

ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

Сборник научных трудов

43'2008

*Тематический выпуск "Новые решения в
современных технологиях "*

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.

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.
-№ 43 - 164 с.

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 № 12 від 28.11.2008

Національний технічний університет „ХПІ” 2008

І. ПЕТИК, О. МАЗАЄВА, З. ФЕДЯКІНА, Д. СЕМЕНОВА, Н. СИДОРОВА

Український науково дослідний інститут олій та жирів Української академії аграрних наук, м. Харків, Україна

К ВОПРОСУ ЭКСТРАГИРУЕМОСТИ СОПУТСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ ЭТАНОЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

Подана стаття має за ціль, по-перше, показати сутність екстрагуємості супутніх речовин в процесі етанольної екстракції, зокрема, вилучення фенольних сполук з соняшникового шроту з використанням етилового спирту в якості розчиннику; по-друге, стаття містить висновки щодо робіт з визначання жирнокислотного складу «вичерпної» та «залишкової» масличності соняшникового шроту та отриманого з нього білку та інших робіт.

Presented article has the purpose, first, to show essence extraction of accompanying substances in process extraction of ethanol, in particular, extraction of phenolic connections from sunflower solvent cake with use of ethyl spirit as solvent; secondly, article contains conclusions on works about definition of fatty-acid composition structure "settling" and "residual oiliness sunflower solvent cake and the fiber received from it and to other works.

В последние годы усилия специалистов и ученых направлены на разработку технологии производства растительных масел с использованием в качестве растворителя этилового спирта, который Украина может вырабатывать в достаточном количестве.

Имеющаяся на сегодняшний день информация позволяет выявить ряд преимуществ этанола как растворителя по сравнению с углеводородными растворителями. Прежде всего, улучшается качество экстракционного масла. По таким показателям как кислотное число, содержание фосфолипидов, неомыляемых и воскоподобных веществ, цветности масло спиртовой экстракции выгодно отличается от масла, полученного с использованием углеводородных растворителей. Еще одной важнейшей стороной процесса спиртовой экстракции является качество шрота. Шрот, как перспективный источник растительного белка кормового и пищевого назначения, в условиях постоянно растущего его дефицита имеет первостепенное значение для отрасли. Шрот спиртовой экстракции имеет более светлую окраску и высокую биологическую ценность белков.

По литературным источникам это объясняется тем, что вещества с низкой молекулярной массой, такие, как полифенолоксиолы, моносахариды, минеральные кислоты и др. в процессе экстракции частично переходят в спиртовой раствор.

Получение светлых белковых продуктов из шротов подсолнечника затруднено из-за присутствия в нем биологически активных полифенольных соединений, частиц лузги, меланоидиновых и других окрашенных, или принимающих окраску при тепловом воздействии соединений.

Проведенные ранее в УкрНИИМЖ УААН исследования показали, что фенольные соединения могут быть извлечены из подсолнечного шрота путем продолжительной обработки исходного сырья (ядра, шрота) 70 % раствором этанола и 50 % раствором изопропанола. При этом содержание фенольных кислот (в составе

которой 90 % хлорогеновой кислоты) в белковых продуктах, извлеченных из такого сырья, снизилась от 0,8-1,0 до 0,05-0,055. Полученные данные согласуются с результатами исследований Л.Д. Корганашвили, Г. Содини, М. Канелла и др. Для получения светлых подсолнечных белковых продуктов возможно использование комбинированных растворителей, например, азеотропных смесей (гексан-этанол). При этом полученные результаты соответствуют строго определенным интервалам температур, концентраций, гидромодулей [1,2,3].

В состав неомыляемой фракции подсолнечного масла входят соединения, очень разнообразные по своему химическому строению: фитостеролы, токоферолы, каротиноиды, углеводы, воска и ряд веществ, определяющих ароматические и вкусовые качества масла. Содержание неомыляемых в зрелых семенах 0,8-1,5 %.

Липиды семенной оболочки и околоплодника содержат большое количество неомыляемых веществ, соответственно 7,6-9,9 и 22,5-24,5 %. В состав неомыляемой фракции липидов околоплодника входят следующие вещества: парафиновые углеводороды, воска, алифатические спирты, стерины и каротиноиды. Содержание восков составляет примерно 40-45 % к сумме неомыляемых веществ, что к весу лузги составляет в среднем 0,45 % [3].

В процессе извлечения масла семена подсолнечника подвергаются действию тепла, влаги, кислорода воздуха, а также механическому воздействию (давление, силы трения и т.д.), в результате чего происходит ряд химических реакций, приводящих к образованию новых веществ, например:

1) взаимодействие аминокислот, белковых веществ и фосфатидов с сахарами с образованием меланоидиновых соединений различных типов;

2) взаимодействие белковых веществ с глицеридами, свободными жирными кислотами и неомыляемыми веществами с образованием непрочных адсорбционных соединений липопротеиновых комплексов;

3) внутримолекулярные изменения белковых веществ, приводящие к накоплению продуктов денатурации и расщепления денатурированных молекул до водорастворимых веществ;

4) расщепление инвертирующих сахаров до редуцирующих и разложение последних до оксиметилфурфурола, фурфурола и других веществ.

В производстве все эти процессы оказывают то или иное влияние на качество растительных масел и шротов.

Реакция взаимодействия сахаров с белковыми веществами и аминокислотами оказывает большое влияние на качество и выход продуктов, получаемых при нагревании. В результате этой реакции у продуктов может появиться специфический запах и вкус. Продукты темнеют, происходит взаимное уничтожение сахаров и некоторых незаменимых аминокислот, часть сухих веществ переходит в H_2O и CO_2 , снижается растворимость белков в щелочах.

Ряд авторов отмечают, что потери сухих веществ семенами при их влаготепловой обработке тем больше, чем выше в них содержание протеина. Снижение реальных выходов жмыхов и шротов при этом может достигать 2,5 % к весу перерабатываемых семян [5,6].

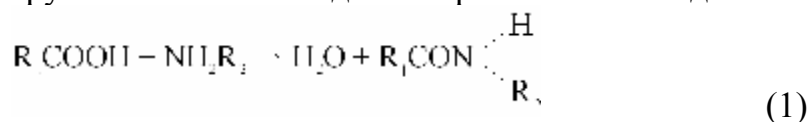
Таким образом, сахароаминная реакция, проходящая при интенсивном нагревании в ходе переработки масличных семян, не только отрицательно влияет на качество жмыхов и шротов, но и приводит к снижению выхода белковых концентратов. Эту реакцию, очевидно, следует принимать во внимание при изыскании оптимальных способов и режимов переработки масличных семян.

Считается, что существует три типа взаимодействия белков, содержащихся в подсолнечнике, с липидами в условиях ведения процесса с применением интенсивных влаготепловых воздействий на материал (5-6). По прочности удержания белками эти взаимодействия условно делят на три группы: 1) «сорбционные»; 2) «связанные» ковалентными связями; 3) «прочно связанные» ковалентными связями в липопротеиновые соединения, разрушаемые лишь водной или спиртовой щелочью.

При сорбционном взаимодействии белковых веществ с липидами получаются непрочные соединения, которые распадаются при длительной экстракции липидов из хорошо измельченных семян, жмыхов и шротов гидрофобными растворителями. Этот тип взаимодействия, по-видимому, обуславливает селективное извлечение липидов при переработке семян прессовым и экстракционным способами, т.к. энергия сорбционного взаимодействия отдельных групп липидов с белковыми веществами неодинакова.

Более сильно, чем глицериды, удерживаются белковыми веществами такие полярные вещества, как свободные жирные кислоты, неомыляемые вещества, фосфатиды и глицериды, содержащие окисленные остатки жирных кислот. Поэтому при извлечении масла не только прессованием, но и экстракцией гидрофобными растворителями, например, бензином они извлекаются с меньшей скоростью, чем глицериды. С увеличением глубины извлечения масла относительное содержание глицеридов в нем уменьшается, а содержание свободных жирных кислот, неомыляемых веществ, фосфатидов и продуктов окисления жира закономерно возрастает.

Сродство свободных жирных кислот к белковым веществам может обуславливаться алифатическим радикалом $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$, этиленовой группой -CH=CH- и карбоксильной группой -COOH . Последняя, по уравнению (1), может взаимодействовать при соответствующих температурах с боковыми и концевыми аминоклассами полипептидов с образованием соединений типа алкиламидов:



Сродство глицеридов к белковым веществам может обуславливаться радикалами жирных кислот $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}$, группами -CH=CH- , группировкой -COOR .

Направленный синтез липопротеиновых соединений представляет существенный интерес с точки зрения возможности получения ряда новых пищевых продуктов. Поэтому исследование взаимодействия липидов с белковыми веществами в различных условиях имеет помимо научного и большое практическое значение.

Взаимодействие белковых веществ с глицеридами, свободными жирными кислотами и другими сопутствующими жирам веществами [4,5] может осуществляться посредством слабых водородных связей, дисперсионного эффекта, за счет проникновения молекул липидов между пептидными цепями, образования липидами центров мисцелл, обволакиваемых белками, и других процессов.

Выяснение возможности и условий взаимодействия липидов с белковыми веществами в процессе маслосебявания имеет важное практическое значение, так как такое взаимодействие может в значительной степени оказывать влияние на величину потерь масла в производстве.

Существует ряд методов извлечения связанных с белками глицеридов и свободных жирных кислот. Наиболее удовлетворительные результаты получают при обработке обезжиренных остатков горячим спиртом, который, как известно, легко разрушает водородные связи.

Извлечение вещества условно называют «остаточной масличностью».

Вопрос о влиянии остатков масла на вкусовые достоинства пищевых подсолнечных белковых продуктов не изучен. Не ясна также роль в формировании вкусовых качеств подсолнечного белка группы липидов, определяемых под названием «остаточной масличности шрота».

В связи с вышеуказанным целесообразно изучить влияние глубины обезжиривания подсолнечных шротов, а также влияние остатка масла в шротах, «остаточной масличности» на формирование вкусовых качеств пищевого белка, в частности, на наличие в белке привкуса подсолнечного масла.

С этой целью в УкрНИИМЖ была проведена работа по определению жирнокислотного состава «исчерпывающей» и «остаточной» масличности подсолнечного шрота и полученного из него белка. Исходный шрот экстрагировали эфиром; затем этот шрот обработали горячим этанолом и снова экстрагировали для определения «остаточной» масличности. Белок, полученный из исходного шрота, в заводских условиях также был проэкстрагирован для определения «исчерпывающей» и «остаточной» масличности.

В таблице 1 показан жирнокислотный состав, определенный на хроматографе.

Как видно из таблицы, в составе «остаточных» масел и шрота, а также белка присутствуют те же кислоты, что и в маслах «исчерпывающей» экстракции, содержание маргариновой кислоты C_{16} по сравнению с маслом «исчерпывающей» экстракции больше на 70%, а содержание линолевой кислоты – на 2%, т.е., очевидно, что в составе липидов белка присутствует еще достаточное количество ненасыщенных кислот. Липиды, состоящие преимущественно из ненасыщенных жирных кислот, являются предшественниками ряда алифатических карбонильных соединений с характерным запахом. Эти липиды часто ассоциируются с белками, в первую очередь за счет гидрофобных связей [7].

Это очевидно, и придает готовому продукту – запах и вкус подсолнечного масла.

Кроме вышеперечисленных компонентов, в семенах подсолнечника содержатся углеводы. По данным А.М. Голдовского и Н.И. Боженко в семенах преобладают

Таблица 1 - Жирнокислотный состав масла

№№ пп	Сод.	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{16}^{1-}	C_{18}	C_{18}^{1-}	C_{18}^{2-}	C_{20}	C_{20}^{1-}
1		0.1	сл.	9.0	0.6	4.8	24.0	59.4	1.1	1.0
2		0.2	сл.	15.0	0.6	5.5	15.1	61.7	1.1	0.7
3		0.2	сл.	9.1	0.4	4.9	24.6	59.0	1.0	0.7
4		0.2	сл.	13.1	0.4	5.7	19.3	60.3	0.6	0.7

1 – масло исчерпывающей экстракции шрота; 2 – масло остаточной экстракции шрота; 3 – масло исчерпывающей экстракции белка; 4 – масло остаточной экстракции белка.

подвижные углеводы – 4,9 – 5% (58% от суммы всех углеводов), в основном это сахара – 3,8-4,0% к весу сухого ядра.

Малоподвижные углеводы – гемицеллюлоза и пектиновые вещества – составляют 18% к сумме углеводов и неподвижные – 23,8-24,0%.

Качественный состав подвижных углеводов (сахаров) в семенах высоко- и низкомасличных сортов подсолнечника изучен П.С. Поповым [8]. По его данным в состав семян (ядро) входит моносахара (глюкоза и фруктоза), дисахарид (сахароза) и

трисахарид (рафиноза), причем преобладает сахароза (62-76%) к сумме подвижных углеводов.

Качественный состав растворимых сахаров в околоплоднике (лузге) тот же, что и в семенах, но количественно преобладают моносахариды.

Содержание пентозанов в лузге по данным С.В. Рушковского находится в пределах 28,4-31,1%. Общее содержание полисахаридов в подсолнечной лузге превышает 70% сухого вещества (до 30% пентозанов и свыше 40% целлюлозы) [4].

Присутствие углеводов при извлечении белков очень существенно. Моносахариды по своему строению являются альдегидами или кетонами многоатомных спиртов, т.е. оксиоксосоединениями. Наличие в этих соединениях карбонильной и спиртовой групп должно обуславливать все реакции, характерные для этих групп.

Поэтому моносахариды обладают свойствами спиртов, образуют алкоголяты, простые и сложные эфиры, а также обладают альдегидными, кетонными свойствами, вступая в реакции, характерные для этих групп.

Указанные процессы имеют место при переработке масличных семян с применением интенсивных влаготепловых воздействий.

Моносахариды весьма чувствительны к действию щелочей. При действии разбавленных щелочей на глюкозу даже при комнатной температуре она частично превращается в маннозу и кетозу (фруктозу). Фруктоза при этих условиях превращается в глюкозу и маннозу.

Маннозы (пентозы и гексозы) содержатся в масличных семенах, жмыхах в свободном и связанном с фосфатидами состоянии или в виде глюкозидов, которые представляют собой сложные вещества, состоящие из углеводной части и неуглеводной, называемой аглюконом. Углеводной частью глюкозидов могут быть моносахариды, дисахариды и олигосахариды. Состав аглюконовой части очень разнообразен. Значительная часть глюкозидов и продуктов их распада остается в жмыхах и шротах. При интенсивной влаготепловой обработке масличных семян и шротов иногда наблюдается увеличение содержания редуцирующих сахаров при соответствующем уменьшении сложных.

Такой распад может происходить одновременно с сахароаминной реакцией.

В УкрНИИМЖ была проведена работа по определению содержания подвижных углеводов в технологической цепочке шрот→белок, полученный из исходного шрота, а также динамику изменения содержания углеводов в шроте, предварительной отмывкой водой и этанолом.

В шроте, промытом разбавленным этанолом, при гидромодуле 1:30, содержание подвижных углеводов уменьшается в 3 раза.

Продукт, полученный из шрота, предварительно промытого этанолом (1:10), содержит в 2 раза меньше подвижных углеводов.

В процессе извлечения белковых веществ из семян подсолнечника возникают большие проблемы, обусловленные наличием фенольных соединений.

В семенах подсолнечника фенольные соединения представлены в основном хлорогеновой и кофейной кислотами, причем хлорогеновая кислота количественно преобладает. Обычно хлорогеновая кислота встречается не в свободном виде, а в виде сложного эфира кофейной и хинной кислот. В экстрактах растений обычно присутствует ряд изомеров хлорогеновой кислоты: изохлорогеновая, неохлорогеновая и псевдохлорогеновая кислоты.

Хлорогеновая и кофейная кислоты играют важную роль в отношении поражения возбудителями и болезнями растений. А.И. Опарин в своих работах показал, что хлорогеновая кислота является дыхательным пигментом и способствует окислению промежуточных веществ.

Важнейшим свойством фенольных соединений является их способность к окислению (ферментативному и не ферментативному).

Ферментативное окисление фенольных соединений осуществляется для растительных тканей полифенолоксидазной и пероксидазной системами.

Это свойство позволяет применять фенольные соединения в качестве антиоксидантов и стабилизаторов жиров и масел. Окисляется хлорогеновая кислота до ортохинонов, которые легко образуют полимерные соединения, окрашенные в коричневый цвет. Состав этих соединений еще достаточно не изучен.

Ферментативное окисление хлорогеновой кислоты имеет большое значение для обмена веществ в растениях.

Известен положительный терапевтический эффект хлорогеновой и кофейной кислот. Оба соединения обладают выраженным желчегонным действием и по силе действия близки к пенициллинам.

Фенольные соединения могут окисляться разнообразными окислителями, атмосферным кислородом.

Окисление атмосферным кислородом резко ускоряется в щелочной среде, а также при интенсивном освещении. Продукты окисления фенольных кислот имеют темную окраску, поэтому, извлекаясь вместе с белковыми продуктами, ухудшают их товарный вид.

Фенольные соединения легко вступают в реакцию с белками, связываясь посредством водородных мостиков.

Большинство фенольных соединений растворимо в воде, спиртах, ацетоне, уксусно-этиловом эфире; хуже в диэтиловом эфире.

Установлено, что фенольные соединения могут быть извлечены путем продолжительной обработки ядра или шрота горячим 50-70% этиловым или изопропиловым спиртом. Они могут быть отделены от белка методом диффузии при обработке ядра 0,001 N раствором соляной кислоты при определенной температуре.

В таблице 2 приведены полученные в УкрНИИМЖ данные по содержанию хлорогеновой кислоты, полученной из предварительно обработанного шрота.

Таблица 2 – Содержание красящих веществ в образцах белка, полученных различными способами

№№ ПП	Наименование образца	Содержание хлорогено-вой кислоты, в %, на абс. сухое вещество
1	Белок из обычного шрота	0.822
2	Белок из шрота, промытого этанолом	0.056
3	Белок из шрота, промытого слабой кислотой	0.386

В представленном сообщении кратко изложены данные, касающиеся содержания сопутствующих веществ в семенах подсолнечника, способы их выделения в процессе экстракции масла, различные взаимодействия с липидами и белками, а также их влияние на ход технологических процессов маслодобывания. Эти данные взяты из литературных источников и результатов исследований, проведенных в институте [9-

11], и относятся к процессу экстракции масла из семян подсолнечника углеводородным растворителем. Они имеют большое значение в процессе исследования экстракции масла из семян подсолнечника с использованием этанола. Процесс спиртовой экстракции подсолнечного масла не изучен. Однако, как показали проведенные в институте исследования, вещества, сопутствующие маслу, такие как подвижные углеводы, фенольные кислоты и др., при определенных условиях растворяются в спирте. Не однозначно влияние спиртового растворителя на качество шрота. С одной стороны происходит удаление нежелательных веществ из шрота, как источника пищевого и кормового белка, а с другой – частичная денатурация белковых веществ.

Полученные в результате проведенной работы данные о свойствах исследуемых веществ и типах взаимодействия их с липидами и белковыми веществами необходимо учитывать при изыскании оптимальных способов и режимов переработки семян подсолнечника с использованием в качестве экстрагента – этанола, что и является вторым этапом данной работы.

Список литературы: 1. М. Канелла, Г. Содини. Биохимические исследования семян основных сортов подсолнечника, возделываемых в Италии. Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику. Краснодар, 1976г. 2. Карганашвилли Л.Д., Белобородов В.В. Способ получения пищевых изолированных белков для предприятий общественного питания. Труды Ленинградского института советской торговли. 1976, № 62, с 10-16. 3. Sodini G., Canella M. Chlorogenic Acid and oligosaccharides extraction from sunflower meal with a non-denatung solvent. VII «International sunflower conference», June 27 – Juli 3, Krasnodar, 1976 p. 168. 4. Масличные и эфиромасличные культуры (Под редакцией Пустовойта). 5. Ржехин В.П. К изучению взаимодействия липидов с белковыми веществами. «Прикладная биохимия и микробиология». 1965 г, том I, № 6, с 658. 6. Ржехин В.П. Влияние химических процессов при переработке масличных семян на качество и выход продукции. Научно-техн. сборник «Пищевая промышленность», М., 1961, № 1, с 19 – 27. 7. Химия и обеспечение человечества пищей / Под редакцией Шимолта, М., Мир, 1986. 8. Попов П.С. Биохимия и физиология масличных растений. М. 1976. 9. Горшкова Л.М., Рубина Л.В., и др. Фенольные соединения изолятов подсолнечника. «Прикладная биохимия и микробиология», 1974, т. X., выпуск 6. 10. Раковский П.П., Дементий В.А., Горшкова Л.М. Экстракция белков и сопутствующих веществ из подсолнечного шрота. Масложировая промышленность, № 12, 1983. 11. Горшкова Л.М., Рубина Л.В. Получение белковых веществ из семян подсолнечника. Масложировая промышленность, № 12, 1977.

Поступила в редколлегию 03.11.08

УДК 547.96

В.В. КАРАБУТОВ, Л.М. ГОРШКОВА, М.А. ЛАБЕЙКО, З.П. ФЕДЯКИНА,
Український науково дослідний інститут олій та жирів Української академії аграрних наук,
61019, пр. Дзюби, 2 а, м. Харків, Україна

ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ СЕМЯН И ШРОТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

В цій статті розглянуті технологічні питання виробництва харчових білків з насіння соняшника. Розглянуті аспекти різних способів отримання харчових білків з олійної сировини. Надані дані по амінокислотному складу та функціональним властивостям отриманих білків. Викладені дані щодо сфери застосування цих білків у харчовій промисловості.

In this article technological questions of reception of food fibers from seeds and шротов sunflower are mentioned. Aspects of various ways of reception of food fibers from olive raw materials are

considered. The data on аминокислотному to structure and functional properties of the received fibers is cited. Application of these fibers in the food-processing industry is described

В настоящее время наблюдается нехватка продуктов питания в некоторых районах планеты, а также резкое их подорожание по всему миру. Особенно остро вопрос стоит в недостаточном количестве калорий и белков в рационе человека.

Реализация проблемы вовлечения новых и дополнительных источников белка для пищевых целей является весьма актуальной.

Одним из перспективных источников изолированного белка являются шроты масличных культур. За рубежом создано многотоннажное производство пищевых белковых продуктов из сои, которые находят широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности.

При разработке технологии получения белковых веществ из шрота подсолнечника необходимо учитывать ряд специфических особенностей сырья.

Во-первых, это повышенная лузжистость ядра и, следовательно, лузжистость шрота. Вторым фактором, оказывающим влияние на получение белковых веществ, является присутствие хлорогеновой кислоты в подсолнечном шроте. Поэтому существующие традиционные способы получения белковых веществ из сои и других культур в данном случае оказались малоэффективны [1].

Были проведены исследования по изучению качественного состава белковых веществ, извлеченных из шротов и жмыхов, полученных при различных технологических режимах.

В процессе маслодобывания происходит изменение растворимости белковых веществ, что обусловлено их денатурацией. В результате влаготепловой обработки происходит не только снижение растворимости, но и некоторое разрушение аминокислот. Поэтому при извлечении белка из производственного шрота и жмыха полученный продукт обладает худшей функциональностью и органолептическими свойствами по сравнению с белком, извлеченным из обезжиренной подсолнечной муки. Проведенные исследования показали, что лучшим сырьем для получения белка является низколузговой шрот, полученный при мягких режимах маслодобывания.

Разработаны требования к подсолнечным семенам и шроту, как сырью для получения пищевого белка.

На протяжении ряда УкрНИИМЖ УААН проводил исследование по разработке технологии производства белков из шротов масличных культур.

В промышленном производстве применяют главным образом два способа извлечения белковых веществ. В первом белковый продукт концентрируют, удаляя растворимые углеводы; во втором белок отделяют (изолируют) от других компонентов.

Существует три основных метода получения концентрата растительного белка: водное выщелачивание, спиртовая и кислотная экстракция небелковых компонентов масличных семян.

В процессе водного выщелачивания используют муку, подвергнутую термической обработке с целью денатурации белка. Диспергируемый в воде белок в таком сырье обычно составляет менее 15% от общего его содержания.

При этом в раствор переходят такие компоненты как углеводы, некоторые красящие и вкусовые вещества, витамины, минеральные соединения, частично белковые и другие вещества, растворимые в воде. Этот тип продукта имеет некоторую способность абсорбировать воду и жир. Его применение обычно ограничивается теми

случаями, когда функциональные свойства не имеют особого значения. Этот процесс является простейшим способом получения белкового концентрата.

В случае получения концентратов белка путем экстракции небелковых компонентов водным (70%) раствором спирта готовый продукт будет светлее, чем концентраты, полученных водной промывкой, но функциональные характеристики сильно различаться не будут.

Концентрат с гораздо большей функциональной ценностью можно получить методом кислотной обработки.

В этом случае обезжиренные семена промывают кислым раствором в ИЭТ при $\text{pH} = 4,0 - 4,5$ для максимального уделения небелковых компонентов. При таком значении pH белки наименее растворимы, следовательно растворимые углеводы экстрагируются при минимальной потере белка.

При разработке технологии получения концентратов исследования проводились в 2-х направлениях: разработка способа получения подсолнечного концентрата методом спиртовой экстракции и методом разработанным УкрНИИМЖ (так называемым методом «мокрого размола»). Суть метода заключается в следующем.

В результате работ, проведенных в лабораторных условиях по извлечению белковых веществ из шрота семян подсолнечника была разработана технология получения подсолнечного белкового концентрата [2]. Изучена кинетика процесса экстракции.

Технологический процесс производства подсолнечного концентрата состоит из следующих операций: приемка, подготовка сырья и основных материалов, экстракция белка из шрота раствором поваренной соли с последующей классификацией суспензии шрота центрифугированием и отделением экстракта (дисперсии) концентрата от нерастворимого остатка шрота; соосаждение растворимого белка во взвеси белковой части семян в изоэлектрической точке при помощи осаждающего реагента с последующим отделением осадка концентрата от сыворотки; нейтрализация пасты подсолнечного концентрата до заданного значения pH ; сушка нейтрализованной пасты подсолнечного концентрата; утилизация нерастворимого остатка шрота и сывороточных вод. Используя качественное сырье можно получить подсолнечный концентрат с содержанием протеина выше 70 %.

Проводились исследования по разработке технологии изолятов из шротов подсолнечника и сои.

Разработанный процесс состоит из следующих основных стадий:

- извлечение белковых веществ из шротов слабыми растворами электролитов;
- разделение полученной суспензии на белковый экстракт и нерастворимый остаток шрота;
- осветление белкового концентрата;
- осаждение белковых веществ из экстракта раствором соляной кислоты в изоэлектрической точке при $\text{pH} = 4,0 - 4,5$;
- отделение белковой пасты от сывороточных вод;
- промывка, нейтрализация и сушка белковой пасты;
- утилизация отходов.

Опытно–промышленная проверка научных разработок осуществлялась на установке по получению пищевых белков.

В результате испытаний были установлены оптимальные варианты оборудования на различных стадиях производства.

Опытные партии белковых изолятов и концентратов по физико-химическим характеристикам соответствовали разработанной НТД и показали в процессе испытаний у потребителей высокую функциональность. Так, например, подсолнечный белковый изолят имеет следующие показатели: влажность, не более – 7,0 %, липиды на сухое вещество, не более – 0,3 %, протеин сырой на сырое вещество, не менее – 85,0 %, протеин растворимый к общему содержанию протеина, не менее – 80,0 %, зола сырая, на сухое вещество, не более – 6,5 %, рН 10 % водной суспензии – 6,5-7,0, водоудерживающая способность – 195 %, жирудерживающая способность – 86 %, жиρούмульгирующая способность – 50 – 55 %, стабильность эмульсии – 56 – 60 %. По аминокислотному составу следующие показатели (содержание в % к общему азоту): лизин – 3,02, гистидин – 2,89, аргинин – 9,78, аспарагиновая кислота – 9,69, треонин – 3,15, серин – 4,09, глутамин – 20,71, пролин – 4,35, глицин – 4,12, валин – 4,51, цистин – 0,9, метионин – 2,0, изолейцин – 4,0, лейцин – 6,09, тирозин – 2,6, фенилаланин – 9,39.

В условиях опытного производства отработан технологический процесс получения белковых продуктов различных модификаций: протеинатов натрия и калия, белково-углеводного комплекса, белкового концентрата содержащего фосфатиды и т.д.

По разработке УкрНИИМЖ освоено так же производство обезжиренной муки и белковых структуратов, которые с успехом используются в пищевой промышленности.

УкрНИИМЖ совместно с рядом других НИИ проводились работы по исследованию возможности введения подсолнечных белковых изолятов и концентратов в продукты питания.

Так были разработаны рецептуры майонезов типа «Провансаль» с вводом соевого или подсолнечного белков взамен яичного порошка. Замена 1 % яичного порошка белком позволяет на 7 – 8 % увеличить содержание общего протеина в майонезе, улучшает стабильность майонезной эмульсии. Эти рецептуры входили в ассортимент Харьковского ЖК, Донецкого ЖК, Сторожинецкого завода продтоваров Черновицкой области. Для повышения доли белка в рационе человека удобно использовать хлеб. Одну третью потребности организма в белке обеспечивают хлебные изделия. Добавление белковых обогатителей к хлебу обеспечивает повышение общего содержания белка в хлебе и улучшение его аминокислотного состава. Благодаря исследованиям, проведенным в УкрНИИМЖ УААН были разработаны рецептуры и техническая документация на хлебо-булочные изделия с подсолнечным белком (булочка «Подсолнечная», хлебцы белково-лицитиновые, хлеб «Белорусский», «Молочный», «Городской»), где ввод белка составляет 2 – 10 % .

Киевским торгово-экономическим институтом (кафедра технологии пищевых продуктов) разработан ряд рецептур на мясные изделия с растительным белком (пельмени, ливерная колбаса, вареная колбаса) и техническая документация на эти рецептуры.

Минским институтом картофелепродуктов разработаны рецептуры «хрустящего картофеля» и «чипсов» картофельных с подсолнечным белком.

Совместно с Харьковским институтом общественного питания было изучено влияние добавок белкового изолята подсолнечника на свойство блюд из рубленного мяса и мясного фарша с заменой 3 – 5 % основного сырья («Котлеты говяжьи», «Бифштекс рубленный»). Разработаны рецептуры и технология приготовления этих блюд, технологическая инструкция по применению БИП в общественном питании.

Исследования по использованию растительных белковых продуктов при производстве кондитерских изделий проводились на ряде предприятий кондитерской промышленности.

На Харьковском производственном объединении кондитерской промышленности был освоен выпуск сладких плиток «Зимние», конфет «Травинка», печенье «Загадка», карамель «Цикломен», печенье «Волжская смесь», вафель «Курочка ряба» с добавлением растительных белковых концентратов.

Разработаны также рецептуры на конфеты «Незабудка», «Подсолнечные», «Тик-так» и др.

ВНИИЖем совместно с Ленинградским НИИ кондитерской промышленности разработана рецептура и способ получения заменителя ореха.

Разработаны и внедрены рецептуры на кондитерские изделия с подсолнечной мукой конфеты: «Лесной звон», «Солнечный зайчик», «Щелкунчик».

На Харьковской бисквитной фабрике были выработаны опытные партии с заменой 5% муки соевой мукой и соевым структуратом.

На Харьковском и Красноградском мясокомбинатах вырабатывались опытные партии колбасных изделий с добавлением подсолнечных белков.

Совместно с Одесским технологическим университетом исследовались возможность использования растительных белков при производстве консервов и концентратов.

