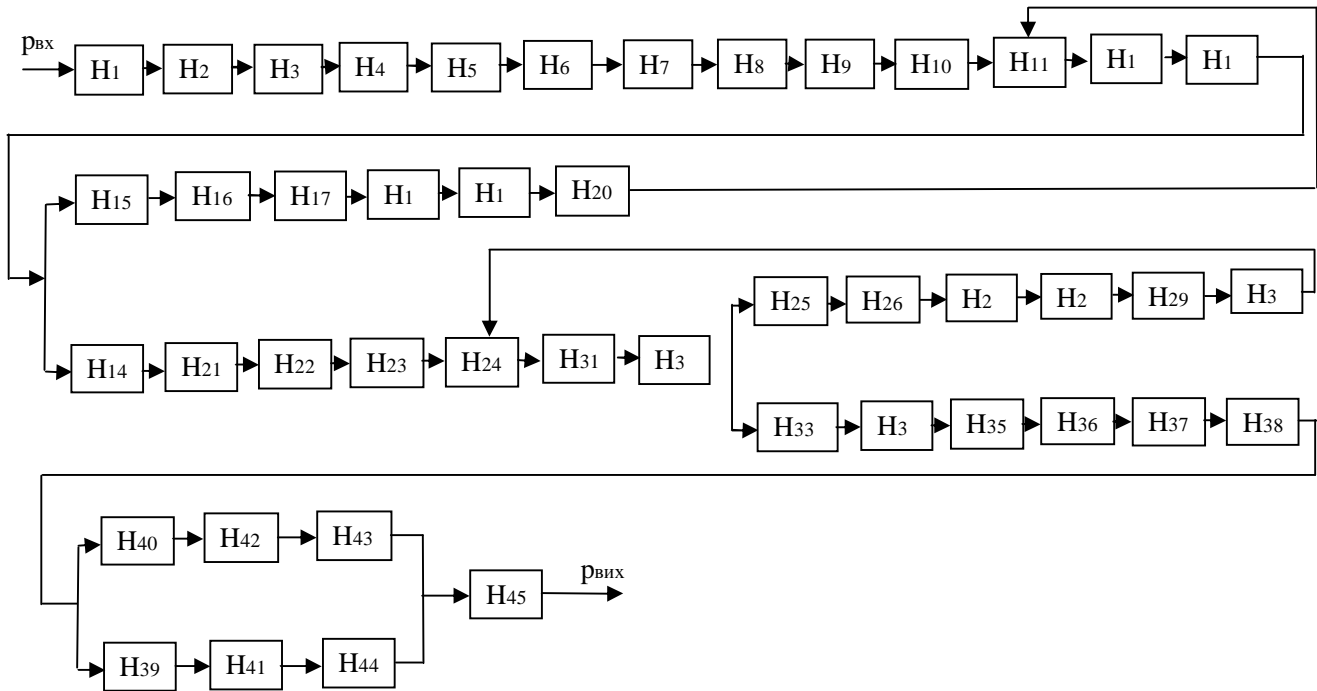


Рис.1. Діаграма проходження сигналів гідравлічного захисту ЗЕДа, де 1-45 - структурні елементи:

1-5,7,9-11,13,16,18,22-24,26,28,32,35-39,42-45 - КП труби; 6,17,27,44 - КП капілярної щілини;
8,14,15,21,25,33,34,41,43 - КП кільцевої щілини; 19,20,29,30 – КП клапана; 12,31 – КП діафрагми

$$\text{КП клапана } H_{kl} = 1 - \frac{k}{p_1}, \text{ де } k = \frac{Q(t)^2 \cdot r}{2 \cdot m^2 \cdot p^2 \cdot d_k^2 \cdot x_k^2}.$$

Дросельна шайба. КП дросельної шайби $H_d = 1 - \frac{k}{p_1}$, де $k = \frac{Q(t)^2 \cdot r}{2 \cdot m^2 \cdot f^2}$; r - щільність масла; $m=0,67$ - коефіцієнт витрати дросельної шайби [4]; $f = p \cdot d \cdot s_2$ - площа поперечного перетину шайби; d і s_2 - відповідно діаметр і ширина шайби.

Кільцеві щілини. Перепад тиску на щіліні визначається наступним виразом [3]

$$p_1(t) - p_2(t) = \frac{12 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{p \cdot d_{cp} \cdot s_1} \cdot Q(t),$$

де r - щільність масла; n_t - кінематичний коефіцієнт в'язкості масла; L - довжина щілини; $Q(t)$ - витрата в щіліні; d_{cp} і s_1 - відповідно середній діаметр і ширина щілини.