Вырабатывались партии питательных смесей для спортсменов с использованием растительных белков. Разработкой рецептур питательных смесей для спортсменов, детей и больных занимался Харьковский НИИ фармацевтической промышленности.

Проведенные исследования показали, что широкое использование подсолнечных белков в продуктах питания позволяет улучшать их качество, повышать биологическую ценность, заменять дорогостоящие продукты.

Список литературы. 1. Выделение и использование пищевых белков. Isolation and utilization of food proteins vawrle. R.A. "Food Proteins Proc. Kellogg Foand Int", Symp Cork, 21-24, Sept, 1991. 2. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи. М., Агропромиздат, 1987. 3. Источники пищевого белка под ред. В.Н. Сойфера М., 1979. 4. Экстрагирование хлорогеновой кислоты из шрота подсолнечника неденатурирующими растворителями. Д. Содини, М. Канелла. Материалы VII Международной конференции по подсолнечнику. Краснодар 1977. 5. Горшкова Л.М., Рубина Л.В. Получение белковых веществ из семян подсолнечника. МЖП, 1977, №12.

Поступила в редколлегию 03.11.08

УДК 547.96

М. А. ЛАБЕЙКО, Л. М. ГОРШКОВА, З. П. ФЕДЯКИНА, Л.П. РАДЧЕНКО
Український науково дослідний інститут олій та жирів Української академії аграрних наук, 61019, пр. Дзюби, 2 а, м. Харків, Україна

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ И РОЛЬ БЕЛКОВ В СОЗДАНИИ
БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ**

У даній статті торкнулися проблеми харчування як в усьому світі, так і в Україні зокрема. Описано унікальну роль білка в життєдіяльності людини, його функціональні властивості, перспективні

види сировини для виробництва білка та харчових емульсій, а також шляхи регулювання функціональних властивостей білків. Наведено дані експериментальних досліджень по вивченню можливостей регулювання функціональних властивостей білка в процесі його отримання.

In given article the food problem as all over the world, and in Ukraine in particular is considered. The unique role of fiber in abilities to live of the person, its functional properties, perspective kinds of raw materials for manufacture of fiber and food эмульсий, and also ways of regulation of functional properties of fibers is described. The data of experimental researches on studying of possibility of regulation of functional properties of fiber in the course of its reception is cited.

Всемирная организация охраны здоровья, все цивилизованные страны признали питание одним из основных факторов обеспечения и улучшения здоровья населения.

В большинстве стран Европы, а также в США и Канаде вопросы питания населения, в соответствии с национальными программами, подняты на государственный уровень и находятся под постоянным наблюдением правительств этих государств. Поэтому в ряде стран мира удалось достигнуть снижения уровня заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний на 30-50 %.

Проблема питания населения Украины на современном этапе приобрела особо острый характер. Речь идет о значительном изменении структуры питания – дефиците мясных, рыбных и растительных продуктов питания; фальсификации продуктов; загрязнении их чужеродными веществами; широком употреблении в пищу консервированных, подверженных кулинарной обработке и длительному хранению пищевых продуктов. Это приводит к массовому и постоянному дефициту в рационе питания большинства населения Украины, в том числе и детей, животных белков, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон, большинства витаминов, а также макро- и микроэлементов [1].

Назрела необходимость в принятии срочных мер на государственном уровне по обеспечению всех групп населения научно-обоснованным питанием в плане сохранения и укрепления здоровья нации.

Современные представления о рациональном питании предусматривают соблюдение определенных количественных соотношений отдельных ингредиентов пищи, прежде всего, обеспечение организма оптимальным по количеству и качеству белковым питанием. Белок является важнейшим компонентом из шести основных компонентов пищи. Он не только покрывает энергетические затраты организма, но и обеспечивает его рост и обновление. Ежедневная потребность человека в белках составляет примерно 100г в сутки.

Уникальная роль белка в жизнедеятельности человека, постоянно увеличивающийся его дефицит определяет необходимость изыскания дополнительных источников пищевого протеина. Одним из перспективных видов сырья для производства белка является вторичное масличное сырье. При этом необходимо учитывать, что конверсия растительного белка в животный составляет до 10 %. Необходимы новые технологии производства белков, в том числе создание производств комбинированных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности и заданной калорийности.

Качество белковых продуктов определяется их составом, физико-химическими свойствами и функциональностью.

Функциональные свойства – это комплекс физико-химических характеристик белков, определяющий их поведение при введении в пищевые продукты.

Функциональные свойства (ФС) белковых продуктов зависят от многих факторов: вида, качества и способа переработки сырья, способов выделения и очистки

белковых веществ, получения готового продукта и т. д. Белковые продукты могут быть эффективно использованы в производстве новых и традиционных видов пищевых продуктов при условии наличия у них высоких ФС.

Белковые продукты с необходимыми ФС могут быть получены при условии оптимизации качества сырья и параметров технологических процессов производства, что не всегда можно обеспечить в реальных условиях предприятий пищевой промышленности. Поэтому в настоящее время разработаны различные технологические приемы, которые позволяют повысить ФС белковых продуктов путем оптимизации технологии их получения различными химическими веществами, ферментами и другими препаратами, физическими воздействиями.

Белки сои и подсолнечника по фракционному, химическому составу и ФС занимают одно из ведущих мест среди растительных белков, поэтому представляет интерес изучение ФС белковых продуктов и выяснение возможности применения указанных технологических приемов для повышения ФС белков. ФС определяют по методикам США, переработанным УкрНИИМЖ совместно с ВНИИЖ.

Широкое применение во многих отраслях пищевой, мясной и молочной промышленности находят пищевые эмульсии. Это обусловлено тем, что эмульсии и продукты, изготовленные на их основе, обладают высокой пищевой ценностью в связи с использованием в качестве эмульгаторов белков, а также с лучшей усвояемостью липидов в эмульгированном состоянии [2].

Наиболее перспективными видами сырья, используемого для производства пищевых эмульсий, являются белки растительного происхождения, в частности масличных культур. Это дешевое белковое сырье, обладающее сравнительно высокой биологической ценностью и высокими ФС. Белки сои и подсолнечника по фракционному, химическому составу и по ФС занимают одно из ведущих мест среди других белков растительного происхождения. Однако следует учитывать, что условия выделения белков во многом определяют их химический состав и ФС. Это обстоятельство заслуживает особого внимания, так как при дальнейшем использовании белка в составе комбинированных пищевых продуктов, от его ФС зависят многие физико-химические и потребительские качества готовых изделий [3].

Одним из возможных путей регулирования ФС белка может быть изучение технологических факторов, определяющих те или иные изменения ФС, например, природы и концентрации растворителя, используемого для извлечения белка, температуры, условий седиментации и т. д. и создание прогрессивных технологий получения белковых продуктов направленного действия.

Совместно с ИНЭОС была проведена работа по изучению возможности регулирования ФС белка в процессе его получения. Разработана технология получения модифицированных белковых продуктов из модельных смесей шротов масличных культур, при использовании различных осаждающих и нейтрализующих реагентов, а также при ацилировании белковых паст.

Целью данного исследования явилось изучение ФС, в частности эмульсионных характеристик модифицированных белков, полученных различными способами.

В качестве объектов исследования были использованы следующие препараты:

Продукт № 1 – получен экстракцией раствором поваренной соли определенной концентрации из смеси соевого и подсолнечного шротов (в определенном соотношении) с последующим осаждением белка в изoeлектрической точке и отделением его от сыворотки;

продукт № 2 – получен экстракцией соевого шрота раствором NaOH определенной концентрации, осаждением белка в изоэлектрической точке, нейтрализацией раствором Na₂CO₃ определенной концентрации до заданного значения рН и последующим отделением белка;

продукт № 3 – получен экстракцией подсолнечного шрота раствором CaCl₂ определенной концентрации с последующим осаждением белка в изоэлектрической точке, нейтрализацией раствором NaOH до слабо-кислой среды рН и отделением белка.

Для сравнения взяли подсолнечный изолят и концентрат, полученный по традиционной технологии этих продуктов экстракцией раствором поваренной соли из подсолнечного шрота [4].

Ключевыми ФС белков при использовании их в составе пищевых продуктов эмульсионного типа являются эмульгирующая емкость и стабильность эмульсии.

В данной работе стабильность эмульсии к коалесценции и флотации оценивались с помощью метода «диаграмм стабильности». Кроме того, в динамическом режиме определили «характеристическую активность эмульгатора» (А), «предел эмульгирования» (F_{max}) и «концентрацию насыщения» (С). Исходный объем водной фазы равнялся 5,0 мл. Скорость прибавления масляной фазы – 8,85 г/мин., скорость вращения мешалки – 7000 об/мин, рН среды – 9.

После выбора оптимальных условий эмульгирования, при которых характеристики эмульсий не зависят от условий их получения, была определена характеристическая активность эмульгатора, найдены предел эмульгирования и концентрация насыщения, т.е. получены зависимости количества эмульгированного масла от концентрации изучаемых белков.

На рис. 1 видно, что характеристическая активность продукта № 2 – (А₁) и предел эмульгирования (F_{max 1}) его значительно выше, чем показатели (А) и (F_{max}) сравниваемых белковых продуктов.

Концентрация насыщения (С) равна 1.

Итак, при необходимости вводить наибольшее количество масла в эмульсию, надо брать раствор белков с концентрацией более 1%.

Для исследования стабильности эмульсий был использован метод построения диаграмм стабильности. Метод заключается в исследовании стабильности эмульсий в зависимости от исходной доли неполярной фазы при постоянном суммарном объеме.

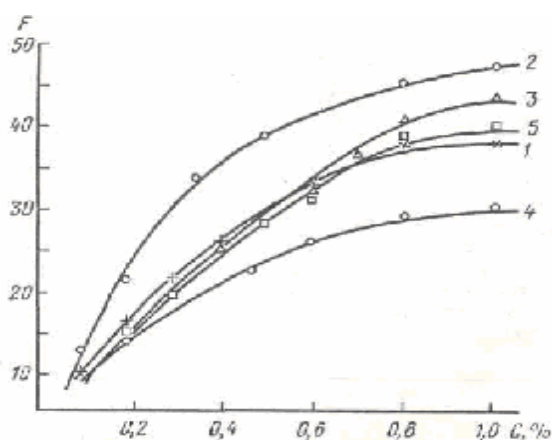


Рисунок 1 - Зависимость предела эмульгирования от концентрации:
1 – продукт № 1; 2 – продукт № 2; 3 – подсолнечный изолят; 4 – подсолнечный концентрат; 5 – продукт № 3.

На рис. 2 представлены диаграммы стабильности для всех пяти белковых продуктов. По оси абсцисс отложена объемная доля неполярной фазы (%), а по оси ординат (слева и справа) объемные доли водной и неполярной фазы соответственно, отделившихся в определенном режиме испытания.

В данном случае приготовленные эмульсии с переменным содержанием масла помещали в мерные пробирки и выдерживали при температуре 20 °С в течение $\tau=24$ часов – при параметрах, необходимых для полного отделения фаз: масла, водного раствора и эмульсии. По соотношению между этими фазами строили диаграмму стабильности. Из диаграммы видно, что наибольшая область существования эмульсии у продуктов № 2 и № 1.

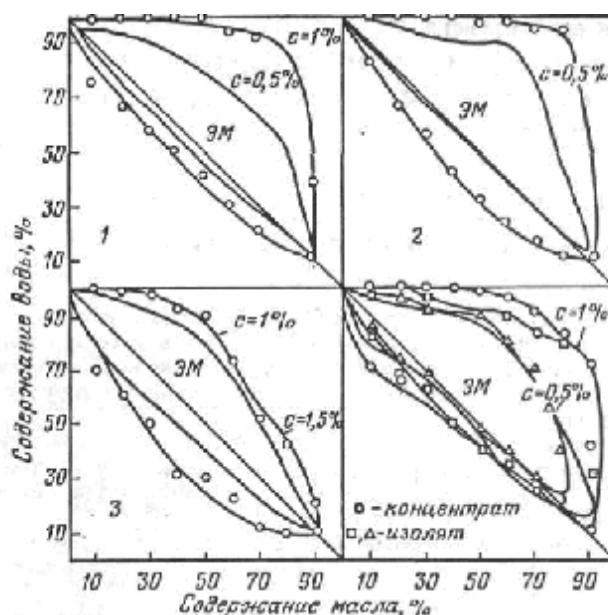


Рисунок 2 – Зависимость стабильности эмульсии от исходной доли неполярной фазы:

1 – продукт № 1; 2 - продукт № 2; 3 – продукт № 3.

На рис. 3 показаны относительные площади неразрушившейся эмульсии ($S_{отн}$). Из рис. 3 видно, что продукты № 1 и 2 обладают более высоким комплексом ФС, чем остальные. Но в то же время все белки – хорошие эмульгаторы, что позволяет предполагать возможность широкого использования их в составе дисперсионной среды пищевых продуктов.

В зависимости от сферы использования белков способы оптимизации их ФС могут быть различными.

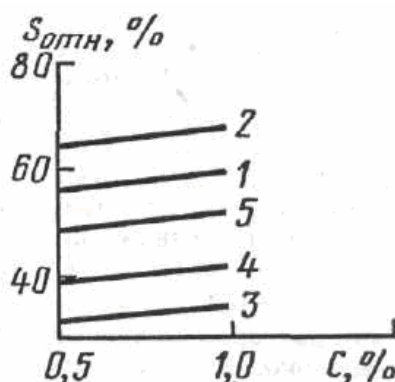


Рисунок 3 – Относительная площадь неразрушившейся эмульсии:

1 – продукт № 1; 2 – продукт № 2; 3 – продукт № 3; 4 – подсолнечный изолят; 5 – подсолнечный концентрат.

В процессе исследования в качестве способов оптимизации использовали химические, технологические и ферментативные процессы. При этом, подсолнечный белок, подвергнутый ферментативной обработке имеет в 1,5-2 раза выше жиросвязывающую способность, чем полученный обычным способом – солевой экстракцией, а после химической обработки повышается водосвязывающая способность в 2-2,5 раза и стабильность эмульсии в 2 раза; соевый белок после технологической обработки в 2 раза увеличивает водосвязывающую способность, а также в 1,5 раза - эмульгирующую способность и стабильность эмульсии.

Белковый продукт, полученный из смеси шротов, имеет более высокий комплекс ФС.

Полученные данные могут быть использованы при получении белковых изолятов из семян и шротов масличных культур с заданными ФС.

Список литературы: 1. Харчування – головний пріоритет держави в стратегії зміцнення здоров'я населення України. Сердюк А.М., Гуліч М.П. – Міжнародна науково-практична конференція, 2003. 2. Cante Charies I., Francen Roger W., Saleeb-Fouand L. J. Am. Oil Chem. Soc., 1979, v. 56. 3. Tolstogusov V.B. Kunstliche Lebensmittel. – Nahrung, 1979, Bd. 23, Nr. 8. 4. Получение белковых веществ из семян подсолнечника. Горшкова Л.М., Рубина Л.В. – Масло-жировая промышленность, 1977, № 12.

Поступила в редколлегию 03.11.08

УДК 664.315.6.004.12

О.К. КУШНАРЕНКО, З.П. ФЕДЯКИНА, Л.В. РУБИНА, Л.М. ФІЛЕНКО
Український науково дослідний інститут олій та жирів Української академії аграрних наук, 61019, пр. Дзюби, 2 а, м. Харків, Україна

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТВЕРДЫХ ЖИРОВ И МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Чинна робота спрямована на теоретичне обґрунтування необхідності розробки, освоєння та впровадження на підприємства олійно-жирової промисловості сенсорного аналізу твердих жирів та маргаринової продукції. Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкту дослідження – розробка основ науково-технічної термінології, яка включає загальні поняття, якісні та кількісні органолептичні характеристики та сенсорні методи оцінок жировмісних харчових продуктів.

The present work is directed on a theoretical substantiation of necessity of working out, development and introduction at the enterprises oil-fatty of the industry of the touch analysis of firm fats and margarine products. Look-ahead assumptions concerning development of object of research – working out of bases of the scientific and technical terminology including the general concepts, qualitative both quantitative органолептические characteristics and touch methods of estimations of fat-containing foodstuff.

Совершенствование технологии производства пищевых продуктов и их качество оцениваются следующими критериями: физиологическая ценность продукта (пищевая и энергетическая сбалансированность по незаменимым компонентам); потребительские показатели (внешний вид, органолептические свойства); экономика производства.

В мировой практике для управления качеством масложировой продукции используют органолептический анализ [1].

Пищевые продукты используются для удовлетворения физиологических потребностей человека, и в этом контексте качество – совокупность ожидаемых потребителем свойств и пригодность для предназначенного использования.

Планирование качества и управление процессом производства маргариновой продукции и твердых жиров осуществляется, прежде всего, с помощью органолептической оценки.

Несмотря на прогресс в области проведения инструментальных методов исследования, в некоторых случаях они не могут заменить сенсорную оценку, позволяющую качественно и количественно фиксировать изменения в продукте при корректировке рецептуры, изменении технологии и др. [2].

Сопоставляя инструментальный и органолептический методы исследования, можно констатировать, что жирнокислотный состав, определенный инструментально, органолептически может охарактеризовать маргариновую продукцию как легкоплавкую, салистую и так далее.

Микробиологические исследования позволяют определить количество и качественный состав микроорганизмов, а органолептический анализ позволяет уловить изменения запаха и вкуса (гнилостного, кислого), происходящие в ходе жизнедеятельности микроорганизмов.

Степень окислительной порчи маргариновой продукции инструментально определяется кислотным, пероксидным и анизидиновым числами, а органолептически проявляется изменением вкуса (окисленный, кислый, прогорклый).

Сенсорный анализ часто используется в сочетании с химическими или физическими измерительными методами, так как эти методы являются более приемлемыми для осуществления различных проверок. Однако, химические и физические методы измерения не могут заменить сенсорный анализ для характеристики сложного поведения пищевого продукта у потребителя.

Для отечественных производителей проблема ответственности за безопасность пищевых продуктов становятся особенно острой в связи с будущим вступлением в Европейский Союз. Стать полноправным членом этого содружества Украина сможет лишь при условии, что наша продукция будет не только высокого качества, но и конкурентоспособной.

Достижению этих целей способствуют существующие системы безопасности и качества пищевых продуктов. В настоящее время в Украине уделяется большое внимание их внедрению на предприятия. Одной из таких систем является сенсорная система контроля качества, областью применения которой в первую очередь является контроль качества продукции на всех стадиях производства и реализации. Сенсорная система является наивысшей ступенью при контроле всей пищевой цепочки; она позволяет оперативно и целенаправленно воздействовать на все стадии пищевых производств.

Существует серия стандартов по сенсорному анализу ISO 67.240, куда входят более 27 стандартов. Отдел исследования технологии переработки масел и жиров Украинского научно-исследовательского института масел и жиров Украинской аграрной академии наук (УкрНИИМЖ УААН) участвовал в гармонизации некоторых из этих стандартов. На базе УкрНИИМЖ УААН были также проведены занятия по вопросам сенсорного анализа, в частности, по вопросам распознавания порогов чувствительности членов дегустационной комиссии с последующим внедрением этой системы на предприятия масложировой отрасли.

Среди существующих систем безопасности и качества пищевых продуктов можно назвать систему НАССР, расшифровываемую как анализ опасных факторов и контрольные критические точки. Данная система позволяет оценивать и контролировать опасные факторы продовольственного сырья, технологических процессов и готовой продукции. Использование системы НАССР на каком-либо пищевом предприятии невозможно без внедрения и следования процедурам, обеспечивающим выполнение общих принципов гигиены пищевых продуктов. Эти принципы устанавливаются Комиссией Кодекс Алиментариус.

Следующая система качества – стандарты серии ISO 9000, разработанные для содействия организациям во введении и обеспечении функционирования эффективных систем управления качеством. Данные стандарты содержат основные положения, требования к системам управления качеством, рекомендации по улучшению их результативности и по аудиту.

С помощью сенсорного анализа решается очень много проблем, среди которых разработка новых видов продукции; поиск эквивалента продукта; изменение технологии; снижение затрат производства и выбор поставщика; усовершенствование продукции; стабильность при хранении; присвоение продуктам определенных сортов и классов; исследование потребительских мнений, приемлемости и предпочтений, и, конечно же, контроль производства.

Органолептической оценкой называют оценку ответной реакции органов чувств человека на свойства продукта как исследуемого объекта, определяется качественными и количественными методами.

Так, с помощью зрительной сенсорной системы оценивается внешний вид продукта, то есть его форма, цвет, блеск, прозрачность, мутность, опалесценция.

Вкусовая сенсорная система позволяет оценивать вкус – сладкий, соленый, горький, кислый, вяжущий, металлический и умами.

С помощью обонятельной сенсорной системы определяют запах, аромат, ноту, нюанс и букет продукта.

Соматосенсорная система обуславливает характеристики текстуры продукта: первая характеристика – механическая, куда относятся твердость, вязкость, эластичность, липкость. Например, по твердости пищевой продукт можно расценивать как мягкий (плавленый сыр), плотный (оливки) и твердый (карамель). По вязкости – жидкий (вода), водянистый (соус), маслянистый (взбитые сливки), вязкий (мед). По эластичности – пластичный (маргарин), тягучий (зефир), упругий (кальмар). По липкости – клейкий (зефир), липкий (сливочный ирис) и вязкий (переваренный рис).

Вторая характеристика текстуры – геометрическая, куда входят зернистость и внутренняя структура. Опять же, по зернистости продукт может быть однородный (мороженое), песчаный (некоторые сорта груши), зернистый (манная крупа), грубый (отварной рис). По внутренней структуре – волокнистый (сельдерей), ячеистый (пульпа апельсина), кристаллический (сахарный песок).

И, наконец, последняя характеристика структуры – поверхностная – это влажность и жирность. По влажности продукты могут быть сухие (крекер), влажные (яблоко), мокрые (устрицы), сочные (апельсин), мясистые (мясо), водянистые (арбуз). По жирности продукты можно разделить на маслянистые (салат, заправленный маслом), жирные (бекон), салостые (сало).

Необходимо отметить, что если мы хотим описать характеристику какого-либо определенного продукта, например, твердость маргарина, термин «плотный продукт» в

данном случае уже не будет ассоциироваться с оливками, поэтому для твердости маргарина нужно прописать узкое ранжирование показателей.

Заниматься органолептической оценкой продукции может далеко не каждый человек в силу своей индивидуальной сенсорной чувствительности. У некоторых людей наблюдается полная или частичная потеря обонятельной, осязательной и вкусовой чувствительности, следовательно, быть дегустаторами, или правильнее сказать испытателями, они не могут [3]. К сожалению, на предприятиях до сих пор существует зачисление в дегустационные комиссии по принципу должностного ранга, причем сенсорная чувствительность совершенно не учитывается. При этом по статистике лишь 40 % из общего состава таких комиссий способны быть испытателями.

Поэтому очень важно правильно и грамотно сформировать панель испытателей.

Термин «испытатель» расшифровывается как любое лицо, принимающее участие в органолептическом анализе. Испытатели классифицируются следующим образом:

- неподготовленные, то есть лица, выбранные для участия в органолептическом анализе без каких-либо критериев, попросту говоря, люди с улицы;

- ознакомленные испытатели – лица, уже принимавшие участие в органолептическом анализе;

- отобранные испытатели – лица, выбранные для участия в органолептическом анализе с учетом индивидуальной сенсорной чувствительности (могут быть испытатели лишь по вкусу, лишь по запаху);

- обученные испытатели – отобранные и прошедшие обучение по методике проведения испытания, хорошо ознакомленные с тестируемым продуктом и его характеристиками;

На ступень выше стоит аттестованный испытатель – отобранный и обученный, подтвердивший результатами контрольных тестов правильность и воспроизводимость своих сенсорных оценок. После подтверждения такой испытатель получает сертификат [4].

Еще более высокое место в данной иерархии занимает эксперт, и его главное отличие от ранее названных в том, что может выдавать заключения.

Далее следует эксперт-испытатель, работающий под контролем, и, наконец, самое высокое место занимает специализированный эксперт, который работает уже без контроля [5].

Необходимо помнить, что, находясь на любой ступени условной иерархии испытателей, можно, обучаясь специальным методикам и тренируя сенсорную память, развивать свои сенсорные способности и продвигаться вверх по этой лестнице.

На предприятиях из испытателей различного уровня формируются так называемые панели, которые классифицируются следующим образом: формальные, неформальные и исследовательские [6]. Формальная панель служит для контроля качества продукции на производстве. Целесообразно эту панель строить из отобранных и обученных испытателей.

Неформальные панели предназначены для изучения реакции потребителей на произведенную продукцию, сюда могут входить необученные и ознакомленные испытатели. На практике это панель внешних потребителей – не участвующих в производственном процессе, и панель внутренних потребителей – работников предприятия.

Последний вид панели, исследовательская, предназначен для проведения научных исследований, разработки новых продуктов. Естественно, в эту панель

должны входить испытатели более высокого уровня: обучены и аттестованные испытатели и эксперты.

Какие же методы органолептического анализа существуют, и в каких случаях они применяются. Первая группа методов – различительные, применяемые в органолептическом анализе для обнаружения различий между двумя продуктами. Практически применяются для сравнения уровня качества (то есть, например, какой продукт более сладкий), подбора эквивалентных продуктов, определения пороков продукта, исследования замены ингредиентов.

Перечень различительных методов таков: метод парного сравнения; метод «А» – «не А»; метод триангулярный (или метод треугольника); метод дуо-трио; метод «2 из 5» [7].

Наиболее распространен метод парного сравнения, где за один тест определяется одна характеристика. Используется для определения предпочтений между тестируемыми образцами. Предусматривает однозначный ответ, например, на вопрос: «Какой образец из двух более сладкий» [8].

Метод «А не А» используется для исследования различий образцов, идентификации новых стимулов в сравнении с уже известными, для определения чувствительности испытателей к определенным стимулам. Например, исследование различий сладкого вкуса сахарозы и подсластителя [9].

Триангулярный метод используется для установления слабых различий образцов, для отбора и обучения испытателей. Суть метода в следующем: формируется сет из трех образцов, нужно найти образец, отличный от двух других [10].

Метод дуо-трио – это симбиоз парного и триангулярного методов. Суть – в формировании сетов из трех образцов, одним из которых является контроль. Необходимо определить образец, отличный от контроля. Это очень хороший метод, являющийся основополагающим при контроле качества продукции. На практике применяется, если вводится новая рецептура и нужно узнать, будет ли новый продукт восприниматься отличным от старого с сенсорной точки зрения [11].

Метод «2 из 5». Формируются сет из пяти образцов. Цель: разбить на две группы, каждая из которых имеет свой импульс. Главный плюс метода – высокая вероятность получения правильных ответов [7].

Вторая группа методов органолептического анализа – методы с использованием шкал и категорий. Это ранговый метод, метод группировки, рейтинговый метод или метод шкал, балльный метод или метод «скоринг», и метод сортировки [7, 12].

Ранговый метод. Цель: расположить образцы в определенной последовательности. Применяется для предварительного отбора образцов для дальнейших тестирований с использованием более точных методик; также применяется для определения порядка, в котором выставляются предпочтения потребителей [13].

Метод группировки. Существует для оценки каких-либо дефектов, содержащихся в продукте, для классификации продуктов в зависимости от их качества (например, присвоение сортов) [7].

Рейтинговый метод (метод шкал). Рейтинг – это присвоение баллов. В данном методе существует определенная шкала, на основании которой присваивается значение продукту. Применяется для оценки интенсивности одной или более характеристик, для оценки степени предпочтения [7].

Балльный метод. Применяется для оценки интенсивности одной или нескольких характеристик. Суть: существует контроль и опытные образцы, отличные от контроля. Один балл – идентичен контролю; два балла – различие ощущается, но степень

различия не распознается; три балла – слабое распознавание; четыре балла – сильное различие; пять баллов – другой образец [7].

Метод сортировки. Применяется для классификации продуктов согласно их уровню качества, основан на оценке одной или нескольких характеристик [7].

Третья группа – описательные методы сенсорного анализа. Основаны на том, что сенсорные свойства продукта состоят частично из точно определенных ароматических, вкусовых и других характеристик и частично из совокупности характеристик, не определяемых по отдельности [7].

Практически применяются для усовершенствования или разработки продукции, изучения влияния старения продуктов, определения стандартов производства, сравнения продукта с другими, имеющимися в продаже.

Методика: испытуемый продукт подвергают сенсорному анализу и качественно описывают терминами – дескрипторами. Далее производится количественная оценка отдельных характеристик, формирующая общее впечатление о продукции на базе уже записанных дескрипторов. Удаляются термины синонимы; термины, не лучшим образом характеризующие продукт; два противоположных по смыслу термина заменяются одним (по согласованию с испытателями). Окончательное количество дескрипторов составляет не более пятнадцати [14]. Результаты представляются в виде шкалы (зависимость характеристик от времени) или в виде сенсорного профиля продукта [15], пример которого вместе с дескрипторами представлен на рисунке 1 (в качестве исследуемого продукта выбран маргарин).



Рисунок 1 – Пример сенсорного профиля маргарина

В сенсорной программе контроля качества важную роль при оценке качества продукции играют органы чувств, потребитель «пробует на вкус», в некоторых случаях инструментальные методы не могут заменить сенсорную оценку, например, в анализе запаха, или во взаимодействии ингредиентов (соль и сахар).

Реализация сенсорной программы контроля качества предусматривает определение стандартов и пределов толерантности, обучение квалифицированных испытателей, наличие так называемых «музеев дефектов» – наглядного пособия для испытателя, определение метода подготовки образцов, выбор метода для сенсорного контроля качества.

К сенсорной программе контроля качества выдвигаются определенные требования: быстрое определение дефектов для исправления в процессе производства (on-line), для чего используются простые тесты, доступные (даже в ночное время) обученные испытатели, обеспечиваются указания для исправления дефектов.

Внедрение сенсорной программы контроля качества на предприятия пищевой, в частности масложировой, отрасли на сегодняшний день является актуальным и целесообразным.

Сотрудниками УкрНИИМЖ УААН разрабатывается научно-техническая программа по разработке, освоению и внедрению в масложировой отрасли сенсорного анализа твердых жиров и маргариновой продукции.

Программой предусмотрена разработка основ научно-технической терминологии, включающей общие понятия, качественные и количественные органолептические характеристики, сенсорные методы оценок пищевых продуктов и термины, характеризующие индивидуальные особенности чувствительности дегустаторов.

Использование сенсорного анализа в масложировой отрасли позволит улучшить качество готовой продукции, совершенствовать технологический процесс производства в направлении создания новых видов маргариновой продукции с заданными свойствами.

Список литературы: 1. Смирнова Е.А., Беркетова Л.В., Скурихин И.М. Органолептический анализ. М., 2006 г. 2. Органолептические методы оценок пищевых продуктов. Терминология. Отв. ред. Головня Р.В. М., «Наука», 1990 г. 3. Сенсорный анализ продовольственных товаров. Под ред. Родиной Т.Г., М., 2004 г. 4. ISO 8586-1:1993 Сенсорный анализ. Общее руководство по отбору, обучению и контролю испытателей. Часть 1: Отобранные испытатели. 5. ISO 8586-2:1994 Сенсорный анализ. Общее руководство по отбору, обучению и контролю испытателей. Часть 2: Эксперты. 6. Скурихин И.М., Смирнова Е.А., Беркетова Л.В. Разработка критериев оценки сенсорной чувствительности. Пищевая пр-ть, 2008, № 1. 7. ISO 6658:2005 Сенсорный анализ. Методология. Общее руководство. 8. ISO 5495:2005 Сенсорный анализ. Методология. Метод парного сравнения. 9. ISO 8588:1987 Сенсорный анализ. Методология. Метод «А не А». 10. ISO 4120:2004 Сенсорный анализ. Методология. Триангулярный метод. 11. ISO 10399:2004 Сенсорный анализ. Методология. Метод «Дуо – трио». 12. ISO 4121:2003 Сенсорный анализ. Методология. Оценка пищевых продуктов методами шкал. 13. ISO 8587:1988 Сенсорный анализ. Методология. Ранговый метод. 14. ISO 11035:1994 Сенсорный анализ. Идентификация и выбор дескрипторов для разработки сенсорного профиля с использованием многостороннего подхода. 15. ISO 13299:2003 Сенсорный анализ. Методология. Общее руководство для разработки сенсорного профиля.