КП кільцевої щілини $H_{kol} = 1 - \frac{k}{p_1}$, де $k = \frac{12 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{p \cdot d_{cp} \cdot s_1} \cdot Q(t)$.

[3] *Капілярні щілини.* Перепад тиску на щілині визначається наступним виразом

$$p_1(t) - p_2(t) = \frac{12 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{w \cdot s^2} \cdot Q(t),$$

де r - щільність масла; n_t - кінематичний коефіцієнт в'язкості масла; L - довжина щілини; $Q(t)$ - витрата в щілині; w і s - відповідно ширина та товщина струмини.

КП капілярної щілини $H_{kap} = 1 - \frac{k}{p_1}$, де $k = \frac{12 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{w \cdot s^2} \cdot Q(t)$.

[3] *Трубопроводи.* Перепад тиску в трубопроводі визначається наступним виразом

$$p_1(t) - p_2(t) = \frac{128 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{p \cdot d_{mp}^4} \cdot Q(t),$$

де r - щільність масла; n_t - кінематичний коефіцієнт в'язкості масла; L - довжина труби; $Q(t)$ - витрата в трубі; d_{mp} - діаметр труби.

Відповідно, КП труби $H_{mp} = 1 - \frac{k}{p_1}$, де $k = \frac{128 \cdot r \cdot n_t \cdot L}{p \cdot d_{mp}^4} \cdot Q(t)$.

Діафрагма. Виходячи з фізики процесів, КП діафрагми є її жорсткість, тоді $H_\partial = k$, де $k = 1, \dots, 4$.

Так як в прямому ланцюзі графа передачі сигналів коефіцієнти передач окремих структурних елементів перемножуються [5], одержали:

$$HH_1 = H_1 \cdot H_2 \cdot H_3 \cdot H_4 \cdot H_5 \cdot H_6 \cdot H_7 \cdot H_8 \cdot H_9 \cdot H_{10}, \quad (1)$$

$$HH_2 = H_{11} \cdot H_{12} \cdot H_{13}, \quad (2)$$

$$HH_3 = H_{15} \cdot H_{16} \cdot H_{17} \cdot H_{18} \cdot H_{19} \cdot H_{20}, \quad (3)$$

$$HH_5 = H_{14} \cdot H_{21} \cdot H_{22} \cdot H_{23}, \quad (4)$$

$$HH_6 = H_{24} \cdot H_{31} \cdot H_{32}, \quad (5)$$

$$HH_7 = H_{25} \cdot H_{26} \cdot H_{27} \cdot H_{28} \cdot H_{29} \cdot H_{30}, \quad (6)$$

$$HH_9 = H_{33} \cdot H_{34} \cdot H_{35} \cdot H_{36} \cdot H_{37} \cdot H_{38}, \quad (7)$$

$$HH_{10} = H_{40} \cdot H_{42} \cdot H_{43}, \quad (8)$$

$$HH_{11} = H_{39} \cdot H_{41} \cdot H_{44}. \quad (9)$$

Таким чином, діаграму проходження сигналів, наведену на рис. 1, можна представити у вигляді

Діаграма проходження сигналів (див. рис. 2) простіше та дозволяє більш наочно представити місцеві зворотні зв'язки, проаналізувати процеси, які відбуваються в ЗЕДі.

Для спрощення діаграми проходження сигналів, наведеної на рис. 2, були введені наступні позначення КП з'єднань окремих елементів ЗЕДа:

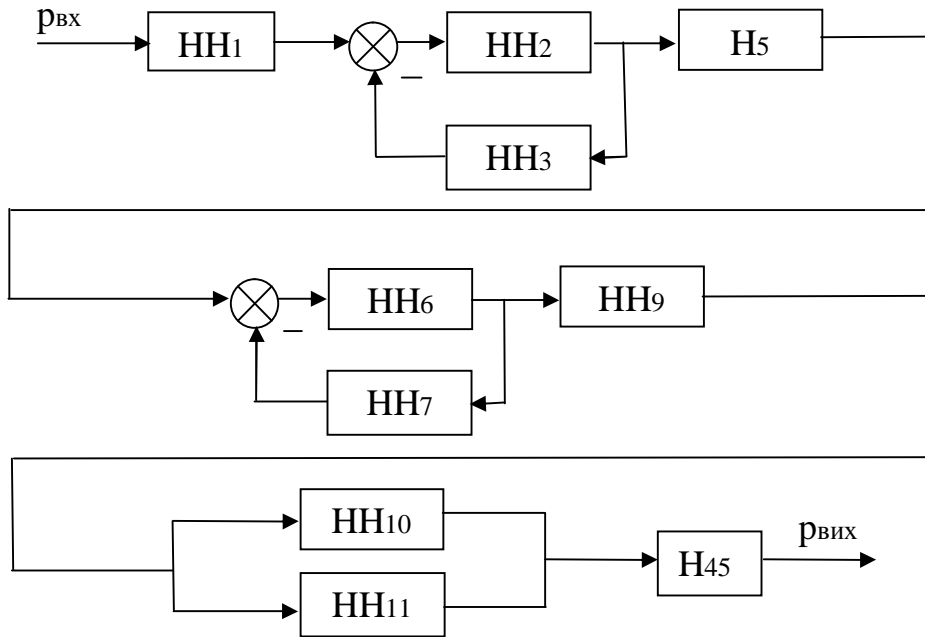


Рис. 2. Перетворена діаграма проходження сигналів гідравлічного захисту ЗЕДа

$$HH_4 = \frac{HH_2}{1 + HH_2 \cdot HH_3}, \quad (10)$$

$$HH_8 = \frac{HH_6}{1 + HH_6 \cdot HH_7}, \quad (11)$$

$$HH_{12} = HH_{10} + HH_{11}. \quad (12)$$

З урахуванням уведених позначень діаграму проходження сигналів гідравлічного захисту ЗЕДа остаточно представляли такою, як показано на рис. 3. Згорнута діаграма проходження сигналів гідравлічного захисту ЗЕДа (див. рис. 3) і рівняння (1-12) становлять математичну модель гідрозахисту ЗЕДа.

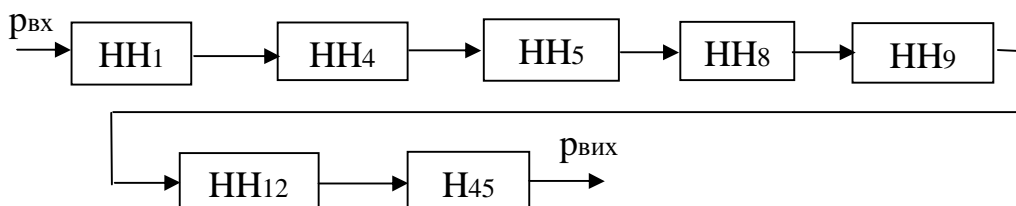


Рис. 3. Згорнута діаграма проходження сигналів гідравлічного захисту ЗЕДа

За допомогою розробленої математичної моделі гідравлічного захисту ЗЕДа були проведені аналітичні дослідження впливу жорсткості діафрагми на ефективність його роботи. Так як характер зміни тиску на вході в гідравлічний захист ЗЕДів апіорі невідомий, при моделюванні процесів, що відбуваються в ньому, приймалось, що течія рідини у його порожнинах і каналах є усталеною. Таке припущення дещо знижує точність розрахунків, однак дозволяє використовувати отримані результати, як результати першого наближення. За результатами досліджень було виявлено, що найбільший вплив на вихідні параметри гідрозахисту ЗЕДа має КП діафрагми (табл.).

Таблиця – Залежність вихідних параметрів гідрозахисту ЗЕДа від КП діафрагми при тиску на вході $p_1 = 20,0$ МПа

КП діафрагми H_δ	Швидкодія, хв.	Перепад тиску між входом і виходом $Dp = p_1 - p_2$, МПа
2,43	1,74	0,015
2,38	1,74	0,228
2,48	1,74	0,253
2,5	1,74	0,346
2,51	1,74	0,392
2,34	1,74	0,426
2,52	1,74	0,439
1,98	1,74	2,396
3,51	1,74	4,155
1,39	1,74	6,513
1,16	1,74	8,50
1,01	1,74	9,933

Як видно з табл., швидкодія (тривалість проходження сигналу від входу до виходу) гідрозахисту ЗЕДа залишається величиною постійної, незалежно від КП діафрагми, а перепад тиску між входом і виходом Δp змінюється в широкому діапазоні значень (0,015...9,933) МПа. Для ефективної роботи гідрозахисту ЗЕДа необхідно, щоб $\Delta p \leq 0,4$ МПа, тому найбільш придатним є КП діафрагми який змінюється в межах 2,38 - 2,5.

Висновки. Шляхом декомпозиції гідравлічного захисту ЗЕДа на окремі структурні елементи: трубки, капіляри, кільцеві щілини, дросельні шайби, клапани, діафрагми розроблено його математичну модель. Використавши діаграму проходження сигналів і КП, отримали його лінійну математичну модель. За допомогою лінійної математичної моделі проведені аналітичні дослідження впливу жорсткості діафрагми на ефективність роботи гідрозахисту ЗЕДа. У результаті досліджень встановлено, що для ефективної роботи гідрозахисту ЗЕДа КП діафрагми повинен становити 2,38 - 2,5, а його вплив на швидкодію відсутній.

Список літератури: 1. Нефтепромысловое оборудование: Справочник /Под ред. Е.И. Бухаленко.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Недра, 1990. 2. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем. – М.: Машиностроение, 1987. - 464 с. 3. Башта Т.М. Гидравлические приводы летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1967. – 495 с. 4. Данилов Ю.А., Кирилловский Ю.Л., Колпаков Ю.Г. Аппаратура объемных гидроприводов: Рабочие процессы и характеристики. – М.: Машиностроение, 1990. – 272 с. 5.Траксел Джон Синтез систем автоматического регулирования: Пер. с англ. – М.: МАШГИЗ, 1959. – 614 с.: ил., табл.

УДК 622.24.05-519

І. З. ЛЮТАК, канд. техн. наук, А. А. МАНДРА, канд. техн. наук

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАГАСАННЯ ХВИЛЬ ЛЕМБА В ІЗОТРОПНОМУ ПРУЖНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Рассмотрены методы определения величины затухания ультразвуковых колебаний волн Лэмба в упругих средах. Представлены результаты в виде графиков для двух нулевых мод – симметрической и антисимметрической от пройденного расстояния.

Неруйнівний контроль є важливою ланкою розвитку машинобудівної, транспортної та інших галузей народного господарства. Переважна більшість контролю об'єктів здійснюється акустичними методами. Тому важливим є отримання якнайповнішої інформації про параметри поширення акустичних хвиль, зокрема хвиль Лемба, що набули інтенсивного розвитку на даний час. Важливість використання хвиль Лемба полягає у їх властивості поширюватись на значно більші відстані у пружному середовищі ніж об'ємні хвилі. Ця властивість дозволяє ефективно застосовувати такі хвилі у протяжних металевих конструкціях.

Існуючі методи обчислення рівня загасання амплітуди хвиль Лемба базуються на наперед заданих пружних константах матеріалу, зокрема модулях пружності першого та другого порядку. Така залежність рівня загасання амплітуди від величин пружних констант є важливим фізичним явищем, яке можна використовувати для характеристики та градації досліджуваного матеріалу. Так дослідження загасання амплітуди хвилі за параметрами луно-сигналів представлено в праці [1]. Науковці досліджували параметри матеріалу на певній частотній смузі. Результатами роботи є порівняння загасання амплітуди луно-сигналу для сталі із різними фазами. Недоліками дослідження є неможливість застосування результатів для оцінки матеріалу металевих конструкцій, що експлуатуються. Дослідження загасання ультразвукових хвиль в протяжних металевих конструкціях, що експлуатуються представлено в [2]. В роботі досліджувались інкотелеві трубопроводи, що експлуатуються при високих температурах. Результатом дослідження є залежності зміни пластичності та пружності матеріалу від часу експлуатації та різних температур. Недоліком роботи є її вузька спрямованість на дослідження інкотелевого матеріалу при високих температурах. Результати дослідження складно застосувати для металевих конструкцій, що експлуатуються при нормальних температурах навколишнього середовища.

Метод визначення параметрів металу за величиною загасання поверхневих хвиль представлено в [3]. В роботі запропоновано збуджувати поверхневі хвилі механічним методом. Параметри матеріалу вважаються функцією величини дисперсії цих хвиль, яка визначалася спектральним методом. Результати досліджень були використані для аналізу металу бетонних конструкцій злітних смуг аеропортів. Продовженням цього дослідження є праця [4]. В праці вказано на значний вплив на параметри поверхневих хвиль арматури бетонних конструкцій, що не дозволяє з достатньою точністю визначати характеристики та градації досліджуваного матеріалу і як результат – на неповність методу акустичного неруйнівного контролю. Другим недоліком методу є недостатність теоретичних та практичних результатів для його застосування при неруйнівному контролі виключно металевих конструкцій.

Аналізуючи вищесказане, приходимо до висновку про недостатність інформативність теоретичних моделей опису загасання амплітуди поширення ультразвукових коливань та про необхідність експериментального дослідження величини загасання амплітуди хвиль Лемба в пружному середовищі. Задачею даної роботи є розроблення способу визначення параметрів загасання хвиль Лемба в ізотропному пружному середовищі для забезпечення подальшої можливості дослідження характеристики та градації матеріалу об'єкту контролю.