Поступила в редколлегию 20.10.08 г.

УДК 665.3:577.152.31

ОСМАНОВА О.В., наук. співр., НТУ «ХПІ», **ВИНОГРАДНИЙ М.М.**, старший наук. співр., НТУ «ХПІ», **ГЛАДКИЙ Ф.Ф.**, докт. техн. наук, НТУ «ХПІ»

ФЕРМЕНТНА ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ХАРЧОВИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

В статті наведено результати досліджень щодо впливу основних технологічних факторів на ефективність процесу прямої етерифікації жирних кислот поліолами у присутності біокатализаторів. Визначені умови отримання харчових поверхнево-активних речовин за простою і прийнятною для промислової реалізації технологією.

The results of investigation of influence of basic technology factors on efficiency of process of direct esterification of fatty acids by polyols in the presence of biocatalyst are give in this

article. Conditions of obtaining of food surface-active substances by simple and acceptable industry technology were determined.

Складні ефіри жирних кислот і поліолів широко використовуються як неіоногенні поверхнево-активні речовини (ПАР) у складі харчових продуктів та парфумерно-косметичних і медичних препаратів. Широке поширення як харчові ПАР отримали жирнокислотні ефіри пропіленгліколю, полігліцерину та гліцерину [1].

Традиційно жирнокислотні ефіри поліолів отримують етерифікацією жирних кислот у присутності кислих або лужних каталізаторів. При цьому застосовують методи гомогенного каталізу, що базуються на уведенні у реакційну суміш п-толуолсульфофосфатної [2], сірчаної або соляної кислоти, а також кислот Льюїса [3]. Відомі технології виробництва складних ефірів жирних кислот у присутності хімічних каталізаторів передбачають застосування високих температур, що призводить до утворення складної суміші продуктів реакції, і тому продукт реакції потребує подальшого очищення.

В останній час зростає кількість публікацій щодо проведення реакцій етерифікації жирних кислот поліолами у присутності біокаталізаторів. Основні переваги їх застосування перед традиційними хімічними каталізаторами – відносно «м'які» умови протікання реакцій, стерео- та регіоспецифічність ферментів, що виключає протікання побічних реакцій і обумовлює високу чистоту продуктів реакції [4-7].

Зазначене обумовлює актуальність досліджень щодо особливостей ферментативної етерифікації жирних кислот поліолами з метою визначення найбільш прийнятних для промислової реалізації технологічних параметрів процесу.

На підставі аналітичних досліджень світового рівня розробок щодо ферментативної етерифікації жирних кислот поліолами були визначені умови для проведення попередніх експериментів з метою з'ясування впливу походження імобілізованих ферментних препаратів на ефективність процесу.

Виконано порівняльну оцінку каталітичної активності трьох естераз (Ліпозим TL IM, Ліпозим RM IM та Новозим 435) у реакціях етерифікації пальмітинової кислоти пропіленгліколем.

Дослідження виконували в термостатованому роторно-плівковому реакторі за таких умов: еквімолекулярне співвідношення компонентів субстрату; концентрація ферментного препарату – 5% від маси субстрату; температура 70 °С; частота обертання реактора 110±5 об./хв.

Отримані кінетичні залежності перетворень зображені на рис.1.

Найвищу активність у досліджуваному процесі виявляє Новозим 435 – ступінь етерифікації за 4 години склала 80,5%. Ліпозим TL IM практично не каталізує реакцію утворення складних жирнокислотних ефірів поліолів, а Ліпозим RM IM займає проміжне положення. Його активність майже в 2,3 рази нижча, аніж у Новозима 435.

Висока термічна стабільність ферментного препарату Новозим 435 дозволяє здійснювати етерифікацію при температурах, що перевершують температури плавлення вихідних жирних кислот і, тим самим, виключити застосування органічних розчинників для гомогенізації вихідного субстрату.

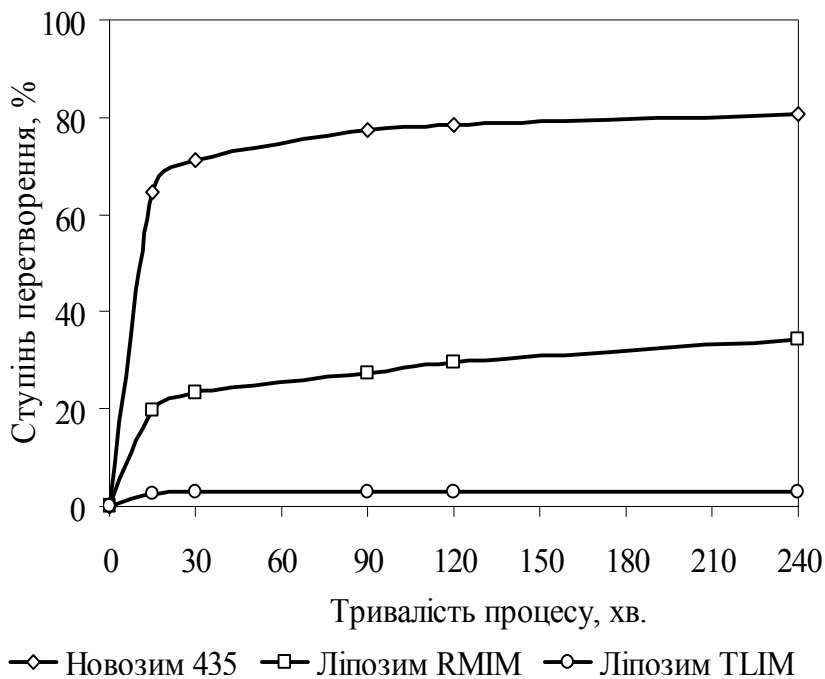


Рис.1 Вплив природи ферментного препарату на ефективність утворення пропіленглікольпальмітату

На підставі отриманих результатів в усіх подальших дослідженнях використовували ферментний препарат Новозим 435.

Відомо [8], що на швидкість і глибину етерифікації жирних кислот впливають природа і концентрація каталізатора, температура, хімічна будова вихідних компонентів, інтенсивності перемішування і видалення реакційної води. Зважаючи на те, що досліджуваний процес має оборотний характер, для підвищення виходу цільового продукту доцільним є видалення реакційної води із

зони реакції. Для виведення реакційної води із зони реакції можна використовувати кілька способів: азеотропну дистиляцію, продування інертним газом, вакуумування, уведення зневоднюючих агентів та інші. Найбільш прийнятним за ефективністю та технікою застосування в виробничих умовах способом є вакуумування.

Вплив вакууму на ступінь етерифікації пальмітинової кислоти пропіленгліколем визначали за таких умов: еквімолекулярні кількості жирної кислоти і поліолу, температура 70 °С, концентрація ферментного препарату Новозим 435 – 10% від маси субстрату, частота обертання реактора 110±5 об./хв., залишковий тиск в реакторі 35±5 мм рт. ст.

Графічне зображення впливу розрідження на глибину перетворення наведено на рис. 2.

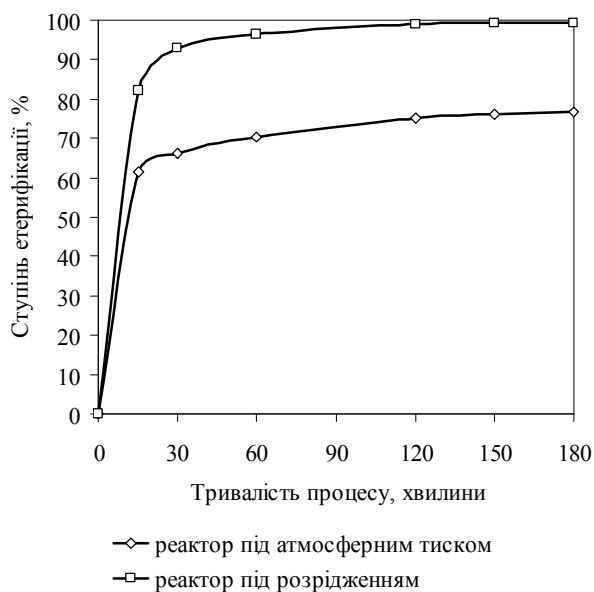


Рис. 2 Вплив розрідження в реакторі на глибину етерифікації

Отримані результати засвідчують, що видалення реакційної води під розрідженням забезпечує значне скорочення тривалості процесу і суттєве поліпшення якості продукту етерифікації, тому що отриманий кінцевий продукт практично не містить вихідних складових субстрату і не потребує подальшого очищення, тобто є цільовим.

Подальші дослідження, за винятком спеціально оговорених випадків, проводили в роторно-плівковому реакторі з використанням ферментного препарату Новозим 435 за таких умов:

- залишковий тиск в реакторі 35±5 мм рт. ст.;

- еквімолярне співвідношення компонентів субстрату;
- частота обертання реактора 110 ± 5 об./хв.

За критерій ефективності впливу окремих технологічних факторів на інтенсивність процесу етерифікації приймали тривалість процесу до отримання продукту реакції з кислотним числом 4 мг КОН/г.

Для визначення впливу будови жирних кислот на каталітичну активність ферментного препарату Новозим 435 були використані жирні кислоти, які входять до складу найбільш поширених на вітчизняному ринку олій та жирів: лауринова (C12:0), міристинова (C14:0), пальмітинова (C16:0), стеаринова (C18:0) і олеїнова (C18:1).

Вплив будови жирних кислот на інтенсивність процесу їх прямої етерифікації пропіленгліколем визначали за зазначених вище умов з таким доповненням - концентрація каталізатора складала 30% від маси пропіленгліколю.

Отримані результати представлено на рис.3.

Установлено, що каталітична активність ферментного препарату Новозим 435 щодо відносно низькомолекулярних жирних кислот (лауринової, міристинової) майже втричі вища, ніж кислот C16, C18.

Дослідження впливу концентрації ферментного препарату Новозим 435 на ефективність утворення пропіленглікольпальмітату були виконані за стандартних умов при температурі 70 °С. Концентрацію каталізатора змінювали у межах 10-40 % від маси пропіленгліколю. Результати експериментів проілюстровано на рис.4.

Отримані дані показують, що при збільшенні концентрації каталізатора від 10 % до 20 % пропорційно (майже вдвічі) скорочується тривалість процесу.

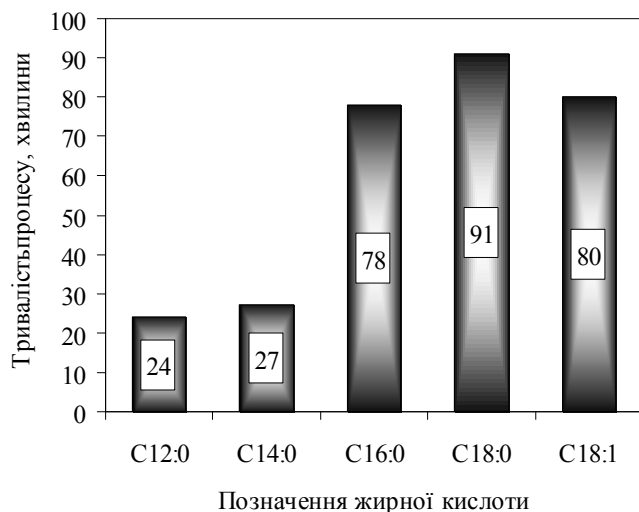


Рис.3 Вплив природи жирної кислоти на ефективність етерифікації пропіленгліколю

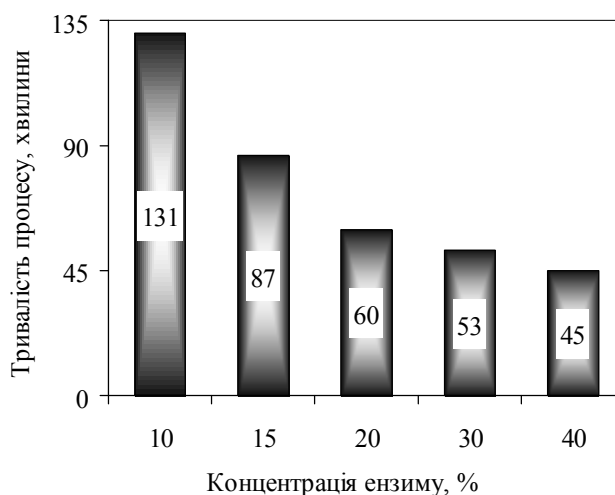


Рис.4 Вплив концентрації Новозиму 435 на інтенсивність процесу

Подальше подвоєння кількості каталізатора від 20 % до 40 % лише на 25 % скорочує тривалість етерифікації. Така кількість каталізатора складає приблизно 5-10 % від маси субстрату і є цілком достатньою для ефективної етерифікації жирних кислот поліолами.

Вплив температури у реакціях за участі біокатализаторів має двійчастий характер – з однієї сторони її підвищення позитивно впливає як на взаємну розчинність компонентів субстрату, так і на швидкість реакції, а з іншої - воно сприяє термічній інактивації ензиму.

Для визначення впливу температури на інтенсивність процесу прямої ферментативної етерифікації використовували субстрат, який складався із еквімолярних кількостей пропіленгліколю і олеїнової кислоти, що дозволило виконати дослідження у широкому інтервалі температур.

Температуру змінювали в інтервалі 40-100 °С, фіксуючи її значення через кожні 10 °С. Концентрація ферменту становила 20 % від маси пропілен-гліколю. Графічну інтерпретацію результатів досліджень наведено на рис. 5.

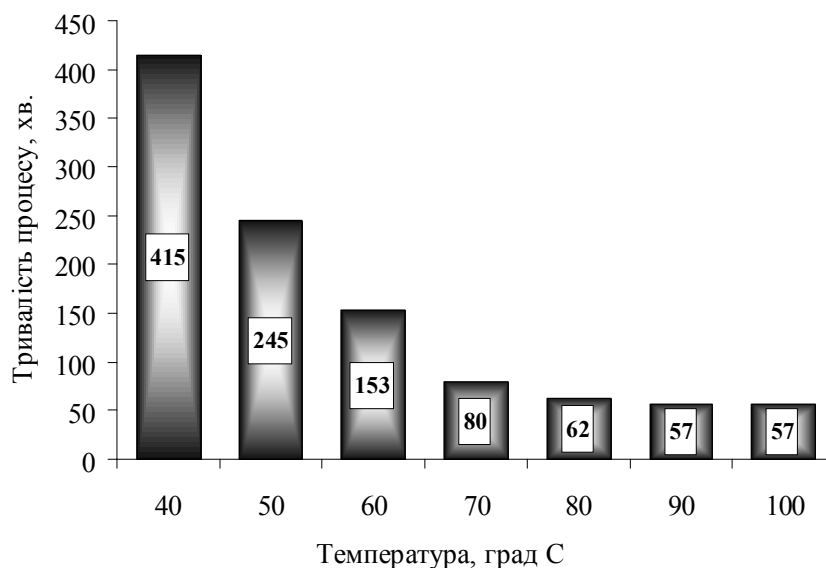


Рис.5 Вплив температури на інтенсивність процесу прямої етерифікації пропіленгліколю олеїновою кислотою

Аналіз цих даних свідчить про те, що при зростанні температури від 40 °С до 70 °С тривалість процесу інтенсивно спадає (більше ніж у п'ять разів), а в інтервалі 80-100 °С практично не змінюється. Очевидно, що в інтервалі 70-80 °С знаходиться критична температура початку термічної інактивації ензиму.

На підставі отриманих результатів методом центрального композиційного ротатабельного планування експерименту досліджено сукупний вплив основних технологічних параметрів на ступінь етерифікації пальмітинової кислоти пропіленгліколем і визначено раціональні умови проведення процесу. За цих умов тривалість процесу до отримання продукту реакції з кислотним числом 4 мг КОН/г (ступінь перетворення >98%) складає одну годину. Отриманий кінцевий продукт практично не містить вихідних складових субстрату і тому не потребує подальшого очищення, тобто є цільовим.

Таким чином, встановлено, що прямою ферментною етерифікацією поліолів жирними кислотами можна отримувати харчові ПАР за простою й прийнятною для промислового застосування технологією.

Список літератури: 1. *Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н.* Пищевые добавки. — М: Колос, Колос-Пресс. 2002. — 256 с. 2. *Петрова М.К.* Получение и анализ пропиленгликольмоно-стеарата/ Труды ВНИИЖ. Получение, анализ и применение пищевых

ПАВ. Л., 1978. 3. *Martin J.B., Lutton E.S.* Preparation and phase behavior of positionally isomeric propylene glycol monoesters / *JAOCS*, 1965, 42, №6. P.529-533. 4. *Jei-Fu Shaw, Shian Lo.* Production of propylene Glycol fatty acid monoesters by lipase-catalysed reactions in organic solvents / *JAOCS*, 1994, 71, №7. P.715-719. 5. *Kuan-Ju Liu, Jei-Fu Shaw.* Synthesis of propylene Glycol Monoesters of Docosahexaenoic acid and Eicosapentaenoic acid by lipase-catalized esterification in organic solvents / *JAOCS*, 1995, 72, №11. P.1271-1274. 6. *Kuan-Ju Liu, Shui-Tein Chen, and Jei-Fu Shaw.* Lipase-Catalyzed Transesterification of Propylene Glycol with Triglyceride in Organic Solvents. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, 46, №9. P.3835 -3838. 7. *Charlemagne D., Legoy M.D.* Enzymatic synthesis of polyglycerol-fatty acid esters in a solvent-free system *JAOCS*, 1995, 72, №1. P.61-64. 8. Fatty acids. Their chemistry, properties, production and uses / *Edited by K. Markley.* Part 2. New York – London. Interscience publishers, 1961. 1485 pp.

Поступила в редколегію 20.10.2008

УДК 637.3.03:54-32:637.12'639

РИЖКОВА Т.М., канд. техн. наук, доцент, **ТРУСКОВА Т.Ю.** – зав. лабораторією, к.б.н., старший науковий співробітник, **КУЗНЄЦОВА Л.М.**, молодший науковий співробітник та Григорова Л.І. завідувачка лабораторією інструментальних досліджень УкрНДІОЖ УААН

ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ СИЧУЖНИХ СИРІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ КОЗИНОГО МОЛОКА ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ

В статті наводяться дані про позитивний вплив оптимальних доз двох видів органічних кислот: аскорбінової та лимонної, що спрямований на підвищення біологічної цінності розсільних сирів, виготовлених з козиного молока, зокрема, на збільшення в них есенціальних жирних кислот.

У теперішній час, у зв'язку з дефіцитом коров'ячого молока, спеціалісти молокопереробних підприємств звернули увагу на козине молоко. У зв'язку з цим розроблювались технології переробки нового (для молочної промисловості) вида сировини – козиного молока, на широкий асортимент ферментованих молочних продуктів, в тому числі на сичужні сири, що має важливе практичне значення.

Відомо, що фізико хімічні показники і технологічні властивості козиного молока відрізнялись від коров'ячого, наприклад, кислотністю, що титрується - 15°Т (при 17 °Т в коров'ячому). Слабка коагуляція молока, обумовлювала підвищений відхід часток згустку в сироватку, що було причиною низького виходу сыру [1]. Тому при виробництві козиних сирів використовувались підвищені дози хлористого кальцію і закваски, а також для збільшення кислотности молочної сировини, що титрується, використовувалась ортофосфорна кислота [2-3]. Нехватка в раціоні харчування населення вітамінів і мікроелементів класифікувалася під терміном “Прихований голод”, який був не менш небезпечним ніж наявний. Причому, особливо гостро він відбивався на здоров'ї дітей, вагітних жінок та людей похилого віку. Він проявлявся дефіцитом вітаміну «С» і сприяв появі цинги, а вітаміну «А» - «курячою сліпотою» [4]. Ефективними антиоксидантами були токофероли, а в ще більшому ступені - аскорбінова кислота, додавання якої в молоко з наступною його гомогенізацією, сприяло зменшенню в ньому кількості, до 25%, нітратів [5]. Таким чином існують відомості про позитивний вплив аскорбінової кислоти на показники безпеки питного

молока. Проте відомостей про її вплив на зміни біологічної цінності сиру в наукових джерелах, не зустрічалося.

Мета досліджень. Визначити вплив оптимальних доз, двох видів органічних кислот, при переробці козиного молока на розсільні сири, на біологічну цінність готового продукту.

Методи досліджень. Смаку і запаху – органолептично, температури, масової частки жиру, білку, густини, кислотності, що титрується, вологи і сухої речовини в сирі, поваренної солі в продукті відповідно за ГОСТ 26754; ГОСТ 5867; ГОСТ 23327, 25179; ГОСТ 3625; ГОСТ 3624; ГОСТ 3626; ГОСТ 13830. Жирно-кислотний склад - методом газової хроматографії метилових ефірів жирних кислот згідно з ДСТУ ISO 5508:2001 на хроматографі ХРОМ 5.

Були виготовлені партії сирів із козиного незбираного молока. Прототипом технології виробництва контрольної партії продукту був розсільний сичужний «Козацький» свіжий сир, з використанням 1,0% виробничої закваски для м'яких сичужних та розсільних сирів, яка використовувалася при виробництві усіх партій продукту. Дослідні партії сиру (Д-1) та (Д-2) виготовлялись для стимуляції розвитку вищевказаної заквашувальної мікрофлори з додаванням оптимальних доз аскорбінової та лимонної органічних кислот, про кількісний показник яких, повідомлялось раніше. Вони добавлялись до козиного пастеризованого і охолодженого до температури заквашування молока у вигляді 2,5% водного розчину.

Досліди супроводжувались проведенням фізико-хімічних та біохімічних досліджень.

Масова частка жиру та білка в козиному молоці становила відповідно 3,8 та 2,76%. Густина та кислотність, що титрується - відповідно 27,8 °А та 16 °Т. Смак і запах був властивим свіжому козиному молоку зі специфічним присмаком жиропоту кіз.

Вивчення динаміки зміни активної кислотності (рН) молока після внесення аскорбінової та лимонної кислот показали, що активна кислотність вихідного козиного молока складала 6,45 рН од. При внесенні 0,01 та 0,1% аскорбінової кислоти даний показник змінювався до відповідно до 6,20 та 5,95 рН од. А під дією таких самих доз лимонної кислоти відповідно до 6,10 та 5,65 рН од. Тобто зі збільшенням доз двох видів кислот, активна кислотність молока зменшувалась прямо пропорційно їх кількості. Проте, більш ефективно зменшувалась активна кислотність молока (на 0,3 рН од.) під дією аскорбінової ніж лимонної кислоти. Аналізувалися фізико-хімічні показники сирів, виготовлених з козиного молока з додаванням двох видів кислот та без них (таблиця 2). Із даних таблиці 2 видно, що кожний вид із використаних нами в досліді видів органічних кислот, позитивно впливав на фізико-хімічні показники готового продукту, в тому числі на зменшення втрат жиру з сироваткою на 0,1%, а також на збільшення масової частки жиру в дослідних партіях сиру в порівнянні з контрольною відповідно на 1,1 та 1,3%.

Сир, виготовлений з використання аскорбінової кислоти мав найбільшу кислотність, що титрується, в порівнянні з контрольною партією сиру та дослідною, виготовленою з додаванням лимонної кислоти, відповідно на 6 та 2 °Т.

Як показала органолептична оцінка якості сирів, прояв присмаку жиропоту кіз в дослідній партії сиру як з аскорбіновою, так із лимонною кислотами, в порівнянні з контролем був найменшим. Це сприятиме наближенню товарознавчих показників сиру до характеристик продукту, виготовленому із коров'ячого молока та збільшенню на нього попиту споживачів.

Таблиця 2-Фізико—хімічні показники козиних сирів, виготовлених з використанням та без них

Показники	Назва партії сиру з використання органічних кислот чи без них		
	без кислот (контрольна)	аскорбінової кислоти дослідна (Д-1)	лимонної партія - дослідна (Д - 2)
Масова частка жиру відносно сухих речовин сиру,%	58,1	59,2	59,4
Білка,%	24,6	23,2	24,6
Вологи,%	55,8	55,4	55,6
Сухих речовин	44,2	44,6	44,4
Повареної солі в 5 ти добовому сирі, %	4,0	4,0	4,0
Кислотність, що титрується, о Т	108,0	114,0	112,0
В підсирній сироватці			
Жиру, %	0,6	0,5	0,5
Кислотність, що титрується о Т	15	17	16
Густина, о А	24,6	24,2	24,0

Проводився аналіз жирнокислотного складу козиного молока і сирів з використанням двох видів кислот та без них (таблиця 3).

Таблиця 3 - Жирнокислотний склад козиного молока та сирів із нього,%

Жирна кислота	Назва об'єкту досліджень			
	Козине молоко	сир з козиного молока		
		контрольна	Дослідні з додаванням оптимальної дози кислот	
			без додавання кислот)	Д – 1 аскорбінової	Д – 2 лимонної
C ₆	0,3	-	-	-
C ₈	0,8	0,4	-	0,6
C ₁₀	6,1	2,8	0,8	1,6
C ₁₂	3,7	2,8	1,0	2,1
C ₁₄	11,2	10,6	7,3	13,8
C ₁₅	2,0	3,1	2,1	2,9
C ₁₆	37,6	36,5	32,9	30,8
C ₁₈	12,9	13,8	17,2	14,4
C _{18:1}	20,8	23,6	28,8	26,8
C _{18:2}	2,6	4,2	7,7	4,5
C _{18:3}	2,0	2,2	1,2	2,8
Із них не межових	25,4	30,0	37,7	34,1
Есенціальних	4,6	6,4	8,9	7,3

Із даних таблиці 3 видно, що з молока в контрольну партію сиру перейшло 30,0% не межових жирних кислот, в тому числі з них 4,6% не замінних (есенціальних).

Використання аскорбінової органічної кислоти при виготовленні дослідної партії (Д – 1) сиру, сприяло збільшенню в ньому не межових і есенціальних кислот відповідно на 4,6 та 1,8%, а лимонної - їх збільшенню в дослідному (Д-2) сири, відповідно на 8,7 та 2,7% порівнянні з показниками контрольної партії сиру.

Висновки 1. Запропонований нами спосіб використання при виробництві сичужних сирів двох видів органічних кислот, дозволить не тільки збільшити щільність згустків, але й підвищити показники біологічної цінності козиних сирів. 2. На підвищення біологічної цінності сиру вплив лимонної кислоти виявився більшим ніж аскорбінової.

Список літератури: 1. Мастерских Д.Г. Козье молоко в производстве молочной продукции /Д.Г. Мастерских //Переработка молока. – 2007. - № 11. – С. 53. 2. Суюнчев О.А. Новые технологии продуктов из козьего молока /О.А. Суюнчев, В.А. Самойлов, В.В. Шестаков //Сыроделие и маслоделие.– 2006. - № 1. - С.44-45. 3. Оноприйко А.В. Твердый сыр из козьего молока /А.В. Оноприйко, Оноприйко В.А. //Сыроделие. - 1999. - № 1. - С. 30 – 31. 4. Коровина Н.А. Скрытый голод уносит почти половину нашего здоровья / Н.А. Коровина //Молочная промышленность. – 2001. – С. 33-34. 5. Шидловская В.П. Влияние витамина “С” на изменение содержания в молоке нитратов и нитритов /В.П. Шидловская, Н.И. Смотракова //Молочная промышленность. – 1996. - № 8. –С.14 - 15.

Поступила в редколлегию 20.10.2008

УДК 665:664.3:577.152.311

НЕКРАСОВ П.О., канд. техн. наук, доцент, РЕШЕТНЯК Н.В.

БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ ДІАЦИЛГЛІЦЕРИНІВ ω-3 НЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ

В роботі отримано лляну олію, що збагачено діацилгліцерином, шляхом ферментативної етерифікації та гліцеролізу відповідно за допомогою іммобілізованих препаратів ліпаз Ліпозим RM IM та Новозим 435 («Novozymes», Данія). Досліджено бактерицидну дію одержаного продукту.

In present work DAG flaxseed oil was obtained by means of enzymatic esterification and glycerolysis with immobilized lipases preparations Lipozyme RM IM and Novozym 435 (Novozymes, Denmark). Bactericidal properties of product obtained were investigated

Рівень цивілізації суспільства оцінюється за станом здоров'я нації. Їжа вносить істотний вклад у цей стан, що у кілька разів перевищує вплив лікарських препаратів.

В передових країнах світу сформульована державна політика в галузі харчування, сучасні уявлення щодо ролі харчових продуктів склалися у нову стратегію здоров'я.

З огляду на значний ріст захворюваності серед населення України та домінування харчового фактору в патогенезі захворювань, однією із найбільш актуальних соціальних задач нашого часу є розроблення нових вітчизняних технологій харчових продуктів функціонального призначення, направлених на захист та збереження здоров'я людей.

За даними The Micronutrient Initiative (США) збагачення їжі біологічно активними та функціональними речовинами дозволяє: запобігти чотири з десяти дитячих смертей, знизити материнську смертність більш, ніж на третину, підвищити працездатність на 40%, збільшити IQ населення на 10–15 пунктів, збільшити валовий продукт країни на

5%. Це той напрямок профілактичної медицини та харчової промисловості, що в 21 столітті створить реальні передумови збільшення середньої тривалості життя, збереження фізичного та духовного здоров'я, соціального і морального задоволення, активного життя у літніх людей і народження здорового покоління.

Інноваційним шляхом розвитку цих технологій в олійно-жировій галузі є випуск жирових продуктів, збагачених діацилгліцеридами. Останні сприяють зниженню концентрації тригліцеридів у сироватці крові. Як результат, це запобігає гіперліпемії, приводить до зменшення маси тіла людини та зниженню відкладень жиру на внутрішніх органах [1–5].

Традиційно неповні ацилгліцерини синтезують шляхом гліцеролізу при температурі 170-250°C з використанням хімічного каталізаторів, таких як алкоголяти, оксиди свинцю, марганцю, магнію [6]. До недоліків цього процесу належать низькі вихід та чистота цільового продукту. Ферментативні технології дозволяють вирішити ці проблеми.

Використання ферментів у олійно-жировій промисловості усе ще знаходиться на ранній стадії розвитку, однак темпи упровадження біокаталітичних технологій у цю галузь збільшуються з кожним роком. Цей факт пояснюється багатьма перевагами, що вони надають. По-перше, це значне зменшення капітальних інвестицій у порівнянні з хімічними процесами за рахунок менш складного апаратного оформлення. По-друге ці технології не використовують шкідливих для здоров'я людини та навколишнього середовища хімічних реагентів. Ферменти — це білкові речовини, що є частиною природного середовища та здатні до біологічного розкладення. Ферментні технології забезпечують економію енергоресурсів, скорочення кількості втрат сировини, підвищення виходу цільових продуктів, їх високу якість і дозволяють будувати гнучку схему технологічного процесу.

Методи отримання неповних ацилгліцеринів за допомогою ферментів широко вивчаються на даний час.

Так, при вивченні процесу ферментативного гліцеролізу соєвої олії було з'ясовано вид ліпази та оптимальні умови процесу, при яких спостерігається максимальний вихід моногліцеридів [7].