В загальному, загасання амплітуди залежить від двох основних факторів:

- величини шляху та геометричних параметрів середовища поширення, розсіювання хвильової енергії на границях розділу середовищ;
- адсорбування та розсіювання коливної енергії матеріалом середовища поширення хвилі.

Загасання амплітуди внаслідок взаємодії із границями розділу середовищ хвиль Лемба є складовою теорії їх генерування. Із збільшенням густини граничних шарів до середовища

поширення хвиль Лемба, інтенсивність виходу хвильової енергії в ці шари збільшується. Математичний опис умов взаємодії хвиль Лемба із іншими середовищами можна визначити аналогічно [5].

До інформативних параметрів середовища поширення хвиль Лемба відносять розмір амплітуди генерування коливань, геометричні розміри середовища, довжину хвилі, наявність/відсутність поверхонь відбиття [8]. Геометричні параметри середовища не впливають на втрати коливної енергії, а тільки на її просторовий перерозподіл. Фізичне пояснення цього явища полягає в тому, що незважаючи на постійну величину коливної енергії у фронті хвилі, геометричні розміри фронту збільшуються із поширенням хвилі. В результаті перерозподілу коливної енергії по більшій площі відповідно зменшується амплітуда коливань в окремо взятій точці. Величину коливної енергії $E_{xв}$ можна визначити так [7]:

$$E_{xв} = u^2 \cdot w^2 \cdot r = P / (r \cdot c^2), \quad (1)$$

де u – коливання елементарного об'єму пружного середовища, w - кутова частота, r - густина, P – тиск хвилі, c – швидкість поширення хвилі.

Для аналізу другого чинника впливу на загасання амплітуди хвиль Лемба – адсорбування та розсіювання хвильової енергії матеріалом середовища приймемо, що граничними його шарами з двох сторін є повітря. У випадку повітря як граничного шару, коливальна енергія хвиль Лемба, що поширюються в сталі, практично повністю буде утримуватись пружним середовищем. Тому на загасання амплітуди цих хвиль вносиме вплив матеріал пружного середовища – сталь. Хвилі Лемба поширюються в сталевій пластині товщиною h , довжина та ширина пластини є достатньо великими і не впливають на параметри їх поширення.

Розсіювання хвильової енергії та механізм її адсорбування матеріалом пружного середовища це процес, що задіює нерівномірності на мікро та макро рівнях на поверхнях розділу середовищ, враховує нерівномірності матеріалу, мікрочлени тощо, рис. 1 [6]. В цьому випадку зменшення величини коливної енергії відбувається через дисперсію хвильового фронту, що розширюється із поступовим поширенням хвилі. Нерівномірності та мікрочлени вносять помітний вплив тільки при спів розмірному їх геометричному розмірі із довжиною хвилі, при менших розмірах хвилі огинають нерівномірності без перерозподілу коливної енергії. Величина загасання амплітуди прямо пропорційна геометричному розміру неоднорідності в кубі, і починає вносити вплив при 1/10 довжини хвилі. Як результат наявності неоднорідностей, утворюється значна кількість відбиттів, що утворюють псевдо хвилю. Така псевдо хвиля створює завади несучій хвилі і може повністю її поглинути при наявності відповідної кількості неоднорідностей. Особливо значна вираженість завад спостерігається у анізотропних матеріалах.

Загасання амплітуди визначається у децибелах [7]:

$$A_n = a \cdot l \cdot f, \quad (2)$$

де a - коефіцієнт загасання, l - довжина шляху поширення хвилі, f - частота.

Для ідеалізованих пружних середовищ можна вважати, що коефіцієнт загасання ультразвукової хвилі певної частоти є константою.

Оскільки загасання амплітуди залежить від адсорбування та розсіювання коливної енергії, то коефіцієнт загасання можна розкласти на два доданки: a_A – загасання від адсорбування та a_P – загасання від розсіювання:

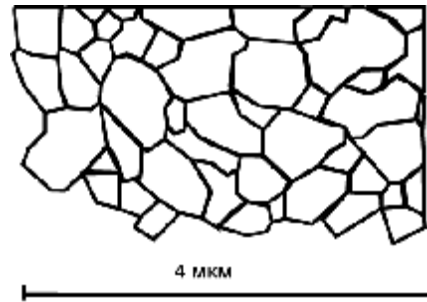
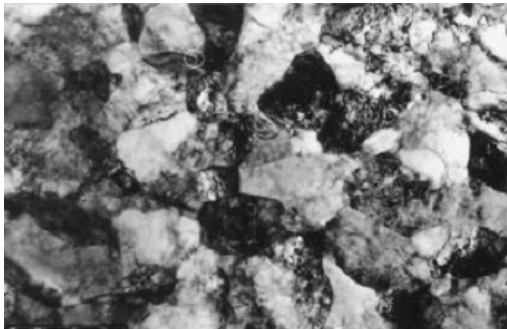
$$a = a_A + a_P. \quad (3)$$

Адсорбування це процес перетворення акустичної енергії в теплову внаслідок таких явищ як внутрішнє тертя, що викликане дислокацією та термопружністю. Розсіювання залежить від розміру границь зерен, присутності різних фаз. Визначити коефіцієнт a_P можна так:

$$a_p = Sd^3 f^4, \quad (4)$$

де S – константа, що визначається як величина втрати коливної енергії при переході через різні фази сталі за допомогою різниці акустичних імпедансів; d – величина зерен; f – частота.

Можна стверджувати, що при однаковій частоті ультразвукової хвилі для різних сталей величина загасання залежатиме від коефіцієнту a_p .



а) фото, отримане просвічуючим електронним мікроскопом маловуглецевої сталі (0.15% С)

б) границі зерен

Рис. 1. Мікроструктура сталі

Коефіцієнт загасання амплітуди хвилі буде пропорційним коливній енергії, тому:

$$a \equiv Du^2 \equiv DP. \quad (5)$$

Рівність (3) дозволяє визначати експериментально параметри хвильового поля, припускаючи середовище поширення ідеалізованим, а саме однаковість всіх фізико-механічних величин. Цей підхід використовується при проведенні математичного моделювання процесу загасання амплітуди хвилі.

Відношення амплітуд хвилі Лемба визначених в двох різних місцях представлено на рис. 2. Спосіб визначення загасання амплітуди представлений на рис. 3. Визначення загасання амплітуди між генеруючим та приймальним перетворювачем є недоцільним, оскільки рівень її загасання визначається розширенням пучка акустичних хвиль.

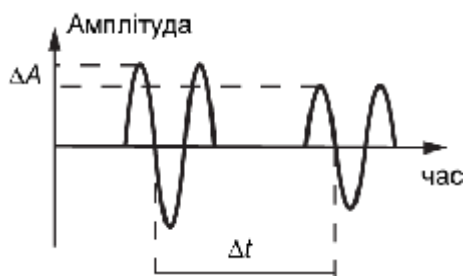


Рис. 2. Визначення загасання амплітуди сигналу

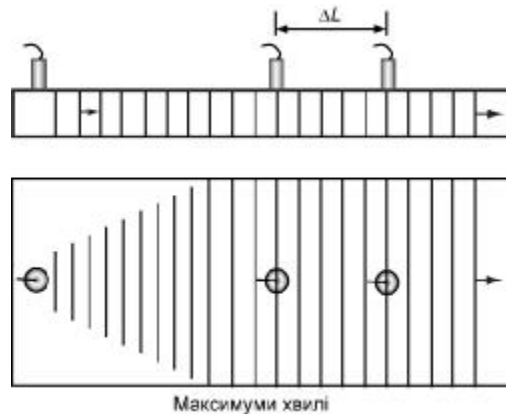


Рис. 3. Експериментальне дослідження загасання амплітуди хвиль Лемба

Результати проведених досліджень представлені на рис. 4. Крива будувалась для двох мод хвиль Лемба – нульових симетричної та антисиметричної. Числові значення обчислювались шляхом порівняння амплітуд від двох приймальних первинних перетворювачів.

Як можна побачити із рис. 4, антисиметрична мода має більший рівень загасання, оскільки коливання елементарного об'єму середовища, що створене її проходженням є більше подібним до поперечної об'ємної хвилі.