Yamane та ін. [8] застосували метод для одержання високого виходу (до 90%) діацилгліцеринів у двофазному гліцеролізі гідрогенізованого жиру яловичини, витримуючи при 60°C (2 години), 55°C (4 години) і при 48°C протягом 3 днів.

В інших дослідженнях джерелом ліпази для гліцеролізу служив порошок з насіння *Nigella sativa*, що було суспендовано в ацетоні [9]. Досліджували реакцію без розчинників у соняшниковій олії з використанням згаданої ліпази. При 60°C одержували найбільший вихід неповних ацилгліцеринів. При молярних співвідношеннях між соняшnikовою олією і гліцерином 1:1, 2:1 і 3:1, вмісті 30% ліпази у вигляді порошку в ацетоні досягали рівноважного стану після 2 годин. При молярних співвідношеннях між соняшnikовою олією і гліцерином 1:1 і 2:1 одержували максимальний вихід неповних ацилгліцеридів, що становив, відповідно, 66% і 60%.

В роботі для отримання жирів, збагачених діацилгліцеридами як вихідну було обрано лляну олію, до складу ацилгліцеринів якої входять корисні для організму людини кислоти ряду омега-3. Омега-жирні кислоти активно впливають на ліпиди плазми крові: зменшують надлишок холестерину і тригліцеридів [10]. Вони дозволяють значно знизити ймовірність розвитку та прогресування захворювань, викликаних атеросклерозом, наприклад ішемічної хвороби серця. Також зменшують ризик інфаркту міокарда та інсульту за рахунок антитромботичної дії. Ще омега-жирні кислоти

відіграють винятково важливу роль у формуванні нервової системи та зорового апарата дитини в утробі матері й протягом перших років життя, впливають на психічний, інтелектуальний і психомоторний розвиток немовляти [11]. Крім того, ці кислоти приймають активну участь у формуванні кісткової тканини [12].

Для одержання досліджуваних жирів з метою вивчення бактерицидних властивостей діацилгліцеринів було використано методи ферментативної етерифікації та гліцеролізу.

Умови етерифікації: реакцію здійснювали в тонкому шарі при постійному перемішуванні під вакуумом (залишковий тиск 3 мм. рт. ст.) при температурі 60°C. Співвідношення гліцерин : жирні кислоти (ЖК) лляної олії дорівнювало 1 моль: 2 моль, кількість ферментного препарату – 10 % мас. по відношенню до маси реакційної суміші. Реакція каталізувалась за допомогою ферментного препарату Ліпозим RM IM виробництва датської фірми «Novozymes».

Ліпозим RM IM являє собою іммобілізований препарат продовольчого класу мікробної 1,3-специфічної ліпази (ЄС 3.1.1.3) з *Rhizomucor miehei*, отриманої за допомогою глибинного бродіння генетично модифікованого мікроорганізму *Aspergillus oryzae*. Як носій, що використано для іммобілізації, застосовано макропористу аніонообмінну смолу.

Гліцероліз лляної олії здійснювався за допомогою іммобілізованого препарату Новозим 435 («Novozymes», Данія). Новозим 435 являє собою адсорбовану на макропористу смолу термостабільну В-ліпазу з *Candida Antarctica*, отриману за допомогою глибинного бродіння генетично модифікованого мікроорганізму *Aspergillus oryzae*.

Реакція здійснювалась у тригорлій скляній колбі, яка була обладнана механічною мішалкою, контактним термометром, електронагрівачем з терморегулятором та барботером для подавання азоту. Вміст ферменту у реакційній суміші склав 10 % від маси лляної олії. Процес тривав 2 годин при температурі 60°C в атмосфері N₂ при швидкому перемішуванні. Розчинник не використовувався.

За допомогою викладених методів були отримані олії, що містили більш ніж 80% діацилгліцеринів.

Бактерицидні характеристики лляної олії, збагаченої діацилгліцерином, вивчались за допомогою індикаторних платівок SANI-CHECK AB та методом дослідження біодеструкції полісахаридних емульсій.

Для цього на основі отриманої олії готували полісахаридні емульсії, що містили 0,1 % мас. біополімеру, 3 % мас. крохмалю, 40% отриманої олії та 60% води.

Далі в досліджувану емульсію занурювали на 10 секунд індикаторну платівку SANI-CHECK AB, яку потім запечатували в поліетиленовий резервуар та термостатували при температурі 25–30 °C впродовж 36 годин. Після цього колір платівки порівнювали зі стандартами, відповідно з якими підраховували кількість аеробних бактерій в 1 л емульсії.

Результати аналізу представлено в табл.1.

Дані табл. 1 свідчать, що емульсії, отримані з використанням як жирової основи олії, збагаченої діацилгліцерином, виявляють більшу стійкість до бактеріального забруднення при зберіганні у порівнянні з емульсією на основі триацилгліцеринів.

Аналіз бактерицидної дії діацилгліцеринів методом дослідження біодеструкції полісахаридних емульсій полягав у спостереганні зміни реології та стабільності зразків кожен тиждень при температурі розчину 25°C. Реологічні характеристики вивчались за допомогою ротаційного віскозиметра Фенна – модель OFITE виробництва фірми Varoid

(Хьюстон, штат Техас, США). Постійна прилада $c = 4,788$ Па/град; відносний зазор прилада – 0,9375 мм. Стабільність емульсій перевірялась шляхом їх фільтрації на фільтрпресі під тиском 0,7 МПа протягом 30 хвилин та вимірюванні кількості фільтрату, що утворився. Використовувався фільтрпрес виробництва фірми Baroid (Хьюстон, штат Техас, США).

Таблиця 1 – Аналіз бактерицидної дії методом платівок індикаторних SANI-CHECK AB

Кількість колоній аеробних бактерій в 1см ³		
Емульсія на основі вихідної лляної олії	Емульсія на основі продукту етерифікації ЖК лляної олії	Емульсія на основі продукту гліцеролізу лляної олії
10000	100	100

Зведені результати аналізу реологічних властивостей та стабільності емульсій представлені в табл. 2. і табл.3.

Таблиця 2 – Реологічні характеристики емульсій

Зразок	Тиждень	Пластична в'язкість η , с ⁻¹	Динамічне напруження зсуву τ_0 , Па	Статичне напруження зсуву, Па	
				10 с	10 хв
Емульсія на основі вихідної лляної олії	1	0,0917	28,71	10,2	23,3
	2	0,0433	12,39	4,8	7,2
	3	0,0238	12,48	4,8	7,2
Емульсія на основі продукту етерифікації ЖК лляної олії	1	0,01369	38,79	23,9	28,7
	2	0,01382	36,91	23,9	28,7
	3	0,1263	32,77	23,9	26,3
Емульсія на основі продукту гліцеролізу лляної олії	1	0,1686	46,04	28,7	33,5
	2	0,1386	30,14	28,7	33,2
	3	0,1237	26,03	28,6	31,4

Таблиця 3 – Текучість та стабільність емульсій

Зразок	Тиждень	T, текучість, с	Стабільність емульсій, см ³ /30хв при 0,7 МПа
Емульсія на основі вихідної лляної олії	1	17	5,2
	2	14	7,7
	3	12	7,8
Зразок	Тиждень	T, текучість, с	Стабільність емульсій, см ³ /30хв при 0,7 МПа
Емульсія на основі продукту етерифікації ЖК лляної олії	1	21	4,1
	2	21	4,2
	3	20	4,7
Емульсія на основі продукту гліцеролізу лляної олії	1	24	3,5
	2	23	3,8
	3	23	4,0

Аналіз даних табл. 2 і 3 дозволяють зробити висновок, що біодеструкції полісахаридних емульсій на основі олії, збагаченої ДАГ протікає набагато повільніше.

Таким чином, дані досліджень свідчать про прояв діацилгліцерином бактеріцидних властивостей, що дозволяє подовжити термін зберігання продуктів на їх основі без надлишкового додавання консервантів.

Список літератури: 1. *Nagao T., Watanabe H., Goto N., Onizawa K. et al.* Dietary diacylglycerol suppresses accumulation of body fat compared to triacylglycerol in men in a double-blind controlled trial // *J. Nutr.* – 2000 – Vol. 130. – P.792–797. 2. *Teramoto T., Watanabe H., Ito K., Omata Y. et al.* Significant effects of diacylglycerol on body fat and lipid metabolism in patients on hemodialysis // *Clinical Nutrition.* – 2004. – Vol. 23, Issue 5. – P. 1122–1126. 3. *Shinichiro Saito, Antonio Hernandez-Ono and Henry N. Ginsberg.* Dietary 1,3-diacylglycerol protects against diet-induced obesity and insulin resistance // *Metabolism Clinical and Experimental.* – 2007. – Vol. 56, Issue 11. – P.1566–1575. 4. *Flickinger B.D., Matsuo N.* Nutritional characteristics of DAG oil // *Lipids.* – 2003. – Vol. 38, №2. – P.129–132. 5. *Osaki N., Meguro S., Yajima N., Matsuo N.* Metabolites of dietary triacylglycerol and diacylglycerol during the digestion process in rats // *Lipids.* – 2005. – Vol. 40, №3. – P.281–286. 6. *Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, А.И. Янова и др.* Технология переработки жиров / под ред. проф. Н.С.Арутюняна. – 3 изд. – М.: Пищепромиздат, 1999. – 452 с. 7. *Houreddind H., Harmeier S.E.* Enzymatic glycerolysis of soybean oil // *JAOCS.* – 1998. – Vol. 75, №10. – P.1359–1365. 8. *Yamane T, Tang ST, Kawahara K and Koizumi Y.* High-yield diacylglycerol formation by solid-phase enzymatic glycerolysis of hydrogenated beef tallow // *JAOCS.* – 1994. – Vol. 71. – P.339–342. 9. *El Naciye, Dandik Levent, Aksoy H.Ayşe.* Solvent-free glycerolysis catalyzed by acetone powder of *Nigella sativa* seed lipase // *JAOCS.* – 1998. – Vol. 75, №9. – P.1207–1211. 10. *Hye-Kyeong Kim and Haymie Choi.* Dietary α -Linolenic acid lowers postprandial lipid levels with increase of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid contents in rat hepatic membrane // *Lipids.* – 2001. – Vol. 36, №12. – P.1331–1336. 11. *Uauy R., Birch E.E, Birch D.G and Peirano P.* Visual and brain function measurements in studies of n-3 fatty acid requirements of infants // *J. Pediatr.* – 1992. – Vol. 120. – P.168–180. 12. *Watkins B.A., Lippman H.E., Le Bouteiller L., Li, Y., and Seifert M.F.* Bioactive fatty acids: role in bone biology and bone cell function // *Prog. Lipid Res.* – 2001. – Vol. 40. – P.125–148.

Поступила в редколлегию 20.10.2008

УДК 633.88:616-089.87:66.06

В.Ю. БАРИШТЕЙН, канд. техн. наук, ГУ „Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины”, Киев

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

В статті подано результати досліджень із створення кондитерських виробів функціонального призначення з використанням добавок, отриманих в процесі вуглекислотної екстракції з рослинної сировини. Зроблено висновок, що розроблена схема створення функціональних продуктів, результати досліджень можуть стати основою для створення різноманітних функціональних продуктів.

The results of researches on creation of functional confectionery with the use of additions, got in the process of carbon dioxide extraction from vegetable raw material are presented in the article. The conclusion: the developed scheme of creation of functional products, the results of researches can become the basis for creation of various functional products.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важнейшими научными и практическими заданиями. Одной из основных задач каждой страны, считающей себя цивилизованной, является сохранение здоровья и работоспособности своих граждан, улучшение качества и увеличение продолжительности их жизни.

Для Украины эта задача особенно актуальна из-за ухудшения экономической ситуации и проблем экологии, в первую очередь – последствий Чернобыльской катастрофы. Вследствие материального и экологического неблагополучия ухудшилось качество и структура питания. Уменьшилось потребление пищевых продуктов - источников энергии и полноценного белка, витаминов, макро- и микроэлементов. Увеличилась заболеваемость населения, уменьшилась продолжительность жизни.

Решению этих проблем может способствовать разработка научных основ создания функциональных продуктов и активное их внедрение в современную структуру питания.

Анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Прежде всего, необходимо проанализировать термин «функциональный продукт». Представляется не очень удачным определение, сформулированное в законодательстве Украины: «функциональный пищевой продукт - пищевой продукт, который содержит как компонент лекарственные средства и/или предлагается для профилактики или смягчения течения болезни человека» [1]. В соответствии с государственным стандартом России [2], функциональный пищевой продукт – это продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе физиологически функциональных пищевых ингредиентов. Очевидно, что и это определение вызывает ряд вопросов.

Таким образом, диапазон, охватываемый действием функциональных продуктов, лежит между лекарственным средством и диетическим фоном или дополнительным элементом к основному рациону.

Скорее всего, истина находится посередине, например: «функциональные продукты, предназначенные для систематического ежедневного употребления и оказывающие регулирующее действие на физиологические функции и психосоциальное поведение человека через нормализацию его микробиологического статуса» [3].

Направленное изменение химического состава функциональных продуктов должно происходить не за счет введения лекарственных средств, а за счет использования, прежде всего, функциональных растительных добавок (ФРД).

В настоящее время доля функциональных продуктов не велика, однако, должна достигнуть 30 % рынка в ближайшие десятилетия. В стоимостном выражении этот сектор продовольственного рынка будет ежегодно увеличиваться на 7-10 %, хотя и сейчас составляет десятки млрд. долларов [4].

Представляет большой интерес создание кондитерских изделий функционального назначения. Несмотря на то, что они не являются продуктами первой необходимости, благодаря своей потребительской привлекательности пользуются большим покупательским спросом населения, особенно детей.

При этом следует учитывать, что чрезмерное потребление кондитерских изделий нарушает сбалансированность рациона как по пищевым веществам, что обусловлено высоким содержанием жиров (5 - 35 %) и углеводов (47 - 100 %) и незначительным количеством белка (3,2 - 10,4 %), так и по энергетической ценности (350 - 530 ккал) [5].

Введение в кондитерские изделия витаминов, незаменимых жирных кислот, белка, микроэлементов и одновременное снижение энергетической ценности позволит сбалансировать состав этих популярных продуктов питания.

Формулировка целей статьи. Разработка научных основ создания функциональных продуктов, в первом приближении, должна включать в себя следующие этапы: анализ растительного сырья, в том числе – нетрадиционного, с целью обоснования целесообразности его применения, исходя из содержащегося в нем набора БАВ (их функциональной направленности); выбор наиболее эффективного способа извлечения БАВ из растительного сырья, исследование параметров процесса с целью максимального извлечения и сохранения БАВ; изучение качественного и количественного состава полученных ФРД, их медико-токсикологическое исследование; выбор вида пищевой продукции, в которую целесообразно вносить ФРД и ее функциональной направленности, обоснование возможности применения ФРД в технологиях выбранных пищевых продуктов, включая определение влияния ФРД на технологические параметры получения пищевых продуктов, потребительские свойства последних; усовершенствование существующих технологий; математическое моделирование рецептуры функционального продукта направленного действия; разработку технической документации на ФРД, функциональные продукты.

Предмет исследования – критический анализ флоры Украины на содержание БАВ, способов экстракции; экспериментальные работы по отработке параметров процесса экстракции; исследование экстрактов и отходов процесса экстракции - ФРД; определение влияния ФРД на технологические параметры получения пищевых продуктов, исследование свойств последних; усовершенствование существующих технологий; разработка математической модели создания рецептур и разработка технической документации на ФРД, функциональные продукты.

Методы исследования – общепринятые и специальные физико-химические, технологические, медико-токсикологические, органолептические, аналитические с использованием современного оборудования и компьютерных технологий.

Изложение основного материала исследований. Исследования, проводящиеся на протяжении нескольких лет в ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики НАН Украины» (до сентября 2008 г. – Институт пищевой химии и технологии НАН Украины), позволили решить ряд изложенных выше проблем.

Был проведен анализ около 600 видов растений Украины. Необходимо отметить, что из 5000 растений флоры Украины только 20 % широко известны, как пищевые и лекарственные, поэтому внимание было уделено и нетрадиционным видам растительного сырья.

Были выбраны: хмель, семена моркови, облепиха, омела белая, ромашка, тысячелистник, полынь горькая, календула, эхинацея пурпурная, семена амаранта.

Для извлечение БАВ из вышеперечисленных растений было выбрано экстрагирование, причем учитывалось, что состав экстракта зависит от экстрагента. Если ставится цель извлечь водорастворимые вещества, выбирают водную и водно-спиртовую экстракцию, жирорастворимые – углекислотную, масляную.

Поставив перед собой цель – извлечь из растительного сырья, в первую очередь, жирорастворимые вещества, мы остановились на одном из самых современных и наиболее эффективных видов экстракции - сжиженной углекислотой. Это объясняется уникальными свойствами углекислоты: экстракция происходит при низких температурах, щадя термочувствительное растительное сырье, степень извлечения полезных веществ значительно превосходит результаты экстракции другими

растворителями, подавляется микрофлора. Углекислотный экстракт представляет собой натуральный продукт без примеси растворителя, может долго храниться [6].

Исследование процесса углекислотной экстракции позволило определить оптимальные технологические режимы для выделения максимального количества экстрактов [7].

Изучение количественного и качественного состава углекислотных экстрактов вышеперечисленных растений проводилось методами газовой хроматографии (ГХ) с масс-спектрометрическим детектором (прибор Hewlett Packard) и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Первым методом определяли наличие жирных кислот и сквалена, вторым – жирорастворимых витаминов, фитостеролов.

Наличие карбоксильных групп в молекуле жирных кислот препятствует проведению их определения методом ГХ. На практике эта проблема решается переводом их в соответствующие эфиры. Концентрацию метиловых эфиров определяли, используя стандартный раствор метилового эфира элаидиновой (транс олеиновой) кислоты в гексане. Концентрацию сквалена определяли, используя стандартный образец (Германия).

Исследование показало наличие насыщенных, мононенасыщенных и, что особенно ценно, незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) - линолевой и α -линоленовой, жирорастворимых витаминов - каротиноидов (витамин А), токоферолов (витамин Е), фитостеролов, сквалена и т.д. [8, 9, 10].

ПНЖК необходимы для производства новых клеток и нормального функционирования уже существующих, для выработки простагландинов – гормоноподобных веществ, которые регулируют работу всех систем организма, включая сердечно-сосудистую, иммунную, репродуктивную и центральную нервную системы.

ПНЖК делятся на два класса – ω -3 и ω -6.

Помимо α -линоленовой, к классу ω -3 относятся эйкозапентаеновая (ЭПК), декозагексаеновая (ДГК) жирные кислоты. α -линоленовая кислота преобразовывается в нашем организме в ЭПК и ДГК. ЭПК необходима для клеточных мембран. ДГК в большом количестве содержится в сером веществе головного мозга и сетчатке глаза; она необходима для работы мембран клеток головного мозга, которые, в свою очередь, отвечают за передачу его сигналов.

К ω -6 жирным кислотам относятся линолевая и γ -линоленовая кислоты. Линолевая кислота превращается в человеческом организме в γ -линоленовую при участии магния, селена, цинка и витаминов В₆, А, С и Е. γ -линоленовая кислота превращается в простагландин Е1. Это вещество усиливает иммунитет, снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний, уменьшает воспалительные процессы, регулирует работу мозга и нервной системы, нормализует уровень инсулина, ускоряет обмен веществ и способствует похудению.

Витамин А и его производные обеспечивают нормальную работу сетчатки глаза, повышают сопротивляемость организма инфекциям, поддерживают целостность клеток кожи и слизистых оболочек (пищеварительной системы, дыхательных путей), таким образом защищая организм от проникновения инфекции, участвуют в преобразовании стволовых клеток организма в красные кровяные тельца (эритроциты).

Витамин Е борется со свободными радикалами, которые окисляют жиры, из которых построены стенки клеток, тем самым разрушая их. В организме свободные радикалы формируются как в процессе нормального обмена веществ, так и под

воздействием негативных факторов внешней среды. Кроме того, витамин Е предотвращает окисление липопротеидов – молекул, которые состоят из жиров и белка и, окисляясь, становятся причиной развития многих сердечно-сосудистых заболеваний. Необходим этот витамин и для нормального функционирования иммунной системы.

Особенно ценно то, что вышеперечисленные БАВ содержатся в экстрактах в комплексе, так как именно в присутствии витаминов А и Е линолевая кислота превращается в γ -линоленовую кислоту.

Содержащийся в большом количестве (до 15 %) в углекислотном экстракте из семян амаранта природный ненасыщенный углеводород сквален был впервые выделен из печени акулы в 1906 г. Он обладает некоторыми уникальными свойствами. Ряд исследователей отмечает его противоопухолевое действие, уникальные ранозаживляющие свойства, обеспечение питания тканей кислородом и т.д. И, наконец, в сочетании с витамином Е (токоферолами), сквален оказывает сильное антиоксидантное действие, защищает клетки организма от повреждения.

Исследование отходов углекислотной экстракции – шрота, показало, что водно-спиртовой экстракцией могут быть выделены водорастворимые соединения, например, полифенольные (шрот хмеля), обладающие антирадиационным и противоопухолевым эффектом.

Может быть использован шрот и непосредственно после экстракции. Шрот амаранта представляет собой продукт с высоким содержанием протеинов. Амарант имеет наибольшее совпадение с теоретически рассчитанным идеальным белком, и по содержанию таких аминокислот, как лизин, триптофан, аргинин, метионин и фенилаланин превосходит все известные зерновые и бобовые культуры [11].

Белок - наиболее важная составная часть нашей пищи. Он служит основным материалом для построения клеток и тканей организма, являясь источником непрерывного их обновления. Белок участвует в обеспечении энергетического баланса организма, в образовании ферментов и гормонов.

Человеческий организм не может использовать чужеродный белок для строительства собственных клеток. В процессе усвоения белок расщепляется до составляющих его аминокислот, которые используются затем для синтеза белка человека. Все аминокислоты делятся на заменимые, т.е. которые могут быть синтезированы самим организмом, и незаменимые, которые не образуются в организме и обязательно должны поступать с пищей. Источником именно таких, незаменимых аминокислот является шрот амаранта.

Организм человека особенно нуждается в белке при инфекционных заболеваниях, туберкулезе, анемиях и др.

Медико-токсикологические исследования показали полную безопасность полученных продуктов.

С целью создания функциональных продуктов, нами были выбраны ФРД (экстракт и шрот), полученные при углекислотной экстракции семян амаранта и, в качестве объекта для внесения экстракта и муки из шрота - кондитерская продукция. На причинах мы останавливались выше.

Анализ особенностей технологии производства различных кондитерских изделий позволил выделить стадии, на которых наиболее целесообразно вводить ФРД в кондитерские изделия.

Углекислотный экстракт амаранта вносился в кремовую начинку шоколадных конфет типа «Ассорти» вместо части растительного масла.

При производстве мучных кондитерских изделий с разнообразными начинками, таких как вафли, когда начинка не подвергается термической обработке, целесообразно вносить ФРД именно в нее. Мука из шрота амаранта заменила часть сахара в начинке типа «пралине».

И, наконец, часть пшеничной муки в рецептуре сдобного печенья была заменена мукой амарантовой.

Что касается количественного содержания вышеперечисленных БАВ в 100 г продукции, то оно может составить 10 – 30 % суточной нормы.

Вероятно, не следует пренебрегать и очень малыми количествами БАВ в рецептурах функциональных продуктов, что также может привести к сопоставимым результатам [12].

Все изделия получили положительный отзыв Центральной отраслевой дегустационной комиссии по определению качества кондитерских изделий.

Создана техническая документация на вышеупомянутые кондитерские изделия.

Выводы. Исследования, проведенные в соответствии с представленной выше схемой создания функциональных продуктов, позволили создать кондитерские изделия с использованием ФРД, полученных на основе безотходного производства, основной стадией которого является углекислотная экстракция.

Результаты работы станут основой для создания функциональных продуктов в других отраслях пищевой промышленности.

Список литературы: 1. Закон України „Про безпечність та якість харчових продуктів” № 771/97-ВР, від 23.12.1997. 2. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения [Текст]; введ. 2006-07-01.- М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии РФ, 2006.- 8 с. 3. *Кочеткова, А.А.* Современная теория позитивного питания и функциональные продукты [Текст] / *А.А. Кочеткова, А.Ю. Колеснов, В.И. Тужилкин, И.Н. Нестеров, О.В. Большаков* // Пищевая промышленность.- 1999.- № 4.- С.7-10. 4. *Резниченко, И.Ю.* Сахаристые кондитерские изделия функционального назначения: состояние рынка, методологические аспекты [Текст] / *И.Ю. Резниченко, А.В. Багаева, В.М. Позняковский* // Кондитерское производство. - 2004. - № 2.- С.14 -15. 5. *Савенкова, Т.В.* Научные основы создания продукции диетического назначения [Текст] / *Т.В. Савенкова* // Кондитерское производство. - 2003. - №2.- С.12-13. 6. *Барштейн, В.Ю.* Углекислотные экстракты лекарственных растений как основа для изготовления фитопрепаратов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, С.М. Шульга* // Тезисы доповідей Четвертої міжнародної конференції з медичної ботаніки. – Київ, 1997. - С. 376-377. 7. *Барштейн, В.Ю.* Перспективи вуглекислотної екстракції [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Н.В. Мельникова, А.М. Дергільова* // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції „Проблеми техніки і технології харчових виробництв”. – Полтава, 2004. - С. 29-31. 8. *Барштейн, В.Ю.* Создание функциональных продуктов на основе использования углекислотных экстрактов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, С.М. Шульга, Н.В. Мельникова* // Проблеми харчування. – 2004. - №3(4).- С. 50-52. 9. *Барштейн, В.Ю.* Вуглекислотна екстракція з полину гіркого та перспективи використання екстракту [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Т.Л. Баленко, Ю.В. Ганоль* // Збірник наукових праць „Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі”. – Харків.- 2005. Випуск 1.- С. 236-241. 10. *Барштейн, В.Ю.* Разработка безотходной технологии углекислотной экстракции [Текст] / *В.Ю. Барштейн, Л.Г. Москаленко, Ю.В. Ганоль* // Тезисы докладов II Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемы отходов». – Харьков, 2005. - С. 347-349. 11. *Барштейн, В.Ю.* Отходы углекислотной экстракции – сырье для создания функциональных продуктов [Текст] / *В.Ю. Барштейн, М.В. Зеленская, О.В. Сабыбин* // Сборник научных трудов XV (ежегодной) международной научно-технической конференции «Экологическая и

техногенная безопасность. Охрана водного и воздушного бассейнов. Утилизация отходов». – Харьков, 2007. - Том 2. – С. 347-356. 12. Шевченко, И.Н. Пути изучения механизмов действия сверхмалых доз биологически активных веществ [Текст] / И.Н. Шевченко // Проблемы харчування. – 2004. - №2(3).- С. 25-29.

Поступила в редколлегию 16.10.08

УДК 664.3

І. М. ДЕМИДОВ, докт. техн. наук; *Г. І. ЗЛАТКІНА*, асп., НТУ «ХП»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ ЕТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ ІЗ ХАРЧОВИМИ ЖИРАМИ

У статті розглядається спосіб одержання харчових поверхнево-активних речовин за допомогою процесу переетерифікації харчових жирів з продуктами етерифікації лимонної кислоти та абсолютного етилового спирту. Проаналізовані результати експерименту, досліджені властивості одержаних продуктів методом вимірювання міжфазного натягу системи «вода-олія» та вивченням стійкості емульсій на їхній основі.

In the article the method of receiving of food superficially active matters is examined by the process of interesterification of food fats with the products of etherification of lemon acid and absolute ethyl alcohol. The results of experiment are analysed, properties of the received products are investigated by the method of measuring of phase-to-phase pull of the system «water-butter» and by the study of firmness of emulsions on their basis.

Харчові поверхнево-активні речовини застосовуються при виробництві різноманітних харчових продуктів. Їх додають у харчові продукти з метою створення та стабілізації емульсій та інших харчових дисперсних систем. Дія харчових поверхнево-активних речовин є багатогранною. Вони відповідають за взаємне розподілення двох фаз, що не змішуються, за консистенцію харчового продукту, його пластичні властивості, в'язкість та відчуття «наповненості» у роті.

Існує велика кількість різноманітних харчових поверхнево-активних речовин. Вони відрізняються за своєю природою, властивостям, хімічній будові та за характером дії на ті системи, до яких їх уводять [1]. Виробництво харчових ПАР є процесом технологічно складним та досить дорогим.

На сьогоднішній час українські підприємства не виготовляють поверхнево-активні речовини для харчової промисловості. Вітчизняні підприємства харчової галузі вимушені купувати харчові ПАР у закордонних виробників за високою ціною, що впливає у свою чергу на вихідну вартість готової продукції.

На кафедрі технології жирів національного технічного університету «ХП» вивчаються альтернативні методи одержання харчових ПАР. Враховуючи можливість впровадження таких методів на вітчизняному виробництві та, як результат, зменшення собівартості продукції, пошук нових методів одержання харчових поверхнево-активних речовин є актуальною задачею.

Одним з таких напрямків дослідження є вивчення поверхнево-активних властивостей продуктів переетерифікації харчових рослинних жирів із етиловими естерами лимонної кислоти. Використання етилового спирту (так званого «абсолютного», тобто концентрацією 99,8%) обумовлено відносною дешевизною цього продукту та можливістю його застосування у виробництві харчових продуктів. Цей напрямок досліджень раніше не вивчався, тому є актуальним.

У зв'язку з тим, що етиловий спирт має температуру кипіння нижче за воду, яка є вторинним продуктом реакції етерифікації, було вирішено спочатку перевірити можливість одержання поверхнево-активних речовин при використанні бутилового спирту у якості модельного. Був проведений експеримент етерифікації лимонної кислоти із бутиловим спиртом з наступною переетерифікацією продукту з пальмовим стеарином, що був взятий у якості модельного жиру. Результати дослідження поверхневого натягу продукту переетерифікації свідчать про те, що бутилові естери лимонної кислоти володіють поверхнево-активними властивостями. Далі, спираючись на одержані результати, був проведений експеримент із використання етилового спирту.

Реакція етерифікації лимонної кислоти абсолютним етиловим спиртом проводилася при температурі 75 °С для уникнення кипіння спирту. На рисунку 1 приведені деякі з продуктів, утворення яких можливо при проведенні реакції:

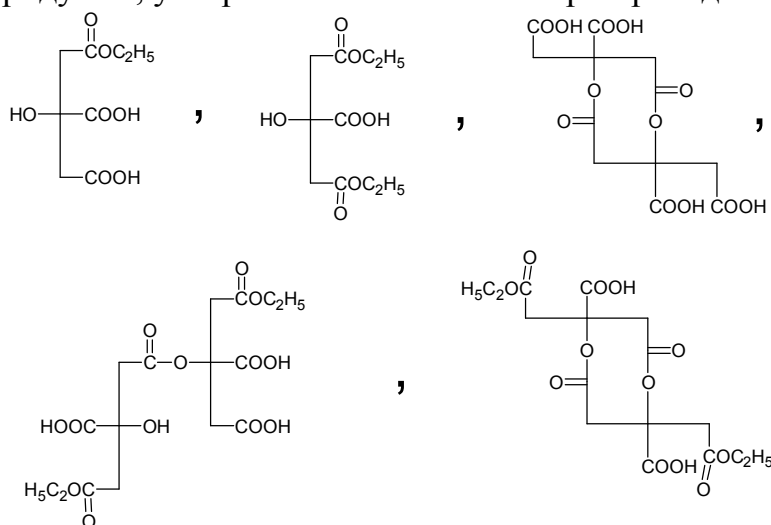


Рис. 1 – Деякі з можливих продуктів реакції етерифікації лимонної кислоти та етилового спирту

Метою дослідження було одержання моноестерів, тобто проетерифікувати лимонну кислоту за однією карбоксильною групою. У зв'язку з цим компоненти були взяті у мольному співвідношенні 1:1 із невеликим надлишком етилового спирту. Кінетика реакції досліджувалася за допомогою перевірки кислотного та ефірного чисел за існуючими методиками [2,3]. Результати перевірки наведені на рисунках 2 та 3.