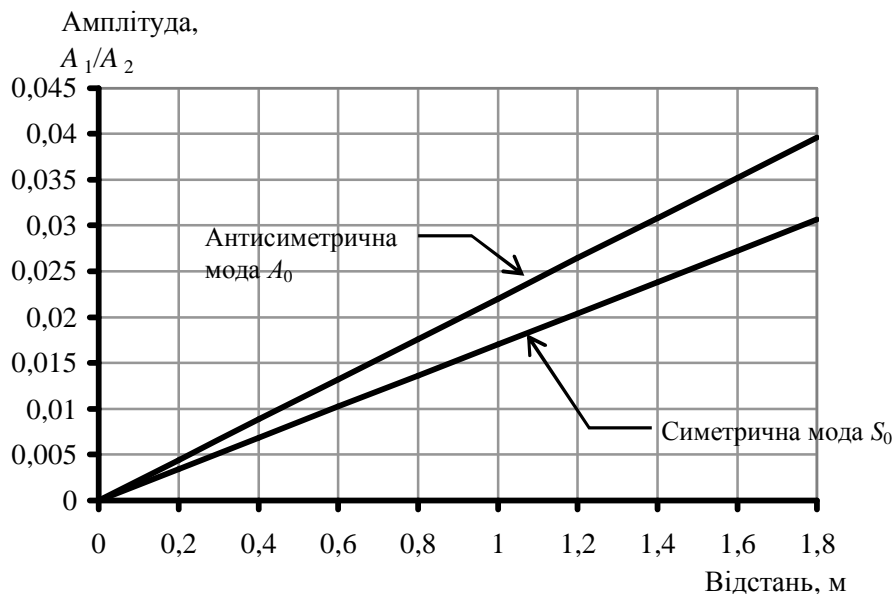


Рис. 4. Загасання мод хвилі Лемба в сталі X60

Проведені дослідження дають значну інформацію про можливий діапазон використання хвиль Лемба в натурних умовах проведення неруйнівного контролю. Результати допоможуть значно зменшити час при проектуванні пристроїв неруйнівного контролю, а також дають додаткову інформацію про ступінь неоднорідностей матеріалу.

Список літератури: 1. *Xinbao L., Susumu T., Yoshiaki O.* Effect of matrix structure on ultrasonic attenuation of ductile cast iron // *J Mater Sci.* - 2007.- v. 42.- p. 179–184. 2. *Kumar A., Shankar V., Jayakumar T., Rao K. B. S., Raj B.* Correlation of microstructure and mechanical properties with ultrasonic velocity in the Ni-based superalloy Inconel 625 // *Philosophical Magazine A: Physics of Condensed Matter: Structure, Defects and Mechanical Properties.*- 2002.- 82(13).- p. 2529-2545. 3. *Landis E., et al.* Developments in NDE of concrete // *Northwestern University.*- 1994.- p. 1-6. 4. *Rosh.* Integrity testing of other bridge substructure elements // *US Department of Transportation.*- 2003.- p. 1-11. 5. *Лютак І. З.* Контроль технічного стану магістральних трубопроводів кільцевими модами пластинчатих ультразвукових хвиль // *Збірник наукових праць. Серія: Фізичні методи та засоби контролю середовищ, матеріалів та виробів. Теорія і практика неруйнівного контролю матеріалів і конструкцій (Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України), випуск 13.*- 2008.- С. 193-198. 6. *Dong Hyuk Shin, Chang Woo Seo, Jongryoul Kim, Kyung-Tae Park and Wung Young Choo* Microstructures and mechanical properties of equal-channel angular pressed low carbon steel // *Scripta Materialia.*- 2000.- Vol. 42.- No 7.- p. 695-699. 7. *Stewart C. Bushong and Benjamin.* Diagnostic Ultrasound: Essentials of Medical Imaging Series. McGraw-Hill/Appleton & Lange.- 1991.- 150 p. 8. *Esward T. J., et al.* An Investigation Into the Establishment and Assessment of a Test Facility for the Calibration of the Acoustic Emission Sensor, NPL Report CMAM.- 2002.- 82.- pp. 5-59.