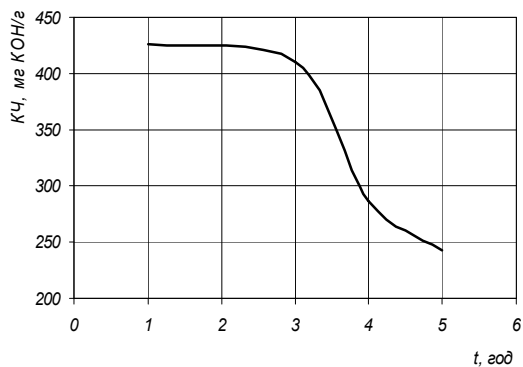


Рис. 2 – Зміна кислотного числа під час реакції етерифікації лимонної кислоти етиловим спиртом

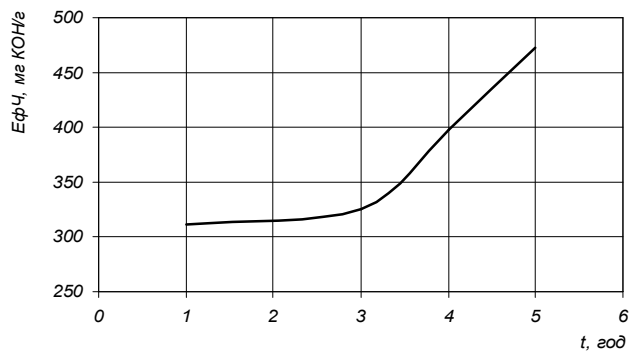


Рис. 3 – Зміна ефірного числа під час реакції етерифікації лимонної кислоти етиловим спиртом

Як видно, реакція пройшла більш, ніж на одну ступінь, тому однозначний набір продуктів реакції назвати досить складно.

Далі був проведений повний факторний експеримент переетерифікації одержаного етилцитрату із пальмовим стеарином. Один з варіантів протікання реакції наведений на рисунку 4:

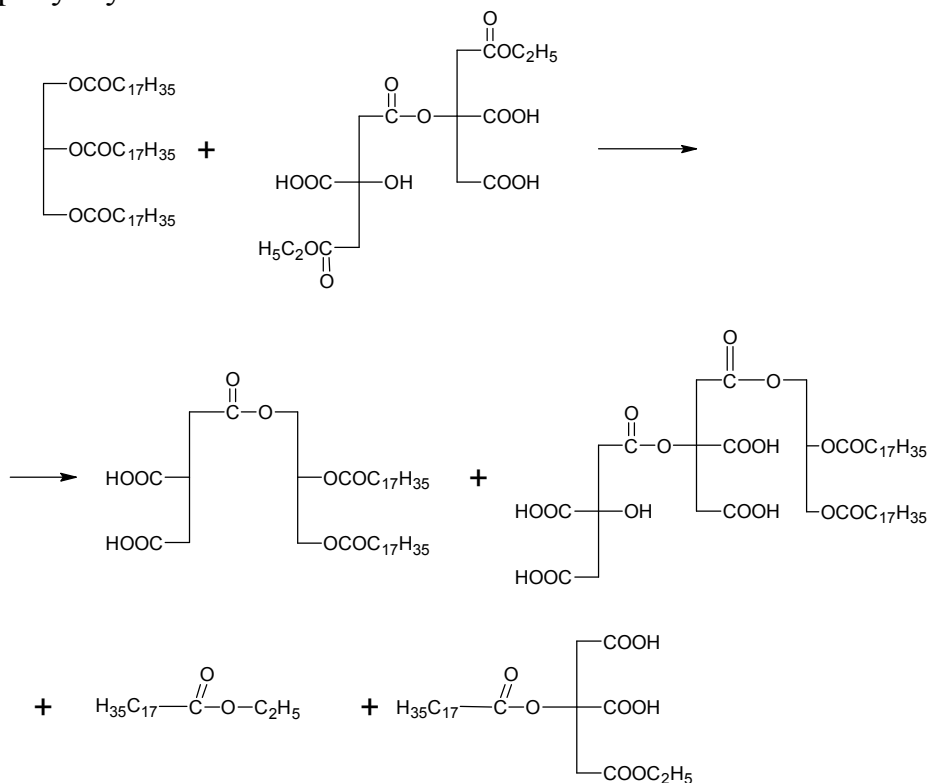


Рис. 4 – Один з варіантів протікання реакції переетерифікації етилцитратів із пальмовим стеарином

Дані експерименту наведені у таблиці. Факторами варіювання були обрані температура реакції – z1, час проведення реакції – z2 та співвідношення компонентів (етилловий спирт : пальмовий стеарин = 1:1 та 1:2) – z3. У якості функції відгуку досліджувалися міжфазний натяг системи «вода-олія» за методикою, описаною у [5] із використанням одержаних зразків (y1), а також стійкість емульсії, що виготовлені на основі цих зразків, яка об'ємом емульсії, що не розшарувалася при центрифугуванні (y2), у відповідності до [6].

Таблиця - План проведення експерименту та одержані результати

№ досліду	z1, °C	z2, ч	z3	y1, мН/м	y2, %
1	130	7	1:2	43,06	88
2	130	7	1:1	38,17	92,5
3	130	3	1:2	34,46	99
4	130	3	1:1	43,68	97,5
5	80	7	1:2	48,29	84
6	80	7	1:1	40,56	87,5
7	80	3	1:2	48,26	96
8	80	3	1:1	43,18	98

Одержані рівняння залежностей міжфазного натягу системи «вода-олія» та стійкості емульсії від початкових параметрів (1, 2):

- рівняння залежності міжфазного натягу системи «вода-олія» від початкових параметрів:

$$y_1 = 0,56z_1 + 5,29z_2 + 41,1z_3 - 0,08z_1z_2 - 0,47z_1z_3 - 4,23z_2z_3 + 0,06z_1z_2z_3 \quad (1)$$

- рівняння залежності об'єму емульсії, що не розшарувалася при центрифугуванні, від початкових параметрів:

$$y_2 = 115,26 - 0,16z_1 - 2,85z_2 - 4,45z_3 + 0,02z_1z_2 + 0,07z_1z_3 - 0,88z_2z_3, \quad (2)$$

Одержані рівняння адекватно описують досліджувані залежності, про що свідчать дані статистичного аналізу, виконані у відповідності до [4].

На рисунку 5 наведений графік залежності міжфазного натягу системи «вода-олія» із додаванням одержаних зразків від їхньої концентрації у олії. На рисунку 6 наведений графік залежності стійкості емульсії з різними зразками, доданими до цих емульсій, від часу центрифугування.

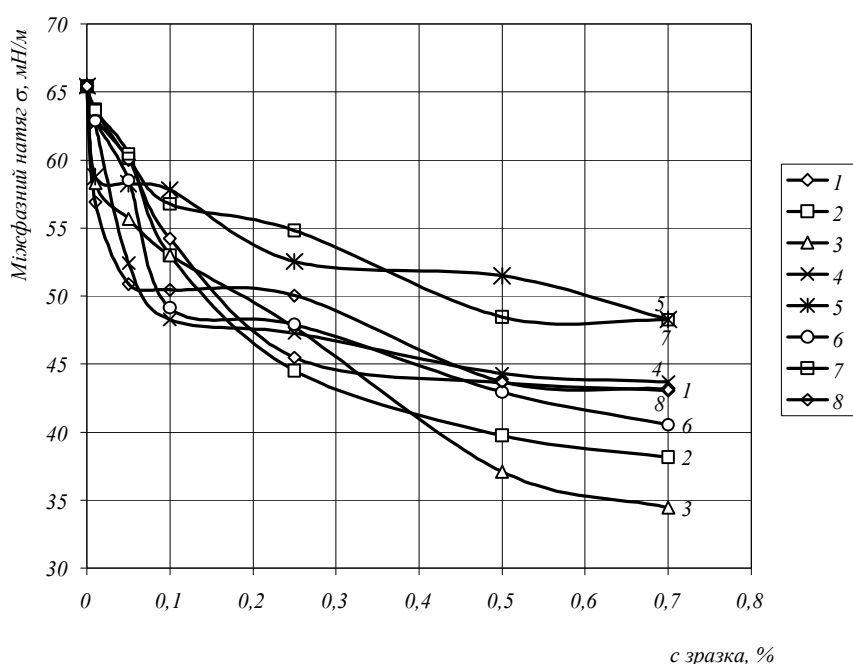


Рис. 5 – Залежність міжфазного натягу в системі «вода-олія» від концентрації зразка

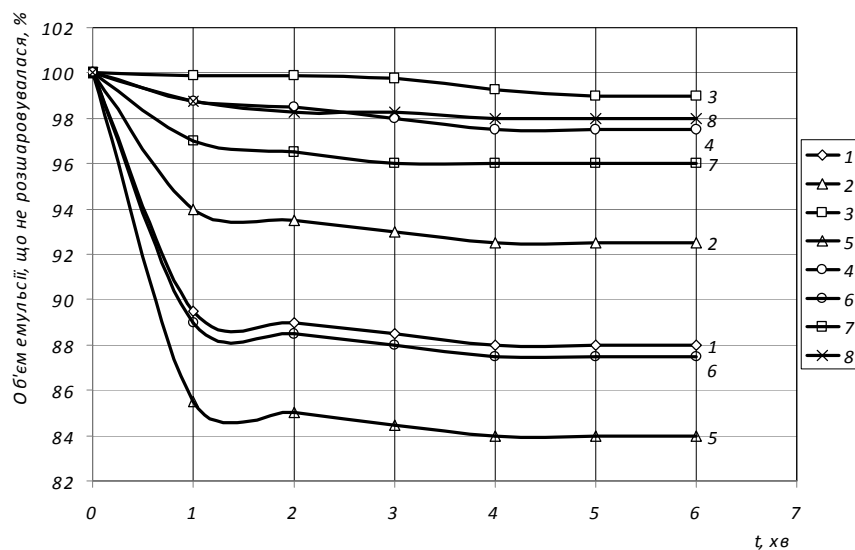


Рис. 6 – Залежність стійкості емульсії від часу центрифугування

Як видно, найкращий результат за функціями відгуку показав зразок № 3 (час реакції – 3 години, температура – 130 °С та співвідношення компонентів 1:2). Система «вода-олія» із його використанням володіють найменшим міжфазним натягом, а емульсія на його основі практично не розшарувалася при центрифугуванні.

Одержані результати свідчать про те, що даний продукт може бути випробуваний у якості самостійного ПАР у виробництві різноманітних харчових продуктах.

Висновки.

У результаті проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

– встановлена можливість одержання харчових ПАР методом переетерифікації харчових рослинних жирів із продуктами етерифікації лимонної кислоти та абсолютного етанолу;

– досліджені поверхнево-активні властивості продуктів переетерифікації;

– одержаний продукт переетерифікації може бути використаний як емульгатор другого роду, наприклад, при виробництві маргарину, без попереднього розділення на індивідуальні речовини.

Список літератури: 1. А. Е. Остаева, Д. А. Чернышева. Пищевые синтетические эмульгаторы. – М.: ЦИНТИ Пищепром, 1968. 2. ДСТУ 4350:2004. Олії. Методи визначення кислотного числа. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 35 с. 3. ДСТУ ISO 3657:2004. Жири тваринні і рослинні та олії. Визначення числа омилення. – Київ: Держспоживстандарт України, 2004. – 32 с.. 4. Планирование эксперимента в химической технологии (основные положения, примеры и задачи) / А. Г. Бондарь, Г. А. Статюха. – К.: Издательское объединение «Вища школа», 1976. – 184 с. 5. Методические указания к лабораторной работе «Метод определения межфазного натяжения по объему капли, отрывающейся от конца капилляра» для студентов 6 курса заочного обучения специальности «Технология жиров» специализации «Технология синтетических жиров и моющих средств» / Сост. А. П. Мельник, В. И. Корх. – Харьков: ХПИ, 1985. – 14 с. 6. ГОСТ 30004.2-93-2. Майонезы. Правила приемки и методы испытаний.

Поступила до редколегії 21.10.08

УДК 664.3

Л. В. ПЕШУК, докт. с./г. наук, І.Г. РАДЗІЄВСЬКА, Національний Університет Харчових Технологій

ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНОГО ЖИРУ В ТЕХНОЛОГІЇ НОВИХ МАРГАРИНІВ

В останні роки дослідженням складу і властивостей жирових харчових продуктів приділяється все більше уваги у зв'язку з їх впливом на здоров'я людини та на розвиток ряду захворювань, пов'язаних з порушенням ліпідного обміну. Навідміну від традиційних маргаринів, головним компонентом запропонованої нами маргаринової продукції є купажі свинячого та яловичого жиру з рослинними оліями. Відповідно до кондитерського призначення ми пропонуємо рецептури столового маргарину з купажем легкоплавкого свинячого жиру, а рецептуру кулінарного маргарину – з купажем більш твердого яловичого жиру.

At the last years to studies of the composition and characteristic of the fatty food-stuffs is spared all more attention in connection with their influence upon health of the person and on development of the row of the diseases, in accordance with breach of the fatty exchange. Unlike traditional oleomargarine, the main component offered by us oleomargarine are a mixture lard and beef of fat with vegetable butter. In

accordance with confectionery purpose we offer the compositions of the table oleomargarine with mixture soft lard, but composition culinary oleomargarine - with mixture more hard beef fat.

Постановка проблеми. Насьогодні стан здоров'я населення України характеризується негативними тенденціями, доказом цього є скорочення тривалості життя населення, індексу здоров'я нації на фоні порушення харчового статусу, збільшення захворюваності. Проблема профілактики захворювань жирового обміну заставляє звернути увагу на створення принципово нових, збалансованих за складом спеціальних маргаринів, збагачених функціональними інгредієнтами.

Сьогодні у світі все більше з'являється споживачів, які надають перевагу екологічно безпечним продуктам, збалансованим за складом та калорійністю. 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].

Перевагою маргарину є необмежена можливість як змінювати жирову рецептуру, створюючи фізіологічно оптимальне співвідношення жирних кислот та всіх фізико-хімічних показників, так і доповнювати її різними смаковими і біологічно активними добавками, які дають можливість одержувати асортимент продуктів із заданими властивостями [2, 3].

В середньому на одного українця припадає 3,4 кг маргарину на рік, в країнах Європи цей показник становить 13 кг/рік [4]. Тільки вітчизняні виробники пропонують 45 найменувань маргарину, проте не всі вимоги споживачів до цього жирового продукту задовольняються повною мірою.

Основний матеріал. Запропонована нами рецептура не передбачає застосування саломасів (табл. 1).

Таблиця 1 - Рецептури нових маргаринів

Найменування компонентів	Столовий	Кондитерський	Кулінарний
Свинячий жир, Тпл 32,2 °С	35,7	57,10	-
Яловичий жир, Тпл 44,8 °С	-	-	51,0
Гірчична олія	21,4	-	25,5
Соева олія	14,278	-	8,5
Кукурудзяна олія	-	14,278	-
Кокосова олія	10,0	10,0	15,0
Вершки сквашені (3,2% жирності)	8,5	8,5	-
Емульгатор харчові лецитини	0,15	0,15	-
Емульгатор-стабілізатор Димодан Нр	0,2	0,2	-
Сіль поварена	0,5	0,5	-
Вода	9,272	9,272	-
Всього жирів, кг	82,0	82,0	100,0
Всього, кг	100,00	100,00	100,00

Головним компонентом запропонованої нами маргаринової продукції є купажі свинячого та яловичого топленого жиру з рослинними оліями. Харчова цінність купажів обумовлюється оптимальним вмістом поліненасичених жирних кислот та їх збалансованістю з іншими жирними кислотами. Кожен із запропонованих купажів містить біля 50% мононенасичених кислот, 20% поліненасичених кислот та 30% насичених жирних кислот.

Введення достатньо великої кількості рослинної олії у рецептуру маргарину робить його консистенцію занадто рідкою, тому для надання більшої пластичності вводимо кокосову олію – легкоплавку, але з доброю пружно-пластичною структурою.

Відповідно до кондитерського призначення пропонуються рецептури столового маргарину з купажем легкоплавкого свинячого жиру, а рецептуру кулінарного маргарину – з купажем більш твердого яловичого жиру. За фізико-хімічними показниками (табл. 2) маргарини відповідають вимогам та нормам нормативно-технічної документації: ДСТУ 4465: 2005 „Маргарин. Загальні технічні умови” та ДСТУ 4335:2004 „[Жири кондитерські, кулінарні, хлібопекарські та для молочної промисловості. Загальні технічні умови](#)”.

Таблиця 2 - Фізико-хімічні показники маргаринів

Показник	Столовий	Кондитерський	Кулінарний
Жиру, %, не менше	82,0	82,0	100,0
Кислотне число, мг КОН/г	0,15	0,12	0,10
Пероксидне число, 1/2ммольО/кг	0,43	0,62	0,45
Анізидинове число	0,20	0,13	0,15
Температура плавлення, °С	32,2	34,6	36,2
Вміст твердих тригліцеридів, % жирнокислотного складу	18,32	22,24	24,94
Вміст холестерину, мг%	44,06249	94,12364	44,97549
Вміст вітаміну Е, мг%	27,94985	32,83940	20,90927
Вміст трансізомерів ЖК, % жирнокислотного складу:	0,559464	0,638449	2,089992
С 18:1	0,000000	0,126371	0,181429
С 18:2			

З таблиці видно, що запропоновані маргарини містять значні кількості вітаміну Е. Токоферолі здійснюють позитивний вплив як на сам продукт, так і на організм людини. Вони підвищують стійкість маргарину до окиснення і забезпечують половину середньої добової потреби дорослої людини у даному вітаміні.

В останні роки серйозною проблемою для дієтологів стає показник вмісту цис- і транс- ізомерів жирних кислот. Більшість природних жирних кислот знаходяться у цис-формі, у яких замітники розташовані з одного боку по відношенню до подвійного зв'язку кислоти. Вважається, що трансжирні кислоти – це штучний елемент і слід уникати їх активного споживання, оскільки до кінця не з'ясований механізм їх впливу на процес обміну речовин.

Проблема трансізомерів загострилась останніми роками, коли дослідження вітчизняних та закордонних вчених показали, що у результаті масового гідрування вміст трансізомерів у жирах може досягати 50% і більше [5]. Проблему трансізомерів сьогодні називають однією з головних причин розвитку захворювань ХХІ століття у людини, тому у країнах Євросоюзу законодавчо вимагають вказувати на етикетці продукту їх вміст. За кодексом Міжнародної Маргаринової Асоціації країн Європи виробники всіх видів маргаринів повинні прагнути до досягнення рівня вмісту трансізомерів, рівному їх вмісту у вершковому маслі – максимально 5%. В Україні встановлено норму вмісту трансізомерів на рівні 8%.

Цікаві результати нами отримані при аналізі складу стеролової фракції. Найбільшого значення серед стеролів надається холестеролу, це постійна і обов'язкова частина усіх клітин тваринного організму. Дослідники звернули увагу на його участь у патогенезі одного із розповсюджених захворювань – атеросклерозу. Це стало основою для рекомендацій, щодо обмеження надходження його з їжею [6]. Допустиме споживання холестеролу за рекомендацією ВООЗ, а також Американської Академії Наук та стандарту Codex Alimentarius становить 300 мг на 100 г.

Холестерол не єдиний представник даної групи. У складі рослинних продуктів містяться фітостероли (рис. 1), які нормалізують холестероловий обмін, утворюючи з холестеролом нерозчинні комплекси і перешкоджаючи всмоктуванню холестеролу у кишково-шлунковому тракті.

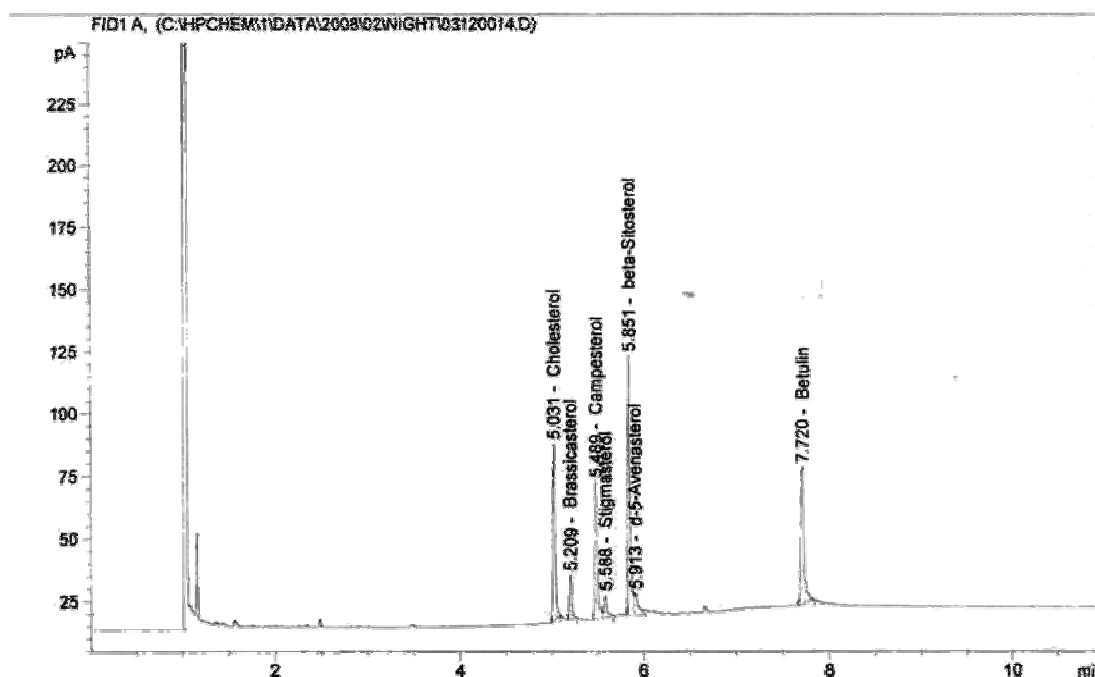


Рис.1. Аналіз складу стеролової фракції (кулінарний маргарин)

Таким чином, завдяки високому вмісту β -ситостеролу розроблений продукт має протиатеросклеротичні властивості.

Окрім названих, запропонована нами маргаринова продукція має низку переваг перед більшістю традиційних маргаринів, представлених на вітчизняному ринку:

1. У зв'язку з тим, що рослинні олії надають продукту приємного світло-жовтого кольору, маємо змогу відмовитись від застосування синтетичних барвників.

2. Ми також відмовилися від використання в рецептурі широко застосовуваних консервантів – бензойної та сорбінової кислот і їх солей (E200-E213), які пригнічують життєдіяльність природної мікрофлори кишковика. Для отримання стійкої емульсії пропонуємо використовувати емульгатор-стабілізатор Димодан Нр, включений у реєстр продукції, що пройшла державну реєстрацію.

3. Традиційний маргарин найчастіше ароматизують діацетилом. Для надання природного молочного запаху пропонується вводити до рецептури нових маргаринів 8,5% вершків, сквашених вітаміно-синтезуючими заквасками.

Результати мікробіологічного аналізу маргаринової продукції після 5 днів зберігання наведені у табл. 3.

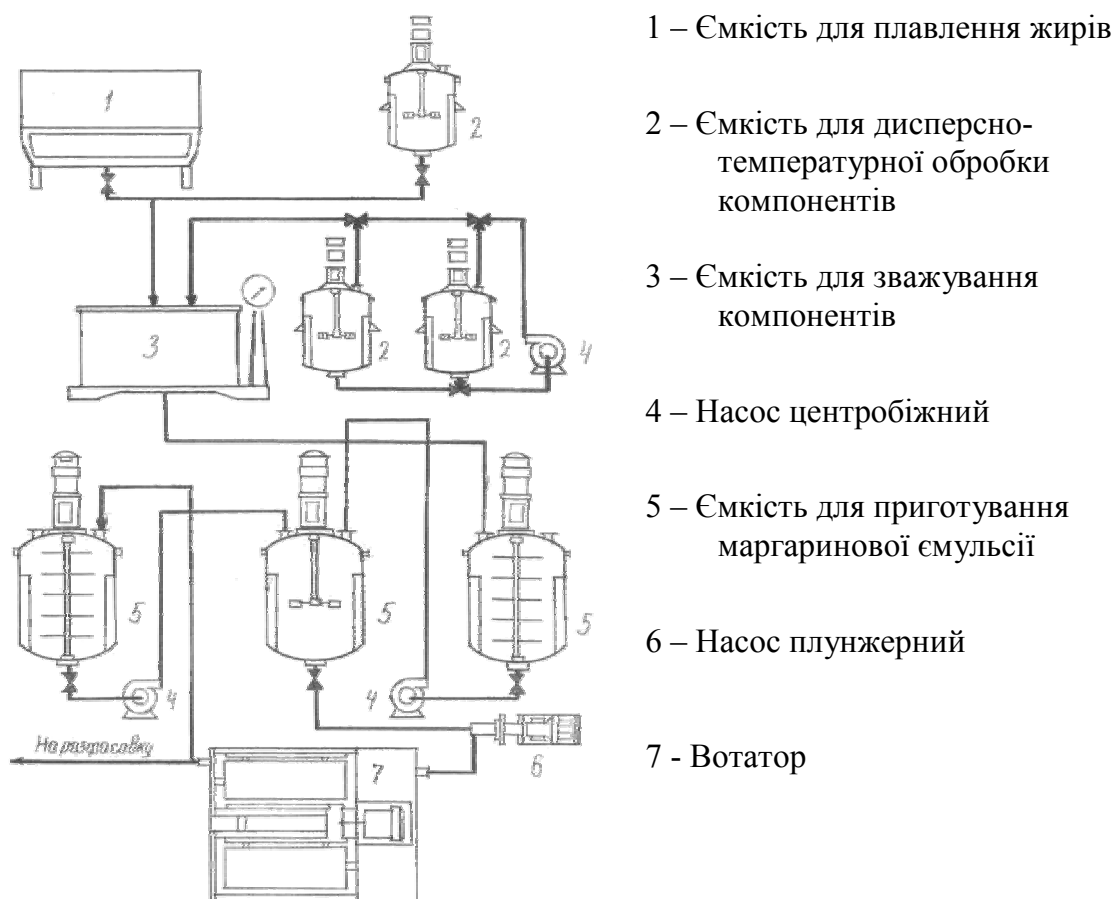
Таблиця 3 - Результати мікробіологічного аналізу

Зразок	БГКП в 0,01 г	МАФАМ	Пліснява, КУО/г, не більше	Дріжджі, КУО/г, не більше
Столовий	-	$<1 \cdot 10$	0	0
Кондитерський	-	$<1 \cdot 10^2$	36	0
Кулінарний	-	$<2,2 \cdot 10^3$	17	0 + спороносна паличка
Норми згідно вимогам ДСТУ 4465:2005	Не регламентується	Не регламентується	1·10 ²	1·10 ³

Як видно з таблиці, мікробіологічні показники задовольняють вимогам ДСТУ 4465: 2005 „Маргарин. Загальні технічні умови”.

За рівнем собівартості та відпускнуою ціною розроблений продукт може конкурувати з відомими аналогами.

Запропонована технологія не потребує значних змін в апаратурно-технологічній схемі виробництва маргарину. На рис. 2 виконано один з можливих варіантів технологічної схеми для виробництва маргарину на основі купажованих жирів.



1 – Ємкість для плавлення жирів

2 – Ємкість для дисперсно-температурної обробки компонентів

3 – Ємкість для зважування компонентів

4 – Насос центробіжний

5 – Ємкість для приготування маргаринової емульсії

6 – Насос плунжерний

7 - Вотатор

Рис. 2. Технологічна схема виробництва маргарину потужністю 1000 кг/год.

Висновки. Проблема профілактики захворювань жирового обміну спонукає звернути увагу на створення принципово нових, збалансованих за складом спеціальних маргаринів, збагачених функціональними інгредієнтами. Запропонована нами

рецептура не передбачає застосування саломасів, оскільки широко застосовувані гідрогенізовані жири містять у значних кількостях (20-40%) мононенасичені C_{18:1} жирні кислоти у транс-формі. Головним компонентом запропонованої нами маргаринової продукції є купажі свинячого та яловичого жиру з різними рослинними оліями. Харчова цінність купажів обумовлюється оптимальним вмістом поліненасичених жирних кислот та їх збалансованістю з іншими жирними кислотами.

Приблизна собівартість упаковки вагою 250 грам столового маргарину становить 1,5 грн., кондитерського маргарину – 1,2 грн. Тому за відпускну ціною розроблений продукт може конкурувати з відомими аналогами.

Список літератури: 1. Кудряшева А. А. Секреты хорошего здоровья и активного долголетия. - М.: Пищепромиздат, 2000. - 320 с. 2. Азнаурьян М.П., Калашева Н. А. Современные технологии очистки жиров, производства маргарина и майонеза. - М.: „Сампо-принт”, 1999. – 495 с. 3. Кочеткова А. А. Пищевые эмульсии – эмульгаторы: некоторые научные обобщения и практические подробности. // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2002. - № 2. – С. 8-13. 4. Олійно-жирова галузь України. Інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України та Російської Федерації. Показники роботи за 1-е півріччя та липень 2007 року, 2006/2007 МР. – Харків, 2007. – 100 с. 5. Tsai C-J., Leitzmann M.F., Willett W.C., Giovannucci E.L. Long-term Intake of trans-Fatty Acids and Risk of Gallstone Disease in Men. Arch Intern Med. May 9, 2005; 165:1011-1015. 6. Самсонов М. А., Исаев В. Л. Новое в профилактике и лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца, гиперлипидемии и других заболеваний. // Вопросы питания. – 1995. – № 4, – С. 33– 34.

Надійшла до редколегії 12.11.08

ЛЕВЧУК И.В., научно-исследовательский центр испытаний продукции, Укрметртестстандарт; КИЩЕНКОВ.А., научно-исследовательский центр испытаний продукции, Укрметртестстандарт;

МАСЛА И МАСЛОСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ[А]ПИРЕНА МЕТОДАМИ ВЭЖХ И ГЖХ-МС

Разработана методика качественного и количественного определения бенз[а]пирена в маслах и масложиродержащих продуктах методами ВЭЖХ и ГЖХ-МС. Установлено, что флуоресцентный и масс-селективный детекторы обладают высокой селективностью при анализе ПАУ. Достоверное количественное определение ПАУ возможно только при условии применения внутреннего стандарта. Положительные результаты, полученные методом ВЭЖХ, необходимо подтверждать методом газовой хроматомасс-спектрометрии.

The method of qualitative and quantitative determination of benzo(a)pyrene in oils and fat products by HPLC and GC-MS is developed. High selectivity of fluorescent and mass-selective detectors for PAH analyses was established. The authentic quantitative determination is possible only with application of the internal standard. The positive results are necessary for confirming by method of gas chromatomass-spectrometry.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются распространенными загрязнителями растительных масел и пищевых продуктов на их основе. Для решения проблемы канцерогенной безопасности необходимо обеспечить надежный контроль этой группы пищевых продуктов за содержанием ПАУ, поскольку, как известно, наличие канцерогенных химических соединений в пищевом рационе человека является причиной 75 % всех онкологических заболеваний.