Поступила в редколегію 17.03.08

СОДЕРЖАНИЕ

М. П. НОСЕНКО ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ КОЛІЙ ОСНОВНИХ ПАРКІВ СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ НА ЇХ ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ	3
С.В.ШТЫК, М.Ф.ЛАГУТИН ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОГРАММЫ И ЭЛЕКТРОЭНТЕРОГРАММЫ МЕТОДОМ СЛЕПОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ	6
Ю. А. МАНОЙЛО, В. Ф. МОИСЕЕВ, А. В. СУРКОВ К ВОПРОСУ О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ И МАШИН.	14
О.С.ТОВСТОПЛЕТ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПЛОВЦОВ НА СОРЕВНОВАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ	18
Ю. А. МАНОЙЛО, В. Ф. МОИСЕЕВ, А. В. СУРКОВ К ВОПРОСУ О ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ И МАШИН.	22
РОЗАНОВА Е.Д., ТИМЧЕНКО Н.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРУКТУРЕ И СВОЙСТВАХ ФЕТАЛЬНОГО ГЕМОГЛОБИНА И ГЕМОГЛОБИНА А.	30
ЛЕТЮК О. А., РАЙКО В. Ф., ЦЕЙТЛИН М. А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СЕПАРАЦИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА	37
ШЕСТОПАЛОВ А. В., РАЙКО В. Ф., ЦЕЙТЛИН М. А. УТИЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД СОДОВЫХ ЗАВОДОВ ПУТЕМ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ РАСТВОРИТЕЛЯ КАМЕННОЙ СОЛИ	40
В.В. МАНК, В.О. БАХМАЧ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ПОЛІЩУКРИДІВ	48
Т.Т. НОСЕНКО, О.М. ГРОМОВА, Н.В. ПОДОЛЯКО ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ОЛІЇ ТА БІЛКОВИХ ІЗОЛЯТІВ, ОДЕРЖАНИХ ІЗ ГАРБУЗОВОГО НАСІННЯ	51
И.Н. ДЕМИДОВ, В.А. ГУСАК РАЗРУШЕНИЕ ГИДРОПЕРОКСИДОВ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА	54
И.Н. ДЕМИДОВ, Л.А. МУЗЫКА, Л.А. БЕЗДЕНЕЖНЫХ ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОСТИ ЖИРОВОГО СЫРЬЯ НА ДЕЗАКТИВАЦИЮ ФЕРМЕНТНОГО ПРЕПАРАТА ПРИ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ ЖИРОВ	58
І. Г. РАДЗІЄВСЬКА, Т. Д. ГРИГОРАК ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНОГО ЖИРУ У ТЕХНОЛОГІЇ ВАРЕНИХ КОВБАС	61
И.Н. ДЕМИДОВ, А.А. КРАМАРЕНКО ФОСФОЛИПИДЫ КАК ИНГИБИТОРЫ ОКИСЛЕНИЯ МАСЕЛ	66
І.В. ЛЕВЧУК, В.А. КІЩЕНКО, П.Ф. ПЕТИК ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСУ ШВИДКОГО АНАЛІЗУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХЛОРООРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ МЕТОДОМ ГРХ-ЕЗД З ВИКОРИСТАННЯ ДВОХ КОЛОНОК	71
В.К ТИМЧЕНКО, Ю.С. ЯЗЫКОВА, И.М. ЯКОВЛЕВА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ МАРГАРИНОВ	78
В.В. КАРАБУТОВ, Л.М. ГОРШКОВА, М.А. ЛЕОНОВА, З.П. ФЕДЯКИНА ДО ПИТАННЯ ПРО ЕКСТРАКЦІЮ РОСЛИННИХ БІЛКІВ З СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ	82
О. К КУШНАРЕНКО АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЖИРОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ЦЕЛЬЮ ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ С ПОВЫШЕННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ ЦЕННОСТЬЮ	85
С.Л. ЕВТУШЕНКО ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОТЕИНА В СЕМЕНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ	89
ЧЕРЕВКО О.І., ГОЛОВКО М.П., ПОЛЕВИЧ В.В. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГІДРОЛІЗУ КОЛАГЕНУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ В УМОВАХ ПІДВИЩЕНОГО ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ	97
Ю.П. КРИЖОВАК.М. ПРОЯВА ВИКОРИСТАННЯ МОРСЬКИХ ВОДОРОСТЕЙ У КОТЛЕТАХ НА ОСНОВІ М'ЯСНОЇ ТА РИБНОЇ СИРОВИНИ	101
І.В. ЧОНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ВЛАСТИВОСТЕЙ КІНЦЕВОГО ПРОДУКТУ ПРИ РОЗРОБЦІ НОВИХ РЕЦЕПТУР СОУСІВ З БОРОШНОМ ЗЛАКОВИХ	105
П.М. АНДРЕНКО, І.І. БЛОКІНЬ, О.В. ДМИТРИЄНКО, Ю.М. СТЕЦЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЖОРСТКОСТІ ДІАФРАГМИ ГІДРАВЛІЧНОГО ЗАХИСТУ ЗАГЛИБНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО РОБОТИ	110
І. З. ЛЮТАК, А. А. МАНДРА СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАГАСАННЯ ХВИЛЬ ЛЕМБА В ІЗОТРОПНОМУ ПРУЖНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	114

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №3

Технічний редактор Т.Л. Коворотный

Відповідальний за випуск В.М. Луньова

Обл.-вид. №38-08

Підписано до друку 28.02.2008 Формат 60x84/16 Папір офсетний. Друк
різографічний. Ум.-друк. арк. 8.

Надруковано у видавництві "Технологічний центр".
61145 Харків, вул. Новгородська 3а
Тел./факс (057) 750-89-90