Бенз[а]пирен – онкогенное вещество, представляющее собой полициклический ароматический углеводород, образующийся при воздействии высокой температуры на некоторые органические вещества. ПАУ содержатся в выхлопных газах, продуктах горения печей и отопительных установок, в табачном и коптильном дыме. В масла и другие продукты эти соединения попадают из окружающей среды. Наиболее вероятный путь попадания ПАУ в масличные семена - это сушка дымовыми газами, которые содержат продукты неполного сгорания топлива, в том числе и ПАУ. Значительное количество ПАУ образуется при сжигании мусора, пищи, нефтепродуктов, а также выбросов автотранспорта. Бенз[а]пирен обнаруживают в продуктах, возможность загрязнения которых ранее не рассматривалась. Установлено, что 95% бенз[а]пирена содержится в семенах масличных культур [1; 2; 3].

Наличие бенз[а]пирена в пищевых продуктах рассматривается как маркер загрязнения канцерогенными ПАУ [4]. К канцерогенам, способствующим возникновению онкологических заболеваний, относится бенз[а]пирен, поэтому контроль ПАУ осуществляется по бенз[а]пирену.

В настоящее время в странах ЕС уделяется большое внимание контролю безопасности маслосодержащих продуктов, в том числе определению содержания бенз[а]пирена в растительных маслах. Директива Комиссии ЕС 208/2005/ЕЕС жестко регламентирует содержание полициклических ароматических углеводородов в пищевых продуктах. Например, содержание бенз[а]пирена в жирах не должно превышать 0,002 мг/кг [5].

В Украине такой гигиенический норматив отсутствует. Несмотря на это, наличие канцерогенных химических соединений в пищевых продуктах необходимо контролировать, и в ближайшее время должен быть утвержден гигиенический норматив для контроля за содержанием бенз[а]пирена в маслах и маслосодержащих продуктах.

Определение бенз[а]пирена в жиросодержащих продуктах на уровне 0,002 мг/кг является сложной и трудоемкой аналитической задачей.

Для определения бенз[а]пирена обычно используют следующие хроматографические методы: газожидкостная хроматография с пламенно-ионизационным детектором, газожидкостная хроматография с масс-селективным детектором (ГЖХ/МС), высокоэффективная жидкостная хроматография с детектором на диодной матрице (ВЭЖХ/УФ), высокоэффективная жидкостная хроматография с флуоресцентным детектором, высокоэффективная жидкостная хроматография с детектором на диодной матрице (ВЭЖХ/УФ) и флуоресцентным детектором, соединенными последовательно [6; 7].

Основными требованиями, предъявляемыми к методам определения ПАУ в маслах и маслосодержащих продуктах, является высокая чувствительность и селективность. Данные о пределе количественного определения бенз[а]пирена различными методами представлены в таблице 1. Флуоресцентный и масс-селективный детекторы обладают высокой селективностью, в то же время чувствительность флуоресцентного детектора в 50-100 раз выше, чем у масс-селективного, что позволяет уменьшить массу аналитической пробы, увеличить конечный объем подготовленной пробы и приводит к значительному уменьшению влияния матрицы на качество анализа [8]. Ультрафиолетовый и пламенно-ионизационный детекторы не обладают ни высокой чувствительностью, ни высокой специфичностью, в связи с этим проведение анализа с использованием этих детекторов более ограничено.

Таблица 1 – Предел количественного определения бенз[а]пирена в масложировой продукции

Метод измерения	Предел количественного определения, мкг/кг
ВЭЖХ с флуоресцентным детектором	0,07
ГЖХ с масс-селективным детектором	0,5
Газожидкостная хроматография с пламенно-ионизационным детектором	5
Высокоэффективная жидкостная хроматография с УФ-детектором	7

Нами разработана и оценена на пригодность (валидирована) методика определения бенз[а]пирена в маслах и масложиродержащих продуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектором. Метод заключается в щелочном гидролизе пробы, экстракции гексаном бенз[а]пирена и неомыляемой части липидов, реэкстракции бенз[а]пирена смесью вода : N,N-диметилформамид, повторной экстракции бенз[а]пирена гексаном, очистке экстракта на флоризиле, концентрировании в токе азота с последующим растворением полученного остатка в смеси ацетонитрил : вода (8:2) и определении массовой концентрации бенз[а]пирена методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием. Подтверждение положительных результатов проводится методом газовой хроматомасс-спектрометрии.

Определение бенз[а]пирена методом ВЭЖХ проводилось на жидкостном хроматографе HP 1100 с использованием флуоресцентного детектора; подтверждение полученных результатов методом ГЖХ-МС проводилось на газовом хроматомасс-спектрометре HP 6890/5973.

Для анализа бенз[а]пирена нами были выбраны следующие условия хроматографирования: колонка MOS 2,1 x 200 с зернением 5 микрон; длина волны возбуждения 399 нм, длина волны регистрации 418 нм; температура термостата колонок 30 °С; скорость потока элюента 0,3 см³/мин; состав элюента: ацетонитрил : вода в градиентном режиме (от 20 до 100 % воды); хроматографируемый объем пробы 5 мкл. Выбранная колонка пригодна для анализа жиров, поэтому не критично, если в пробе останутся остатки жира при пробоподготовке. Колонка легко регенерируется тетрагидрофураном и ацетоном, а длина колонки позволяет при необходимости разделить все основные ПАУ.

Особое внимание при определении бенз[а]пирена необходимо уделять достоверности положительных результатов. Идентификация бенз[а]пирена в методе ВЭЖХ осуществляется по времени удерживания компонента. На рисунке 1 представлена хроматограмма стандарта бенз[а]пирена с внутренним стандартом, в качестве которого выступает бенз[б]хризен – вещество, не встречающееся в пищевых продуктах. Бенз[б]хризен, как и бенз[а]пирен, относится к группе ПАУ, при концентрации 1 мкг/см³ отклик его аналитического сигнала сопоставим с откликом бенз[а]пирена. Время удерживания бенз[б]хризена близко к времени удерживания бенз[а]пирена.

Подтверждение достоверности результатов анализа, полученных методом ВЭЖХ, проводится на газовом хроматомасс-спектрометре. Для этого пробу, подготовленную для жидкостной хроматографии, нужно сконцентрировать в токе азота и растворить в 50 мм³ гексана. На рисунке 2 приведен пример подтверждения наличия бенз[а]пирена в образце масла подсолнечного методом ГХ-МС. Идентификация бенз[а]пирена осуществлялась

на основании совпадения времен удерживания пиков и соотношения основного (252) и характеристических (253, 125) ионов бенз[а]пирена в образце и стандартном растворе. При анализе на газовом хроматографе с масс-селективным детектором следует учесть, что остатки жира в пробе очень критичны.

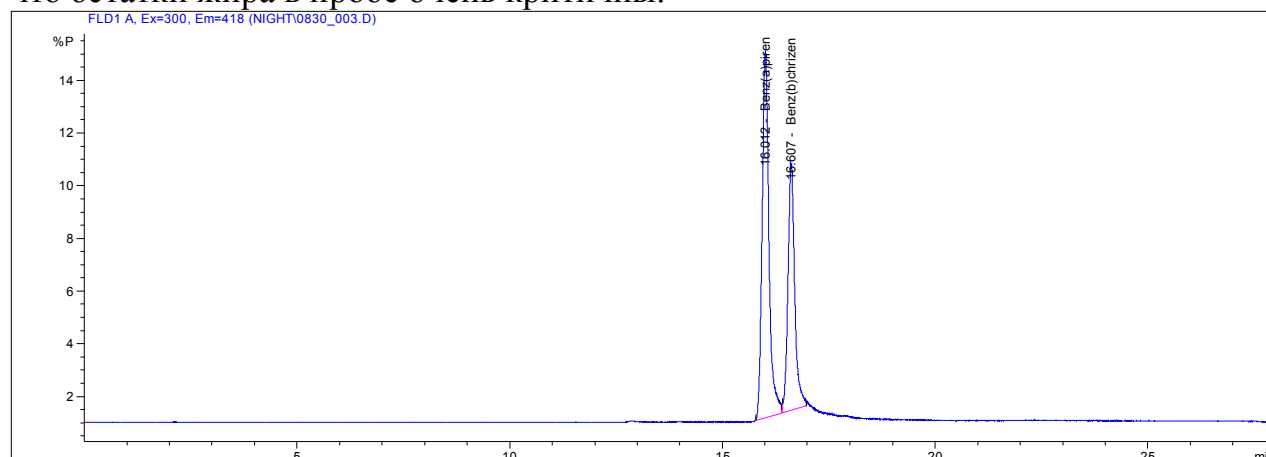


Рис.1 Хроматограмма стандарта бенз[а]пирена и внутреннего стандарта бенз[б]хризен с концентрацией 1 мкг/см³, полученная методом высокоэффективной хроматографии (флуоресцентный детектор)

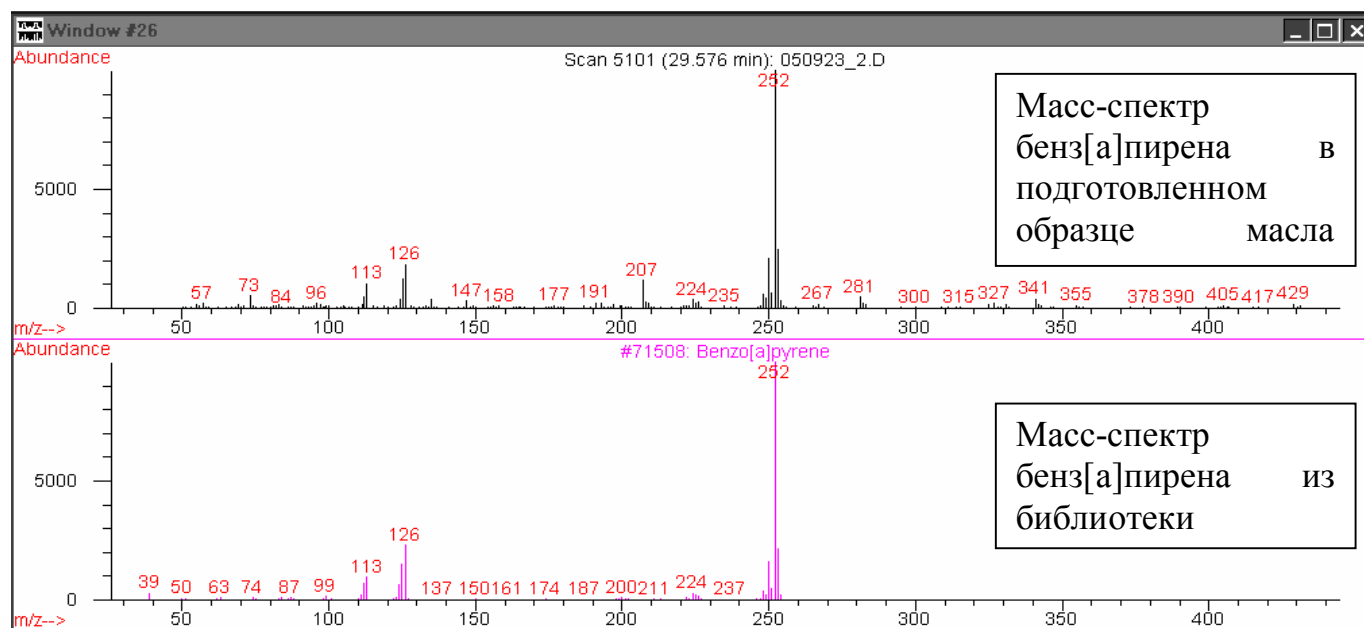


Рис. 2. Идентификация бенз[а]пирена в образце подсолнечного масла по масс-спектрам

Особое внимание необходимо уделять достоверности полученных результатов. Обязательным условием является проверка всех реактивов на чистоту. В таких случаях обязательным является анализ «холостой» пробы, который подтвердит чистоту применяемых реагентов, растворителей, посуды.

При проверке каждого реактива в отдельности была найдена причина загрязнения холостой пробы. Ею оказалось загрязнение диметилформаида – реактива, используемого в процессе анализа. Из рисунка 3 видно, что реактивы такого качества не позволяют определить наличие бенз[а]пирена в пробе, так как массовая концентрация бенз[а]пирена в диметилформаиде составила 5 мкг/дм³.

Для качественного определения бенз[а]пирена использовали метод внешнего стандарта. Отклик флуоресцентного детектора по бенз[а]пирену линеен в диапазоне от 0,1 нг до 10 нг. Количественное определение бенз[а]пирена проводили методом

внутреннего стандарта, в качестве которого использовали бенз[b]хризен. Контроль правильности результатов осуществлялся с использованием метода добавок, по внутрилабораторному контрольному образцу и по результатам межлабораторных сличительных испытаний.

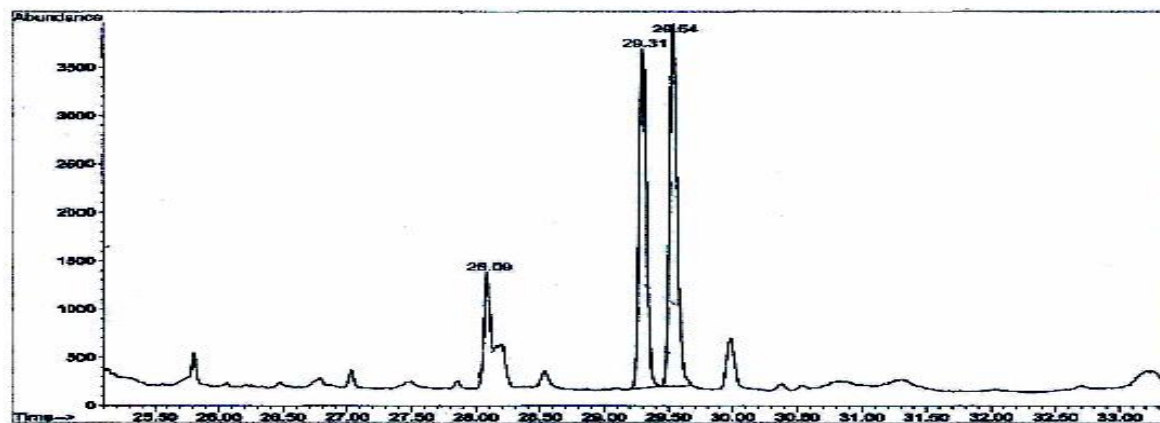


Рис. 3. Хроматограмма диметилформаида, содержащего бенз[а]пирен и другие ПАУ, полученная методом ГЖХ-МС (режим СИМ)

Участие в межлабораторных сличительных испытаниях является одним из важных этапов подтверждения точности результатов испытаний. В таблицах 2 а) и 2б) представлены результаты межлабораторных испытаний образцов масел с низким и высоким содержанием бенз[а]пирена. Полученные данные свидетельствуют об эффективности разработанного нами метода определения бенз[а]пирена.

Таблица 2а) – Результаты межлабораторных испытаний образцов подсолнечного масла и семян подсолнечника

Наименование образца	Содержание бенз[а]пирена, мкг/кг		Расхождение результатов, %
	1*	2*	
Семена подсолнечника	2,3	2,5	4,2
Масло подсолнечное (первый отжим)	11	9,1	9,5
Масло подсолнечное (экстракт)	14	13	3,7
Масло подсолнечное не рафинированное	12	11	4,3

Таблица 2 б) – Результаты межлабораторных испытаний образцов масел

Наименование образца	Содержание бенз[а]пирена, мкг/кг		Расхождение результатов, %
	3*	2*	
Масло подсолнечное не рафинированное	4,5	4,0	5,9
Масло подсолнечное рафинированное	1,2	1,2	0

*1 – результаты, полученные в лаборатории American Oil Chemists Society (Американское общество химиков по анализу масел)

*2 – результаты, полученные в лаборатории Укрметртестстандарта

*3 – результаты, полученные в центральной лаборатории по анализу масел и жиров (Голландия)

С помощью разработанной методики проведены также испытания семян масличных культур и масложиросодержащих пищевых продуктов. Бенз[а]пирен был выявлен в семенах масличных культур, растительных маслах и маслосодержащих продуктах отечественного производителя (спредах, майонезах и т. д.). На рис. 5 приведена хроматограмма масла подсолнечного с массовой долей бенз[а]пирена 5 мкг/кг. Количественные результаты проведенных исследований представлены в таблицах 3 и 4. В результате проведенных испытаний установлено, что в пробах масел и масложировых продуктов редко присутствуют одиночные ПАУ, чаще всего наблюдается присутствие многих представителей этого класса (рис.5).

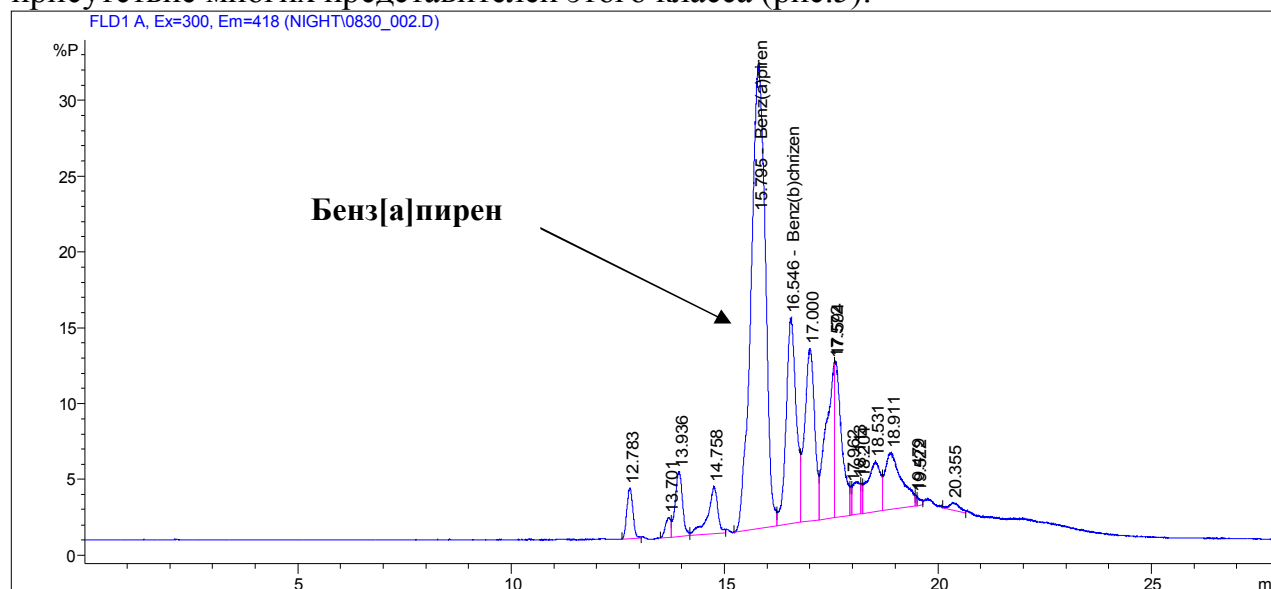


Рис. 5. Хроматограмма масла подсолнечного, содержащего бенз[а]пирен и другие ПАУ, полученная методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (флуоресцентный детектор).

Таблица 3– Содержание бенз[а]пирена в семенах масличных культур и жмыхе

Наименование образца	Количество исследованных образцов	Содержание бенз[а]пирена, мкг/кг жира
Семена подсолнечника	15	от 0,5 до 6,0
Семена кукурузы	5	от 0,5 до 25,0
Жмых подсолнечный	5	от 0,5 до 8,0

Проведено испытание более 40 проб подсолнечного масла. В результате проведенных испытаний установлено, что содержание бенз[а]пирена в масле подсолнечном находится в пределах от 0,9 до 30,0 мкг/кг. А в семенах масличных культур содержание бенз[а]пирена находится в пределах от 0,5 до 25,0 мкг/кг жира. Согласно представленным данным в таблице 4 содержание бенз[а]пирена в маслосодержащих продуктах, таких как маргарины, майонезы, спреды, находится в пределах от 0,8 до 6,6 мкг/кг, что свидетельствует о том, что растительное масло, использованное для изготовления этих продуктов, содержало значительное количество бенз[а]пирена.

Мониторинг содержания бенз[а]пирена в растительных маслах и жирах, а также масложиросодержащих продуктах, осуществляемый при контроле за безопасностью и качеством пищевых продуктов в научно-исследовательском центре испытаний продукции Укрметртестстандарта, в настоящее время продолжается.

Таблица 4 – Содержание бенз[а]пирена (мкг/кг) в масложировых продуктах

Название образца	Содержание бенз[а]пирена, мкг/кг				
	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4	Образец № 5
Майонезы	0,5	0,6	5,1	3,6	5,4
Маргарины	0,6	1,9	4,2	6,6	4,8
Спреды	0,8	3,4	1,2	2,0	0,6
Масло рапсовое пищевое	0,8	1,4	13,2	8,0	24,0
Масло подсолнечное	от 0,9 до 30,0				

Результаты наших исследований позволяют сделать несколько выводов:

1. Для анализа бенз[а]пирена успешно используется метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектором.
2. Достоверное количественное определение возможно только при условии применения внутреннего стандарта.
3. Положительные результаты необходимо подтверждать на газовом хроматомасс-спектрометре.
4. Необходимо проведение мониторинга содержания бенз[а]пирена в растительных маслах и жирах, а также масложиродержащих продуктах для контроля безопасности этой группы пищевых продуктов.

Список литературы: 1. Guillén, M. D., Sopelana P., Partearroyo M. A.. Food as a source of polycyclic aromatic carcinogens // Rev. Environ. Health.–1997.–Vol.12.–P. 133–146. 2. Dennis, M. J., Massey R. C., Cripps G., Venn I., Howarth N., Lee G. Factors affecting the polycyclic aromatic hydrocarbon content of cereals, fats and other food products. // Food Addit. Contam. – 1991.–Vol. 8.–P. 517–530. 3. Lacoste F. Undesirable Compounds And Contaminants In Fats And Oils In Fats And Oils Processing And Utilization // French Institute for Fats and Oils PESSAC, France AOCS/IUPAC Workshop, 6-8 December 2004 –Tunis. 4. PAH and Benzo (a) pyrene in Food Products. Publication of SGS. REFERENCE NUMBER: 039/05. DATE: SEP 2005. 5. COMMISSION REGULATION (EC) No 208/2005 of 4 February 2005 No 466/2001 as regards polycyclic aromatic hydrocarbons. 6. Guillén M. D., Sopelana P., Partearroyo M. A. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in commercial liquid smoke flavorings of different compositions by gas chromatography-mass spectrometry. // J. Agric. Food Chem.–2000.–Vol. 48.–P.126–131. 7. Howard, J. W., Teague R. T., White Jr., R. H., Fry B. E. Extraction and estimation of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods. I. General method. // J. AOAC –1996.–Vol. 49.–P.595–611. 8. García Falcón M. S., González Amigo S., Lage Yusty M. A., Simal Lozano J. Determination of benzo(a)pyrene in some Spanish commercial smoked products by HPLC-FL. // Food Addit. Contam. –1999.–Vol. 16.–P. 9–14.

Поступила в редколлегию 12.11.2008

УДК 622.324; 664.3:547

А.П. МЕЛЬНИК, д-р техн. наук, **Я.І СЕНИШИН** ДК “Укргазвидобування”, **КРАМАРЕВ С.О., МАТВЄЄВА Т.В.**, канд. техн. наук

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЄЖИРОВОЇ ТА ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ В ПОВЕРХНЕВОАКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТА ПАЛИВА

Розглянуті шляхи отримання поверхнево-активних речовин та вуглеводнів з відновлюваної речовини. Розроблені технології отримання інгібіторів корозії дизельного палива та низки реагентів для нафтогазової та інших галузей.

Prospect ways of hydrocarbon production from sustainable and mineral raw materials are considered. Elaborated are technologies of surface active hydrocarbon derivatives production for oil-gas industry.

Олієжирова сировина широко використовується для одержання реагентів різного призначення, зокрема у нафтогазовій галузі: інгібіторів корозії, гідратуутворення, солей парафіновідкладень, піноутворення, емульгування, адгезії, в'язкості, водоприпливу, фільтрації, а також як піноутворювачі, гідрофобізатори чи гідрофілізатори, очищувальні засоби. Такі реагенти використовують при бурінні та і видобуванні газу чи нафти. Більшість з цих реагентів імпортного походження і тільки деякі з них виробляють в Україні. Одна з причин такої ситуації зумовлена відсутністю сировинної бази та дефіцитом енергоносіїв, зокрема природного газу. Сировиною для одержання таких продуктів може бути вітчизняна відновлювальна і мінеральна сировина. Упродовж ряду років проводяться дослідження хімічних перетворень рослинних олій з отриманням азотовмісних, фосфоро- і кисеньвмісних речовин [1, 2], які як поверхнево-активні речовини проявляють інгібуючі, піноутворюючі, миючі, очищувальні та інші властивості. Також відомо, що метан і інші компоненти природного газу можна одержати синтетичним шляхом. Розробка технології одержання і застосування таких продуктів – актуальна проблема.

Враховуючи актуальність, мета роботи полягає у визначенні сировинної бази і шляхів розробки технологій одержання поверхнево активних речовин, вуглеводневих продуктів, їх похідних, придатних для застосування в нафтогазовій та інших галузях.

Як сировинна база для одержання ряду вказаних продуктів можуть бути використані олійні культури, обсяги переробки яких переробними підприємствами України за 2003-2007 роки змінювались наступним чином:

рік	сировина, тонн					
	соняшник	соя	ріпак	льон	рижій	разом
2003	2734527	18888	5439	1254	715	2760823
2004	2843508	26109	41630	4805	639	2916689
2005	2934710	92301	52874	4424	80	6014904
2006	4380723	33798	42300	7038	0	4463859
2007	4530874	53951	48578	5353	0	4638756

За ці ж роки вироблено олії 1222145 т, 1232744 т і 1245197 т, відповідно. За прогнозами, найбільшими темпами зростатиме виробництво ріпаку (до 500000 т). Крім того, у 2003 р. одержано 2762 т фосфатидного концентрату, а у 2004 р. – 4097 т. Органічними відходами цих виробництв є 16,7 % лушпиння. Якщо переважна частина олій застосовується у харчовій промисловості, то фосфатидний концентрат – в дуже незначних обсягах. Сьогодні олію в Україні виробляють 20 заводів і 6–8 з них одержують фосфатидні концентрати. Крім цього, передбачається пуск нових виробництв потужністю ≈ 500 т/добу з переробки соняшнику і тропічних олій. У Росії у 2003 р. вироблено 986000 т олій, у 2004 р. – 1164102 т і у 2005 р. – 1220464 т.

Результатами попередніх досліджень [1, 2] показана можливість одержання азото-фосфоро-кисеньвмісних речовин при хімічних перетвореннях олієжирової сировини. Отримані продукти виявляють захисну дію, як інгібітори корозії, піногасні властивості, впливають на проникність води і в'язкість водних розчинів, а також можуть використовуватись в змащувальних композиціях та як гідрофобізатори. Крім того, відомо, що речовини таких класів виявляють бактерицидну дію. Враховуючи це, розроблено технологічну схему одержання азото-фосфоро-кисеньвмісних продуктів із олієжирової сировини, яка приведена на рисунку. Згідно зі схемою олієжирову

сировину, а при необхідності і розчинник, завантажують в реактор, який обладнаний мішалкою, оболонкою, патрубками для введення сировини і реагентів та виведення продуктів реакції, і здійснюють процес синтезу при заданих умовах. В одержаних продуктах визначають фізико-хімічні показники згідно з технічними вимогами, наприклад до інгібіторів корозії чи проти пінних засобів.

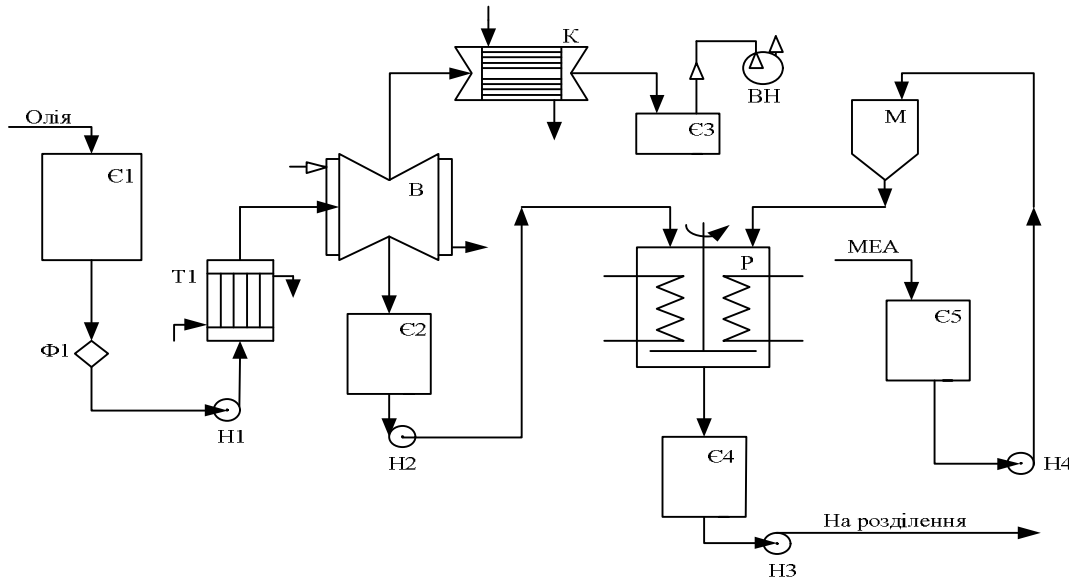


Рис. Технологічна схема одержання інгібіторів корозії і дизельного пального.

Є1, Є5 – ємності олієжирової сировини і реагенту, відповідно; Т1, В, К, Є2, Є3, ВН – обладнання типової установки сушіння (використовується тільки при необхідності); Р – реактор; М – мірник; Є4 – приймальна ємність продукту; Н1-Н4 – насоси.

Наприклад, встановлено, що швидкість корозії, і відповідно захисний ефект ЗЕ, симбатно змінюються зі ступенем перетворення СП сировини:

СП, %	13	25	38	44	47	52
ЗЕ, %	21	44	70	75	88	90

Це може бути використано як при виробництві, так і при застосуванні. Це дає змогу як керувати технологічним процесом отримання продукту, так і одержувати продукти із заданими властивостями, наприклад піноутворюючими чи піногасними.

Ще одним перспективним напрямком використання олієжирової сировини є одержання дизельного палива (біопалива, біодизеля) з олієжирової сировини. В розвинених країнах таке джерело достатньо розвивається з 1996-1997 рр., про що свідчать існуючі нормативні документи і відпрацьовані фізико-хімічні показники палива у ряді держав (таблиця).

Одержання дизельного палива з олієжирової сировини може здійснюватись за схемами:

олії → виділення жирних кислот → етерифікація → рафінація → дизельне пальне;
олії → алкоголіз → рафінація → дизельне пальне.

Одержання пального за останнім шляхом можна здійснювати на установці, технологічна схема якої показана на рис. Основні характеристики одержаного пального за однією зі схем знаходяться на рівні закордонних продуктів, що видно з таких показників на основі: соняшникової олії (густина $0,878 \text{ г/см}^3$, в'язкість $6,2 \text{ мм}^2/\text{с}$, температура спалаху $\approx 100 \text{ }^\circ\text{C}$, сліди вологи, 50 % википає до $323 \text{ }^\circ\text{C}$, 96 % википає до $345 \text{ }^\circ\text{C}$) і соєвої олії (густина $0,877 \text{ г/см}^3$, в'язкість $6,1 \text{ мм}^2/\text{с}$, температура спалаху $\approx 100 \text{ }^\circ\text{C}$, сліди вологи, 50 % википає до $324 \text{ }^\circ\text{C}$, 96 % википає до $332 \text{ }^\circ\text{C}$).

Крім того, за схемою перетворень жирні кислоти → амоноліз → гідрування → вищі аміни → КПАР можна одержувати катіоноактивні ПАР, і зокрема інгібітори корозії. Інгібітори корозії і інші поверхневоактивні реагенти для газовидобувної галузі також легко одержують за схемою: олії чи інша олієжирова сировина → амідування.

Іншим джерелом в нашій державі може стати розвинене виробництво етанолу, що дозволить використовувати не тільки потенціал більше 100 цукропереробних заводів, але й спиртові заводи та відновлювану вітчизняну сировину: зерно злакових рослин, мелясу та картоплю, тобто ту сировину, яка вміщує крохмаль чи цукор. До таких, зокрема, відносяться деревина і відходи її переробки. Відомо, що етанол може частково чи повністю замінювати бензин. При цьому додавання 20 % етанолу до бензину не потребує змін у двигунах, використання суміші 45 % низькооктанового бензину з 55 % водного етанолу зумовлює зменшення пального до 25 % за рахунок того, що 3 % етанолу збільшують на 1–1,5 одиниці октанове число бензину. Такі дані стали основою того, що ще 20 років тому в США вироблялось до 115 млн дал етанолу, який у вигляді 10 % міцелярної дисперсії з бензином під назвою “газохол” використовується як пальне. У Франції за рахунок такої міцелярної системи зменшено витрати нафти на 1,5 млн т. З цією метою у Бразилії вироблялось понад 240 млн дал етанолу. Для запобігання розшаруванню дисперсії бензину з 95,5 % водним етанолом застосовують розгалужені спирти чи ароматичні вуглеводні. Як спирти можуть бути використані кубові спирти етанолового виробництва – продукти сивушних масел. Виробництво етанолу може не тільки зменшити споживання пального, але й замінити такий небезпечний реагент газодобувної галузі, як метанол – інгібітор гідратоутворення. Для цього можна використовувати як етанол, так і головну фракцію. Після спеціальної обробки головна фракція проявляє не тільки протигідратні властивості, але й протикорозійні. При випробуванні інгібіторів гідратоутворення на основі цієї сировини в умовах ГПУ “Харківгазвидобування” одержані достатньо обнадійливі результати. Крім того, етанол може стати сировинною базою виробництва цілого ряду продуктів, які сьогодні одержують з природного газу і нафти, наприклад за схемами:

етанол → дегідратація → етилен → полімеризація → поліетилен;

етилен → алюмоорганічний синтез → вищі жирні алканоли → АПАР;

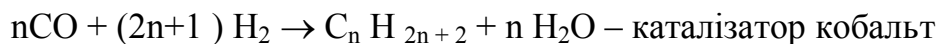
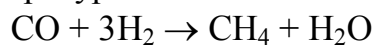
етилен → окислення → оксид етилену → оксиетилювання алканолів → НПАР.

В Україні існує ряд підприємств, які можуть здійснювати дегідратацію, полімеризацію, оксиетилювання, етерифікацію, алкоголіз, гідрування, амоноліз, рафінацію та інші технологічні процеси. На основі цих підходів розроблені нові піноутворювачі, піногасники, інгібітори корозії і гідратоутворення: Інко, Піносіл, Інгідрат. Сьогодні світові втрати металу від корозії оцінюються величиною 25–30 млрд \$, а щорічне зростання виробництва інгібіторів корозії, наприклад у США – 5–7 млн \$. Ці та інші витрати потребують значних витрат енергії. Десятикратне підвищення, в зв’язку зі зменшенням запасів, цін на нафту за останні 10–20 років змушує розвивати альтернативні джерела енергії. Необхідно підкреслити і те, що світові запаси нафти у тепловому еквіваленті оцінюються величиною $\approx 0,5-1 \cdot 10^2$ млрд т, а вугілля – $\approx 2,5-5 \cdot 10^3$ млрд т, що передбачає їх виснаження через ≈ 50 р. і ≈ 500 р., відповідно [3–5]. За цими ж прогнозами виснаження природного газу і ядерного палива може наступити через ≈ 55 р ≈ 200 р. відповідно.

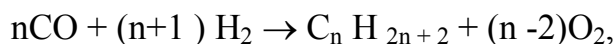
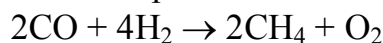
Таблиця - Фізико-хімічні показники дизельних біопалив різних країн

Показник і одиниця виміру	США, ASTM PS 121-99 D6751 2003 а 07. 1999	Австрія ON C1191 07. 1997	Чехія CSN 65 6507 09. 1997	Франція Jornal Officiael 09. 1997	Італія UNI 10635 04. 1997	Швеція SS 155436 11. 1996	Німеччина DIN V 51606 09. 1994
Густина при 15 °С, г/см ³	-	0,85-0,89	0,87-0,89	0,87-0,90	0,86-0,90	0,87-0,90	0,875-0,90
В'язкість кінем. При 40°С, мм ² /с	1,9-6,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0	3,5 – 5,0
Температура спалаху, °С	≥100	≥100	≥110	≥100	≥100	≥100	≥110
Температура фільтрування літо/зима, °С	-	0/-15	-5/-8	-	-	-5	0/-10/-20
Температура застигання літо/зима, °С	-	-	-	≤-10	≤0/≤-15	-	-
Загальна сірка, % мас.	≤0,05	≤0,02	≤0,02	-	≤0,01	≤0,001	≤0,01
Відкладення (по Кодрадсону) 100 %, % мас.	≤0,05	≤0,05	≤0,05	-	-	-	≤0,05
Коксування 10 %-го залишку, % мас.	-	-	-	-	≤0,3	≤0,5	-
Цетанове число	≥40	≥49	≥48	≥49	-	≥48	≥49
Зольність, % мас.	≤0,02	≤0,02	≤0,02	-	0,01	≤0,01	≤0,01
Вміст води, мг/кг	≤500	-	≤500	≤200	≤700	≤300	≤300
Загальні забруднення, мг/кг	-	-	≤24	-	-	≤20	≤20
Кислотність, мг КОН/г	≤0,8	≤0,8	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,6	≤0,5
Йодне число, гJ ₂ /100 г	-	≤120	-	≤115	-	≤125	≤115
Метанол, % мас.	≤0,2	≤0,2	-	≤0,1	≤0,2	≤0,2	≤0,3
Вміст ефірів, % мас.	≥96,5	-	-	≥96,5	≥98	≥98	-
Моноацилгліцерини, % мас.	≤0,8	-	-	≤0,8	≤0,8	≤0,8	≤0,8
Діацилгліцерини, % мас.	≤0,2	-	-	≤0,2	≤0,2	≤0,1	≤0,1
Триацилгліцерини, % мас.	≤0,2	-	-	≤0,2	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Вільний гліцерин, % мас.	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,02	≤0,05	≤0,02	≤0,02
Загальний гліцерин, % мас.	≤0,24	≤0,24	≤0,24	≤0,25	-	-	≤0,25
Фосфор, мг/кг	-	≤20	≤20	≤10	≤10	≤10	≤10
Вміст луку (Na+K), мг/кг	-	-	≤10	≤5	-	≤10	-
Корозія на Сu пластині, при 50°С	-	-	<1	-	-	-	<1
Відбір, 95 %, °С	-	-	-	<360	<360-	-	-

Тому ще одним альтернативним вітчизняним джерелом вуглеводневої сировини може стати вугілля, деревина та інша відновлювальна рослинна сировина [5-7], з якої на основі процесу газифікації за схемою $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$, що протікає при підвищених температурах 700–1100 °С упродовж короткого часу та синтезу Фішера-Тропша, можна одержувати вуглеводні парафінового ряду враховуючи протікання при температурі 200–320 °С і тиску 1,5–3 МПа, наприклад, таких реакцій



чи таких реакцій



які можуть приводити до утворення кисеньвмісних продуктів. Синтез вуглеводнів і їх похідних є незворотними реакціями. Під час синтезу вуглеводнів виділяється велика кількість 165–205 кДж тепла на кожну утворену групу CH_2 , що можна використовувати для одержання водяної пари чи гарячої води. Після конденсації утворюється рідка фаза вуглеводнів і продуктів їх перетворень та газова фаза летких вуглеводнів, які можна використовувати як заміник природного газу. За фракційним складом рідка фаза – це суміш гомологів нижчих вуглеводнів, бензину, дизельного пального, м'яких і твердих парафінів. Синтез можна скеровувати на одержання вуглеводнів ізоструктури з більшим октановим числом, лінійних 1-алкенів чи селективно нижчих алкенів чи навіть ароматичних вуглеводнів. Необхідно відзначити те, що у Німеччині до 1945 р. було широко розвинуте виробництво CO і H_2 , одержувана з них суміш вуглеводнів називалась когазином (Kohle- Gas-Bensin), а бензинова фракція – синтином. Сьогодні таке виробництво існує в Південній Африці – ПАР. Якщо з рідкою фазою провести процес газифікації, наприклад з повітряним чи пароповітряним дуттям при температурах 500–1100 °С з використанням каталізатора (Ni , $Ni-Al_2O_3$) чи без нього, то утворюється газ, до складу якого входять насичені і ненасичені вуглеводні CO , CO_2 і N_2 [6-8] з більшою чи меншою концентрацією водню, насичених і ненасичених вуглеводнів в залежності від технології фірми, % об:

Гейм: температура 500–700 °С H_2 –1-7, CH_4 – 24-26, C_2 – 17-20, CO – 3-6, CO_2 – 2-4, N_2 –22-50, ККД 92-95;

Дайтон-Фабера: температура 730–900 °С H_2 –1,5-112, CH_4 – 7,6-10,8, C_2 – 6,6-15,9, CO – 5,5-11,5, CO_2 – 3,6-6,1, N_2 –55-62, ККД 79-82;

Копер-Гаше: температура 850–1100 °С H_2 –8-20, CH_4 – 5-20, C_2 – 0,5-4, CO – 7-10, CO_2 – 2-4, N_2 –37-48, ККД 46-65;

ОНИА-Геги: температура 800–900 °С H_2 –39-48, CH_4 – 14,5 - 23, C_2 – 1,7-5, CO – 16-25, CO_2 –9-14, N_2 –3-10, каталізатор $Ni-Al_2O_3$, ККД 45-60;

Теплота горіння утворених газів коливається в межах $8,4\text{--}26,4 \cdot 10^3$ кДж/нм³. Як видно при газифікації, в основному утворюються високооктанові газу. Реакцію газифікації здійснюють в пустотілому реакторі, або реакторі з носієм, або в реакторі з каталізатором. Дослідження газифікації гептану в пустотілому реакторі впродовж 0,75 с і температурах T 700–800 °С свідчать про утворення газу з октановим числом $ОЧ$ більше 90 [7]:

$T, ^\circ C$	газ, % мас.	конденсат, % мас.	кокс, % мас.	втрати, % мас.	$ОЧ$
700	81,6	17,2	0,2	1	88,4
750	89	10,4	0,1	0,5	97,2
800	91,8	7,6	0,1	0,5	97,9

Такі й аналогічні технології можуть бути використані як автономні джерела паливного газу, в тому числі і в двигунах внутрішнього згоряння [8, 9]. Крім того, можна прогнозувати те, що подібні технології придатні не тільки для переробки вказаної сировини, але й для переробки міських відходів з забезпеченням паливним газом окремих будинків чи мікрорайонів. Усе це може забезпечити економічну незалежність, економію енергоресурсів, зміну інфраструктури комунального господарства, покращення екологічного та соціального стану держави.

Висновки

1. На основі олієжирової сировини і алканолів розроблена технологія виробництва поверхнево активних речовин, зокрема інгібіторів корозії і гідратуутворення, диспергаторів і антидиспергаторів, дизельного пального як альтернативи пальному з нафти.

2. Сьогодні в Україні існують джерела сировини, які можуть бути використані для одержання поверхнево-активних речовин, вуглеводнів і похідних вуглеводнів без використання продуктів переробки нафти і природного газу.

3. Олієжирова сировина, етанол, існуючі потужності їх виробництва можуть стати основою вітчизняного виробництва імпортованих хімічних продуктів для нафтогазової і інших галузей.

4. З використанням процесу газифікації вугілля, деревини, іншої рослинної сировини, міських відходів можна одержувати паливний газ, альтернативний природному газу.

Список літератури: 1. Мельник А.П. Дослідження кінетики утворення похідних алкілкарбонамідів із жирів / А.П. Мельник, Т.В. Матвєєва // Вісник Харківського політехнічного університету.- Харків: ХДПУ, 1999. – Вип.33. – С.46-48. 2. Мельник А.П. Технологія отримання моноетаноламідів із олій і жирів. /А.П. Мельник, Т.В. Матвєєва // Вісник НТУ “ХП”. – Харків: НТУ “ХП”, 2002. – №2, Ч.1. – 89-93. 3. Александров А.П. Наука и жизнь. 1982. – №12. 4. Rev. Energ. – 1979. – V.29. – №309. – P. 553. 5. 9-та Світова енергетична конференція, N-J, 1974. – P.13. 6. Паушкин Я.М. Производство олефисодержащих горючих газов / Я.М. Паушкин, Т.П. Вишнякова. – М.: Изд. АН СССР, 1960. – С. 236. 7. Горлов Е. Г. Химия твердого топлива – М., 1979. – №6. – С. 47. 8. Henkel H. I., et. al. Simens Forsch. –1973. – В. 2. – №1. – P. 56.9. Пат. ФРГ № 2306026, № 2310995.

Поступила в редколлегию 17.09.08.

664.34.002

Т.Т. НОСЕНКО, канд. біол. наук, Національний університет харчових технологій, Київ.

РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЙ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ БІЛКІВ ІЗ ШРОТІВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

В статті проаналізовано технології одержання білкових продуктів із шротів олійного насіння. Наведено експериментальні підтвердження впливу якості шроту на кількісний вихід білкових ізолятів, показано, що оптимальна температура для екстрагування білків зі шроту залежить від природи розчинника. Автором наведені експериментальні дані про вплив протеолітичних ферментів на кількісний вихід білкових ізолятів зі шроту та на їх технологічні властивості. Зроблено висновок про високі технологічні властивості білків олійного насіння та про можливість їх регулювання.

Technologies of protein production from oil seed meal are analysed in this article. Experimental evidences of meal quality influence on the quantity of protein isolates are given. It is shown that optimal temperature for protein extraction depends from used solvent. Experimental data about influence of proteolytic enzyme on the protein isolates quantity and their technological properties are given. Conclusion about high technological properties of oil seed protein and possibility of their regulation is made.

Сучасна економічна ситуація характеризується зростанням дефіциту продовольства у світі. В зв'язку з цим актуальним залишається пошук нових джерел харчової сировини та більш раціональне використання традиційної сировини.

Одним із напрямів раціонального використання насіння олійних культур для виробництва харчових продуктів є вилучення білків та одержання білкових концентратів із шротів олійних культур.

Насіння переважної більшості олійних культур характеризується високим вмістом білків. А після вилучення олії масова частка білків у шротах стає ще більш суттєвою (табл. 1). Крім високої масової частки, білки насіння олійних культур характеризується також високою біологічною цінністю, яка в основному оцінюється за вмістом незамінних амінокислот. В зв'язку з цим шроти олійних культур широко використовують для виробництва харчових білків. В першу чергу це стосується соєвого шроту. Проте для цієї мети можуть бути використані і шроти інших культур. Так, ще в 1978 році співробітниками філіалу ВНДІОЖ була розроблена технологія та дослідна установка одержання білкових ізолятів із соняшникового шроту [1].

В останні роки здійснюються спроби використовувати протеїни із насіння інших олійних культур. Так, канадська компанія Vigor в 2006 році розпочала виробництво харчових білків із шроту канолі, а в 2008 році ця ж компанія одержала патент США на виробництво харчових протеїнів із шроту льону.

Таблиця 1 - Порівняльний вміст білків в насінні та шротах деяких олійних культур

Культура	Вміст білків, % на суху речовину	
	насіння	шроту
Соєа	39-45	45-50
Соняшник	14-20	37-40
Ріпак	22-25	39-41

На даний час в Україні відсутнє промислове виробництво харчових білків із шротів, незважаючи на досить масштабне їх використання у харчових технологіях. Так, в останні роки імпорт соєвих ізолятів в Україну становить в середньому 8 тис. т/рік і приблизно 2 тис. тон концентратів. Основними імпортерами в Україну є китайські виробники.

Найбільшим попитом у харчових технологіях користуються білкові ізоляти та білкові концентрати в зв'язку із їх високими функціонально-технологічними властивостями.

Суть технології одержання білкових концентратів із харчового шроту полягає у вилученні із нього речовин небілкової природи (розчинних вуглеводів, мінеральних речовин тощо). Принципова технологічна схема одержання білкових концентратів наведена на Рис. 1. Таким чином, масова частка білків в концентратах становить 65-70 %.

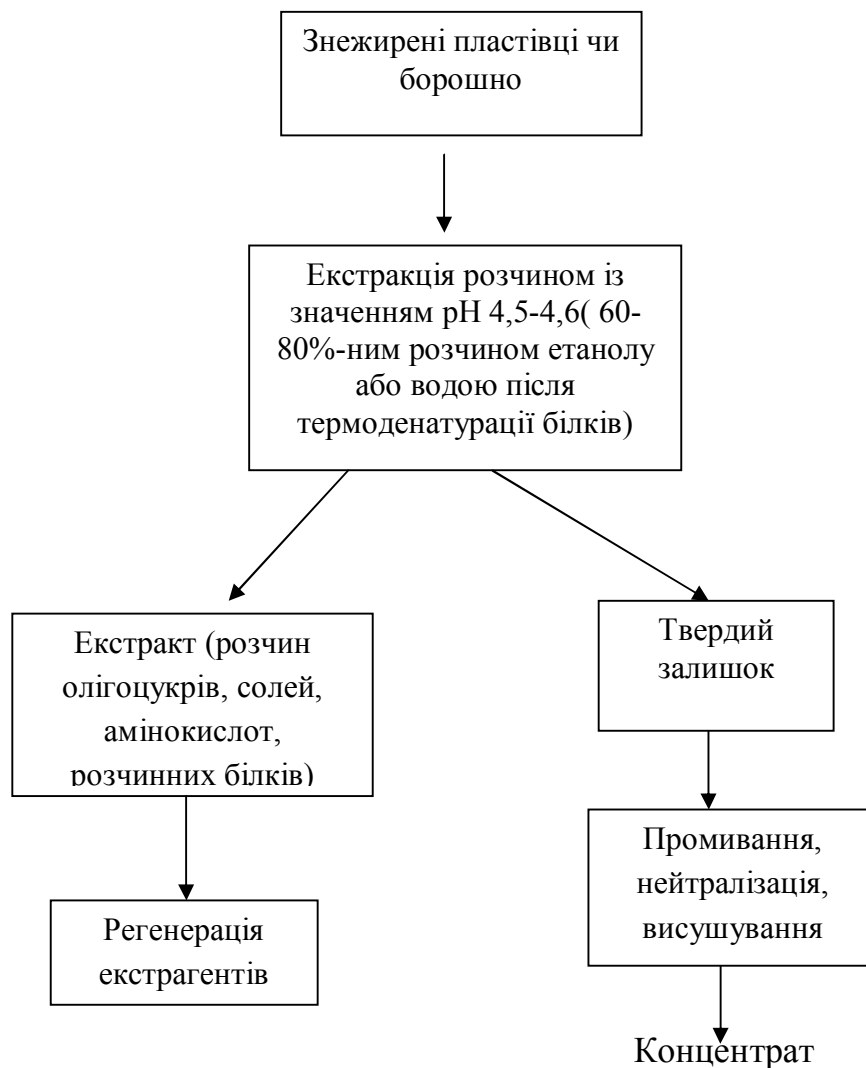


Рис.1 Принципова технологічна схема виробництва білкових концентратів із шроту.

Технологія білкових ізолятів передбачає вилучення білків із харчового шроту (див. рис.2). Для цієї мети використовують нейтральні або лужні розчинники, різноманітні типи екстракторів. Встановлено, що максимальна кількість білків екстрагується за температури 60 °С, гідромодулі 1:10, у розчині гідроксиду натрію з масовою часткою 0,2-0,5 % та в екстракторах безперервної дії [2].

Проведені нами дослідження динаміки екстрагування білків із соєвого шроту свідчать, що у випадку використання лужного розчину із масовою часткою 0,2 % гідроксиду натрію максимальна кількість білків вилучається за температури 40 °С, а в розчині хлориду натрію масовою часткою 10 % - за температури 50 °С (Рис. 3). Перевагою використання нейтрального розчинника є одержання ізолятів із більш високими функціонально-технологічними властивостями. Крім того, є дані, що в лужних розчинах є ймовірність утворення деяких небезпечних сполук, як наприклад, лізіноаланіну[3].

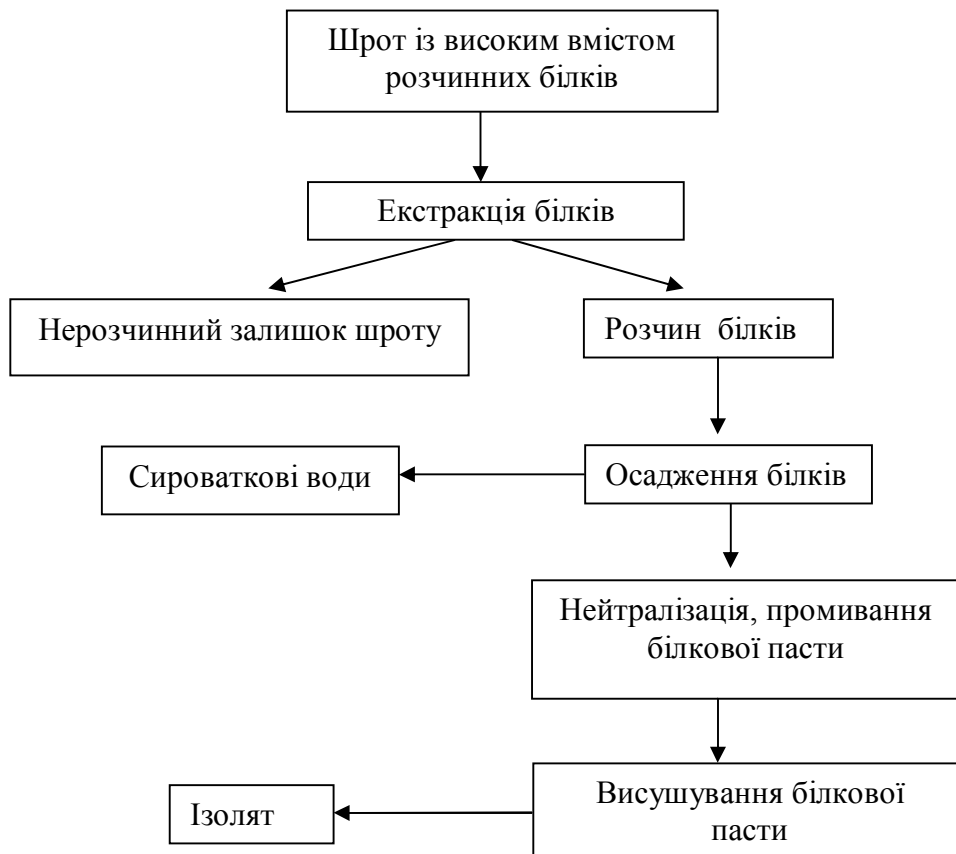


Рис. 2. Принципова схема одержання білкових ізолятів зі шроту.

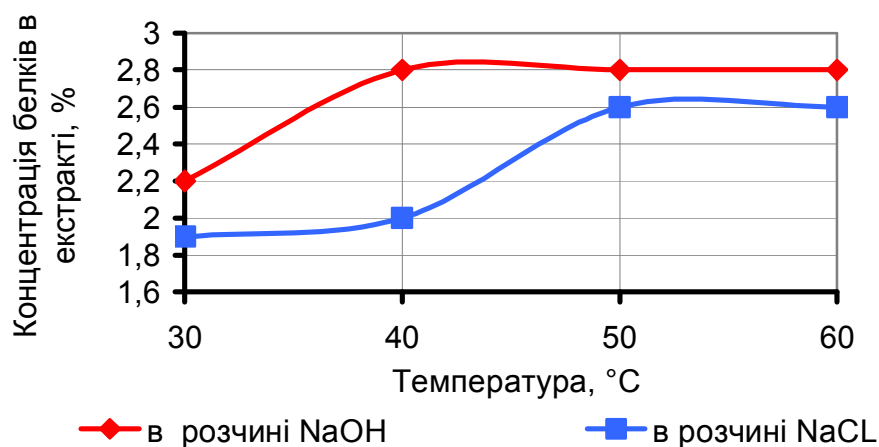


Рис. 3. Динаміка екстрагування білків із соєвого шроту в залежності від температури та природи розчинника.

В нашій роботі були проведені порівняльні дослідження вилучення білків із шротів насіння соняшнику, сої та ріпаку. Одержані результати свідчать про те, що для ефективного вилучення білків із шротів важливим є одержання шроту із мінімальним ступенем денатурації білків. Так, із промислового соняшникового шроту вихід ізоляту становив лише 10-13 %. В той час як із шроту, одержаного в лабораторних умовах, вихід білкового ізоляту досягав 20-36 %.

На сучасному етапі розвитку технологій білкових продуктів із шротів олійного насіння важливим є одержання білків із необхідними технологічними властивостями. З цією метою використовують різноманітні методи, як то: термопластична екструзія, хімічна та ферментативна модифікація білків. Текстурати, одержані методом

термопластичної екструзії, мають обмежену сферу використання, їх переважно використовують у рублених м'ясних виробках. Преференціями користуються ферментативні методи модифікації, суть яких полягає у обмеженому гідролізі одержаних білкових ізолятів у присутності протеолітичних ферментів. Одержані гідролізати мають більш високу розчинність та здатність стабілізувати дисперсні системи [4,5]. Нами було досліджено вплив протеолітичного ферменту трипсину на процес екстрагування білків зі шротів різних культур та на властивості одержаних ізолятів [6]. Таким чином, вилучення білків відбувалось в присутності трипсину. Внаслідок зменшення розмірів білкових поліпептидів швидкість екстрагування білків та кількісний вихід гідролізованих білків збільшувались (Табл. 2). Крім того, гідролізовані білки мали більш високі технологічні властивості, в першу чергу, вони характеризувались більшою розчинністю в широкому діапазоні рН. Як видно із рис.4, масова частка розчинних білків в гідролізаті майже вдвічі вища, ніж в ізоляті. До того ж, гідролізовані білки не суттєво втрачали розчинність в діапазоні рН від 3 до 5, в той час як білкові ізоляти практично були нерозчинні при значенні рН 4-4,5.

Таблиця 2 - Вплив протеолітичного ферменту на кількісний вихід білків зі шроту

Шрот	Кількість одержаного ізоляту, % до маси шроту	Кількість одержаного гідролізату, % до маси шроту
Соняшниковий	19	23
Соєвий	36	45
Ріпаковий	21	25

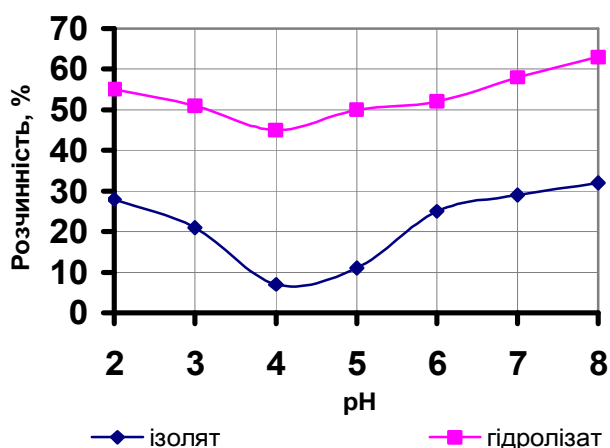


Рис.4. Вплив гідролізу поліпептидів на їх розчинність за різних значень рН розчину.

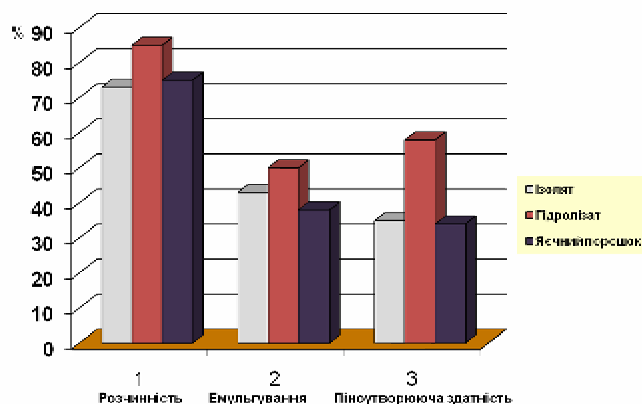


Рис.5. Порівняльна характеристика функціонально-технологічних властивостей білкових продуктів (для порівняння наведені властивості яєчного порошку).

Білки, одержані в присутності протеолітичного ферменту, мали також більш високу емульгуючу та піноутворюючу здатність (див. рис.5).

Висновки. Білки насіння олійних культур мають високу біологічну цінність та функціонально-технологічні властивості. Функціонально-технологічні властивості білків можна регулювати, зокрема, за допомогою ферментативного гідролізу. Впровадження удосконалених технологій вилучення білків із шротів є перспективним напрямком використання насіння олійних культур.

Список літератури: 1.ГоршковаЛ.М., РубинаЛ.В., ЧайкаЗ.А. та інші. Получение белковых веществ из семян подсолнечника//Масложировая промышленность. – 1977. - №2. – С. 11-13. 2.ЩербаковВ.Г., ИваницкийС.Б. Производство белковых продуктов из масличных семян. – М.: Агропромиздат, 1987, - 152 с. 3.Zeki Berk Technology of production of edible flour and protein products from soybeans// FAO Agricultural Services Bulletin. – 1992.-№97.- С. 47-54. 4.Sara E. Molina Ortiz, Maria Cristina Anon Analisis of products, mechanisms of reaction, and some functional properties of soy protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 2000. – v.77,№12. – С. 1293-1301. 5.Alvaro Villanueva et all. Peptide Characteristics of sunflower protein hydrolysates//Journal of American Oil Chemists Society. – 1999. – v.76,№12. – С. 1455-1460. 6.НосенкоТ.Т. Спосіб одержання білкових ізолятів із соняшникового шроту. Деклараційний патент на корисну модель. Опубл. Бюл.№2, 2006 р. від 30.01.2006.

Надійшла до редколегії 21.10.08 р.

УДК 637.522.001.5:577.15

КОВАЛЕНКО В.А, канд.техн.наук, доцент, **МОСКАЛЕНКО О.В.**

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУФАБРИКАТА БЕЛКОВОГО НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

В статье представлены данные по обоснованию параметров ферментативного протеолиза коллагенсодержащего сырья (КС) в технологии полуфабриката белкового (ПБ), изучены его функционально-технологические свойства, химический, аминокислотный состав и показатели безопасности.

В условиях современной рыночной экономики развитие производства базируется на ресурсосберегающих технологиях, как реальном источнике усиления сырьевой базы перерабатывающих отраслей. Известно, что в отечественной мясоперерабатывающей отрасли около 14% белоксодержащих ресурсов остаются невостребованными. Среди них особый интерес представляет вторичное мясное сырье богатое белком коллагеном, на долю которого приходится от 25 до 33% общей массы белков убойных животных.

Одним из таких видов коллагенсодержащего сырья являются сухожилия и жилы крупного рогатого скота, которые в силу высокого содержания соединительной ткани не достаточно эффективно применяются в производстве мясных изделий, полуфабрикатов и мясопродуктов.

Анализ современных тенденций в развитии безотходных технологий производств мясной промышленности [1-3] позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время широкие перспективы для обработки КС имеют биотехнологические методы, предусматривающие использование ферментных препаратов различного происхождения. Для направленного расщепления химических связей коллагена существуют различные способы обработки, однако, ферментативный протеолиз обладает рядом преимуществ по сравнению с химической или физической обработкой, используемой в технологических процессах переработки КС:

- высокой каталитической активностью ферментов, позволяющей экономить энергию, потребляемую при физической и химической обработках;
- реализуемостью в «мягких» условиях обработки, позволяющих избежать экстремальных температур и концентраций;

– специфичностью действия ферментов, предотвращающей нежелательные побочные реакции;

– простотой инактивации при традиционных температурах термообработки мясных изделий.

Вместе с тем, широкое использование методов биотехнологии для обработки КС и вовлечения его в производство мясных изделий и мясопродуктов сдерживается, с одной стороны – ограниченным перечнем протеолитических ферментов отечественного производства, а, с другой стороны – недостатком научно обоснованных технологий их применения.

Исходя из вышеизложенного, актуальными являются исследования по изучению целесообразности применения ферментных композиций для более рационального использования КС в мясоперерабатывающей промышленности. Внедрение безотходных технологий может способствовать повышению эффективности производства, увеличению объемов, расширению ассортимента выпускаемой продукции и снижению дефицита белка в рационах питания населения Украины.

Целью данных исследований явилась разработка технологии ПБ на основе КС для мясных рубленых изделий, изучение его функционально-технологических свойств, химического и аминокислотного состава и показателей безопасности.

Объектами исследований явились: протомегатерин Г20Х, папаин, (КС) – смесь жилок и сухожилий, ПБ.

При разработке рецептурного состава композиции ферментов оптимизацию соотношения в ней ферментов протомегатерина Г20Х и папаина, а также количество композиции к массе КС проводили, используя метод полного факторного эксперимента с последующим математическим моделированием в проблемно ориентированном пакете MathCad.

Ферментативный протеолиз КС проводили, руководствуясь требованиями ГОСТ 20264.2–88 [4]: при температуре 30°C, рН среды 7,0 (для нейтральных протеаз), продолжительности – 10×60 с.

В качестве параметра оптимизации использовали показатель содержания водорастворимых продуктов гидролиза КС (А).

В рамках двухфакторной модели эксперимента моделирование количества ферментов к массе КС и их соотношения в композиции проводили при соблюдении следующих условий [5]:

– исходная таблица полного факторного эксперимента была рандомизирована (перестроена в случайном порядке) для снижения влияния возможных изменений факторов среды (температуры, продолжительности, рН-среды);

– количество необходимых повторов экспериментов было рассчитано с учетом выполнения условий репрезентативности выборки и статистической повторяемости эксперимента, при этом учитывалось следующее требование – с вероятностью 95% погрешность измерения выходной величины не должна превышать 5%;

– была получена математическая модель зависимости содержания растворимых продуктов гидролиза КС от соотношения ферментов в композиции (S_{ϕ}) и количества (C_{ϕ}) композиции к массе сырья;

– диапазон данных был приведен к стандартному, который используется при постановке и планировании эксперимента (от «-1» до «1»);

– проведена проверка адекватности математической модели с помощью критерия Фишера;

– статистическую значимость коэффициентов уравнений регрессии проверяли с помощью критерия Стьюдента.

В рамках квадратичной модели, состоящей из двух параметров, содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС в зависимости от соотношения ферментов в композиции и количества композиции к массе сырья, рассчитывали по уравнению [5]:

$$A(C_{\phi}, S_{\phi}) = -232,02 + 2523,5 \cdot C_{\phi} + 132,88 \cdot S_{\phi} - 8066,8 \cdot C_{\phi}^2 - 47,47 \cdot S_{\phi}^2 + 27 \cdot C_{\phi} \cdot S_{\phi} \quad (3.1)$$

где A – содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС, мг/г белка ;

S_{ϕ} – соотношение ферментов в композиции;

C_{ϕ} – количество композиции, % к массе сырья.

В ходе математического моделирования определена область рациональных значений параметров, приведенная на рис. 1.

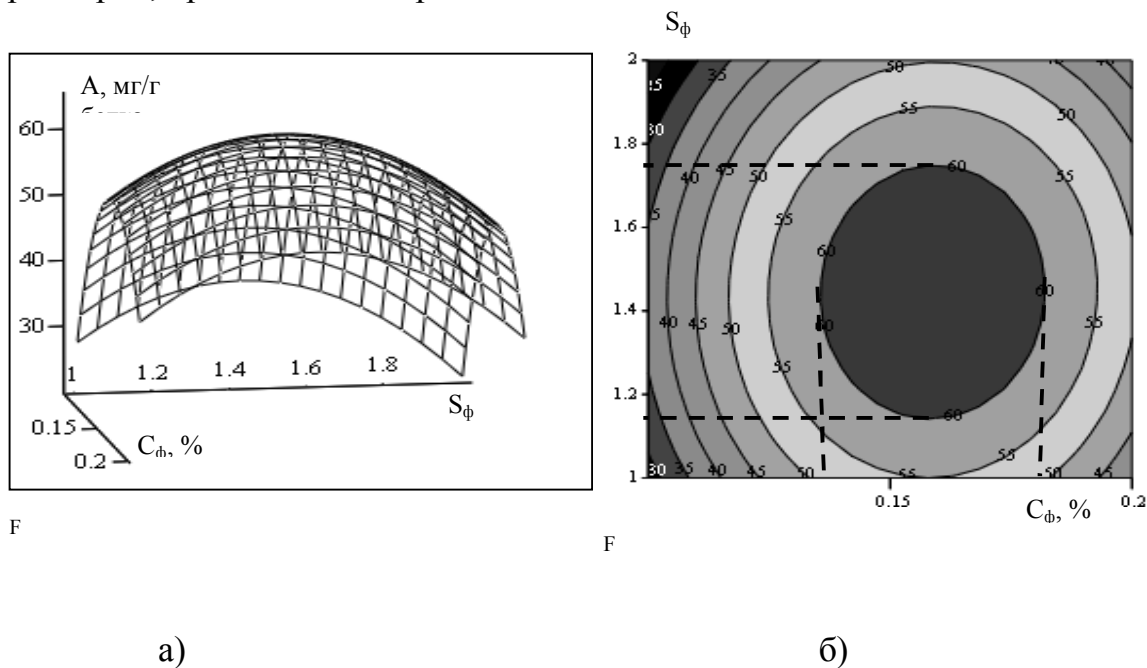


Рис 1. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (A) при различных значениях соотношения ферментов в композиции и ее количества в КС
а) – модель поверхности отклика; б) – зона рациональных значений

Анализируя графические зависимости, следует отметить, что зона оптимальных параметров ограничена следующими значениями: количество композиции к массе сырья – 0,14...0,18%, соотношение ферментов в композиции – 1,16...1,75.

В дальнейших исследованиях для упрощения расчетов использовали композицию ферментов, в которой соотношение ферментов соответствовало 1,5:1, а концентрация 0,15%.

Важным фактором, имеющим решающее значение при проведении ферментативного протеолиза является температура. Известно, что каждый фермент имеет свой температурный оптимум. Выход температуры за пределы температурного оптимума приводит к снижению активности ферментов.

Изучение влияния температуры на активность разработанной композиции представляло особый интерес, поскольку из литературных данных известно, что один из ферментов композиции – папаин является достаточно термостойким. При изучении протеолитической активности руководствовались требованиями ГОСТ 20264.2–88. Ферментативный протеолиз проводили при pH 7,0, в течение 10×60 с, соотношение

ферментов в композиции составило 1,5:1; количество композиции к массе белкового субстрата (КС) – 0,15%. На рис. 2. представлены данные об изменениях протеолитической активности композиции ферментов и входящих в ее состав ферментов относительно КС в зависимости от температуры.

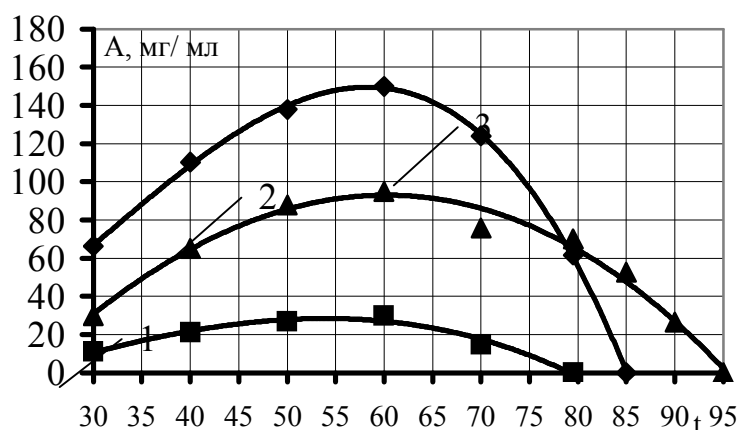


Рис. 2. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (А) КС при различных значениях температуры ферментативного протеолиза
1 – протомегатерин Г20Х; 2 – папаин; 3 – композиция ферментов

Следует отметить, что активность композиции ферментов, протомегатерина Г20Х и папаина, увеличивается при повышении температуры до 55...60⁰С. Так, активность композиции ферментов при температуре 60⁰С в 5,0 раз выше активности протомегатерина Г20Х и в 1,6 раза выше активности папаина. Полученные данные свидетельствуют о том, что одновременное использование двух ферментов в составе композиции позволяет усилить их активность относительно КС.

Согласно полученным данным полная инактивация композиции ферментов наблюдается при температуре 85±2⁰С, что обосновывает возможность ее использования для ферментативного протеолиза КС с последующим прогреванием до температуры выше 85±2⁰С для инактивации ферментов.

Установлено, что композиция ферментов проявляет максимальную активность при нейтральных значениях рН-среды. Изменение рН как в кислую, так и в щелочную зоны снижает активность композиции ферментов, табл 1.

Таблица 1 - Влияние рН-среды на накопление водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) при ферментативном протеолизе композицией ферментов

Наименование ферментов	Содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС, мкг/мл					
	рН-среды					
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
Композиция ферментов m ПМ Г20Х:m ПАП=1,5:1	110±2	334±6	450±9	500±10	391±7	315±6

Так, при рН 4,0 содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС снижается на 88%, а при рН 9,0 – на 37% по сравнению с их содержанием при проведении ферментативного протеолиза при рН 7,0. Полученные данные согласуются с данными литературы о значениях рН-оптимума действия как папина, так и

протомегатерина Г20Х, которые находятся в диапазоне нейтральных значений рН-среды.

Известно, что активность ферментов может изменяться в зависимости от продолжительности ферментативного протеолиза. При этом температура оказывает влияние на изменение активности ферментов. Поскольку температурный оптимум композиции ферментов находится в диапазоне достаточно высоких температур и составляет 55...60°C, представляло интерес исследование влияния температуры и продолжительности ферментативного протеолиза КС на накопление растворимых продуктов гидролиза. Ферментативный протеолиз КС проводили при рН 7,0; количество композиции ферментов к массе сырья 0,15%, соотношении ферментов в композиции – 1,5:1.

Содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) в зависимости от температуры и продолжительности ферментативного протеолиза рассчитывали по уравнению [5]:

$$A(\tau, t) = -1690,3 + 10,6 \cdot \tau + 55,6 \cdot t - 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot \tau^2 - 9,19 \cdot 10^{-2} \cdot t^2 - 49167 \cdot 10^{-14} \cdot \tau^2 \quad (3.2)$$

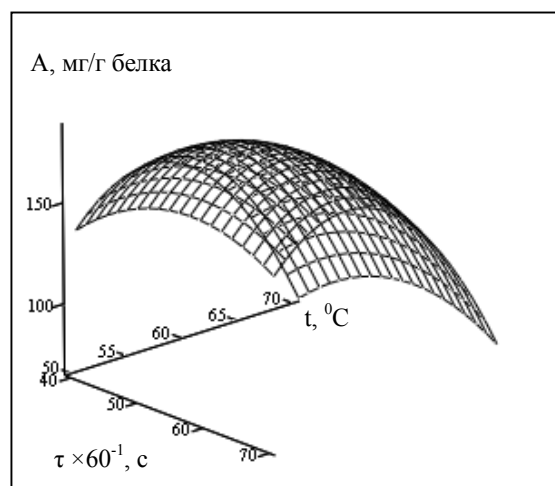
где А – содержание водорастворимых продуктов гидролиза, мг/г белка;

τ – продолжительность ферментативного протеолиза, с;

t – температура ферментативного протеолиза, °С.

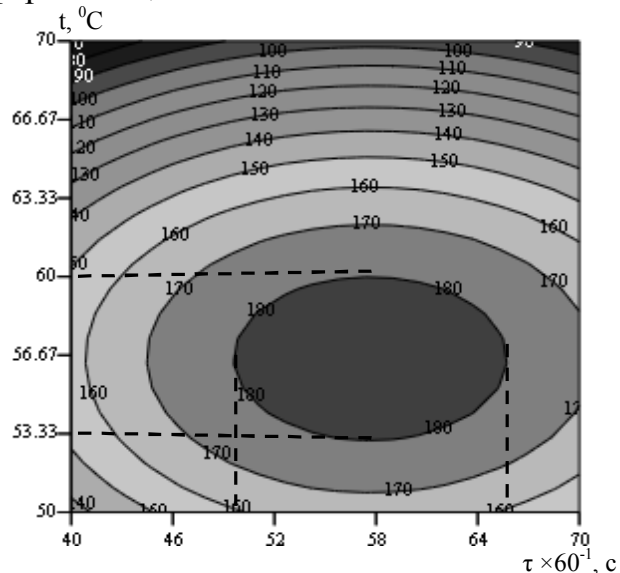
В ходе последующего математического моделирования определена область рациональных значений исследованных показателей, рис.3.

Анализ представленных зависимостей позволил закрепить в качестве оптимальных параметров следующие значения: продолжительность ферментативного протеолиза – (50...66)×60 с, температура ферментации – 53...60°C.



1

а)



б)

Рис 3. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза (А) при различных значениях продолжительности и температуры ферментативного протеолиза КС

а) – модель поверхности отклика; б) – зона рациональных значений

Известно, что протеолитические ферменты катализируют реакцию расщепления белковых молекул с участием воды. Однако, введение большого количества воды в КС при проведении его ферментативного протеолиза приведет к увеличению влажности конечного продукта и повышению энергозатрат при его высушивании. Обоснование

минимального гидромодуля, обеспечивающего эффективное проведение ферментативного протеолиза, проводили по интенсивности накопления водорастворимых продуктов гидролиза при различных значениях гидромодуля.

Ферментативный протеолиз КС проводили с учетом оптимизированных выше параметров. Результаты исследований представлены на рис.4.

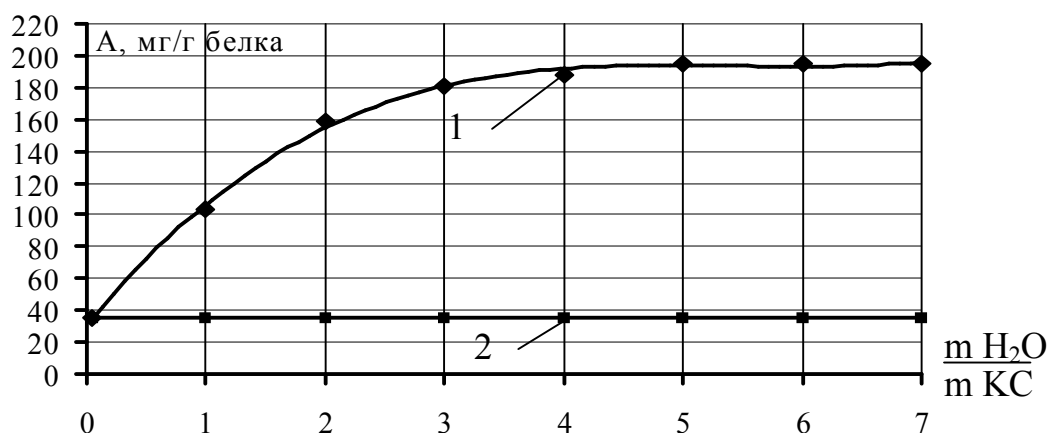


Рис. 4. Удельное содержание водорастворимых продуктов гидролиза КС (А) в зависимости от гидромодуля

1 – ферментативный протеолиз; 2 – выдерживание в воде без ферментации (контроль)

Согласно полученным экспериментальным данным, для эффективного протеолиза КС достаточен гидромодуль «вода : КС» – 3:1. Дальнейший рост содержания воды в среде не приводит к существенному увеличению степени протеолиза.

С учетом данных о температурной инактивации композиции ферментов (рис. 2) после проведения ферментативного протеолиза для инактивации композиции ферментов, а также для обеспечения микробиологической безопасности смесь нагревают до температуры $96 \pm 2^{\circ}C$ и выдерживают в течение $(5 \pm 0,2) \times 60$ с.

В связи с этим нами были изучены показатели, характеризующие состояние белкового компонента КС после проведения ферментативного протеолиза и последующей тепловой обработки, табл. 2.

При этом исследование показателей проводили через 6×60^2 с и 12×60^2 с хранения ферментированного КС при температуре $4 \pm 2^{\circ}C$.

Таблица 2 - Характеристика белкового компонента ферментированного КС в процессе

Сроки хранения, $\times 60^2$ с	Содержание белка, г/100 г продукта		Содержание азота и оксипролина в водорастворимой фракции, мг/г белка			
	Общий белок	Белок водорастворимой фракции	Аминный азот	Небелковый азот	Общий оксипролин	Свободный оксипролин
0	12,4 \pm 0,2	8,7 \pm 0,2	15,8 \pm 0,3	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1
6	12,3 \pm 0,2	8,6 \pm 0,2	15,6 \pm 0,2	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1
12	12,4 \pm 0,2	8,6 \pm 0,2	15,7 \pm 0,3	1,8 \pm 0,1	58,0 \pm 1,2	2,9 \pm 0,1

Установлено, что ферментативный протеолиз переводит 70% белков КС в водорастворимое состояние. Основная часть азота водорастворимой фракции белка находится в составе пептидов и аминокислот, а, следовательно, ферментативный протеолиз КС композицией ферментов не приводит к глубоким деструктивным изменениям коллагена, при этом 95% оксипролина, также находится в составе пептидов. Исследование указанных показателей в процессе хранения ферментированного КС свидетельствует об отсутствии ферментативной активности композиции ферментов и ее полной инактивации при нагревании смеси после проведения ферментативного протеолиза.

Для получения более стабильного при хранении и удобного для транспортировки продукта изучены процессы сушки, с использованием метода смешанного теплоподвода (СТП-сушка).

Установлено, что рациональными параметрами являются: температура сушильного агента – 75°C , продолжительность сушки до конечной влажности 5% – 90 минут, рис 5.

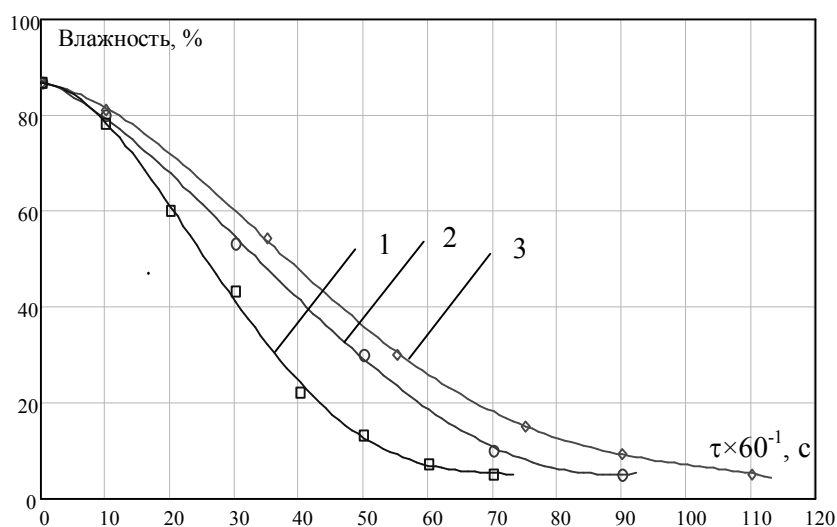


Рис. 5. Кинетика сушки ПБ при различных температурах сушильного агента
Температура сушильного агента: 1 – 90°C ; 2 – 75°C ; 3 – 60°C

По органолептическим показателям ПБ представляет собой порошок без комков и посторонних включений, с запахом свойственным продукту из мясного сырья, от белого до кремового цвета.

Обоснование сроков хранения ПБ проводили по показателям окислительных изменений липидов и микробиологическим показателям. Продолжительность хранения составила 180 суток, измельченный ПБ хранили в вакуумной упаковке при температуре $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$, табл. 3.

Установлено, что с увеличением продолжительности хранения возрастают численные значения перекисного и тиобарбитурового чисел. Диаметр частиц оказывает влияние на данные показатели: чем меньше размер частиц, тем интенсивнее протекают процессы окислительных изменений липидов во времени.

По микробиологическим показателям ПБ отвечает нормативам, установленным для данного вида продукции в Украине. Это обосновывает возможность его хранения при влажности $86 \pm 1\%$ и температуре $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 12 часов, а при влажности $5 \pm 0,2\%$ – в вакуумной упаковке и температуре $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 180 суток.

Таблица 3 - Окислительные изменения липидов высушенного полуфабриката белкового в процессе хранения

Средний диаметр частиц ПБ, 10^{-3} м	Показатели окислительных изменений липидов							
	Перекисное число, моль активного кислорода на 1 г ПБ				Тиобарбитуровое число, нмоль МДА на 1 г ПБ			
	Продолжительность хранения, сутки							
	0	60	120	180	0	60	120	180
<0,5	4,0±0,1	6,4±0,3	7,9±0,5	8,9±0,4	4,2±0,1	98±2	156±4	235±5
0,5...1,0	4,0±0,1	4,4±0,2	4,9±0,3	5,3±0,2	4,2±0,1	63±1	93±3	135±4
1,0...1,5	4,0±0,1	4,1±0,1	4,4±0,2	4,7±0,2	4,2±0,1	60±1	88±2	124±3

Исследована продолжительность регидратации высушенного и измельченного ПБ в зависимости от диаметра частиц. Установлено, что при гидромодуле сырье : вода = 1 : 6 и температуре воды – $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ для полного восстановления сухого ПБ требуется регидратация в течение 10 мин.

Результаты проведенных исследований были положены в основу разработки технологической схемы производства ПБ, которая в рамках подсистем состоит из: блок «D₁» – подготовка сырья, блок «D₂» – подготовка композиции ферментов, блок «С» – проведение ферментативного протеолиза КС, блок «В» – сушка; блок «А» – фасовка, упаковка и хранение, рис 6.

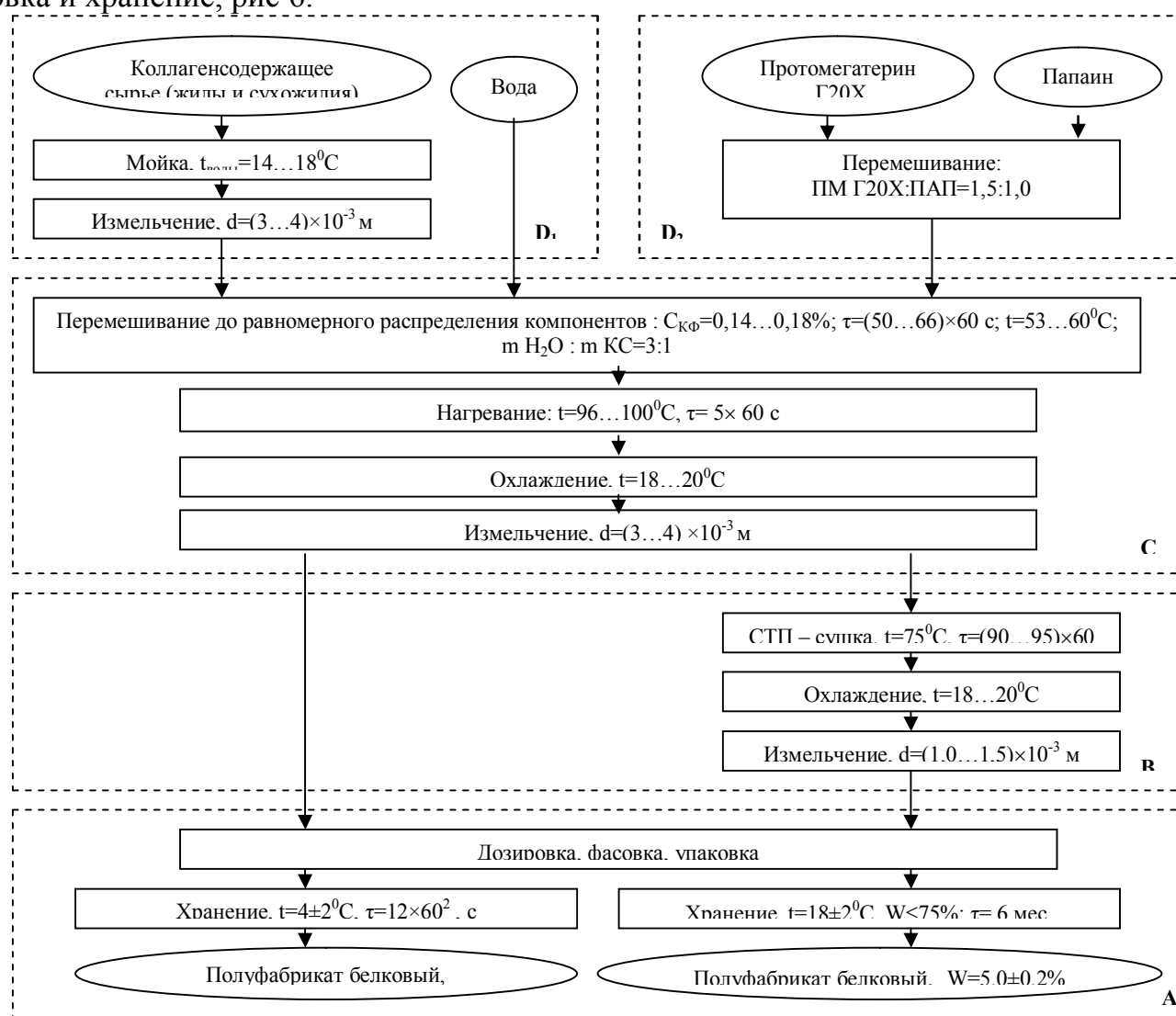


Рис. 6. Технологическая схема производства ПБ

При использовании ПБ в технологических процессах непосредственно на предприятиях, этап сушки может быть исключен.

Данная схема производства легко вписывается в работу мясных цехов, не требует закупки дорогостоящего оборудования, выделения дополнительных площадей, существенного увеличения продолжительности технологического процесса, а, следовательно, может быть легко реализована на предприятиях ресторанного хозяйства и мясной промышленности любой мощности.

Для обоснования целесообразности использования в технологиях мясных рубленых изделий и мясопродуктов ПБ необходимо было изучить его функционально-технологические свойства: способность связывать и удерживать влагу, гелеобразующую способность, эмульгирующую способность.

Экспериментальные данные по изучению влагосвязывающей способности (ВСС) в зависимости от продолжительности хранения ПБ при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$, представлены на рис. 7.

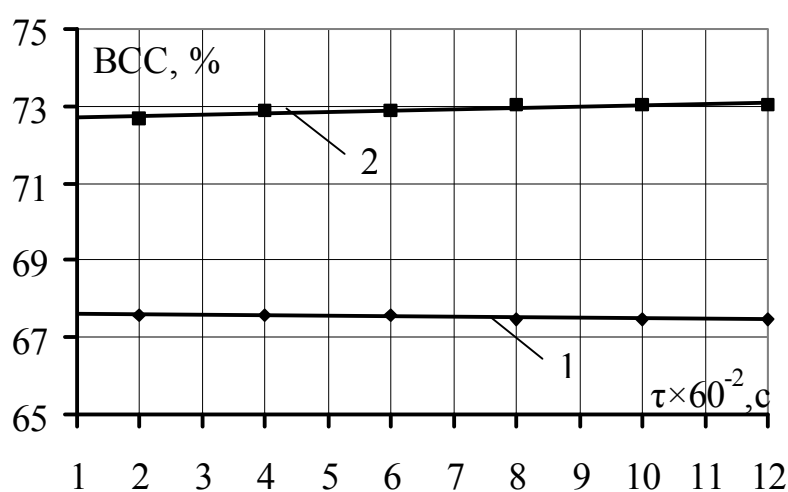


Рис. 7. Влагосвязывающая способность ПБ в процессе хранения
1 – контроль без ферментации; 2 – ПБ

Из представленных данных видно, что ВСС ПБ составляет 72,7%, что на 5,1% больше, чем в контрольном образце и в процессе хранения при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ в течение 12 часов данный показатель остается стабильным.

Полученные данные позволяют предположить, что введение ПБ в мясные фарши обеспечит повышение ВСС, выхода готовых изделий, снизит уровень потерь влаги при термообработке, позволит получить сочные изделия с органолептическими показателями, не уступающими традиционным изделиям.

Установлено, что ферментативный протеолиз приводит к увеличению показателей эмульгирующей способности (для контроля – $81\pm 2\%$, для ПБ – $84\pm 2\%$). Максимальных значений она достигает при концентрации белка в системе – 2,5% (20 г ПБ), рис 8.

Известно, что важнейшей проблемой получения продуктов с эмульсионной структурой является проблема устойчивости (стабильности) эмульсий при хранении, что во многом определяется качественными характеристиками эмульгаторов. Поэтому представляло интерес провести исследования кинетической и агрегативной устойчивости контрольного образца и ПБ при концентрации белка 2,5%, рис. 9.

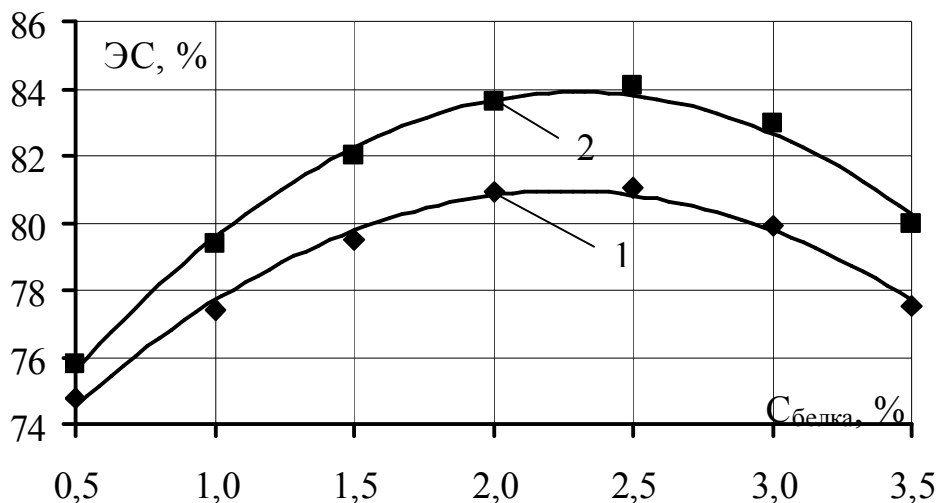


Рис. 8. Изменения эмульгирующей способности образцов при различном содержании белка в системе
1 – на основе контрольного образца; 2 – на основе ПБ

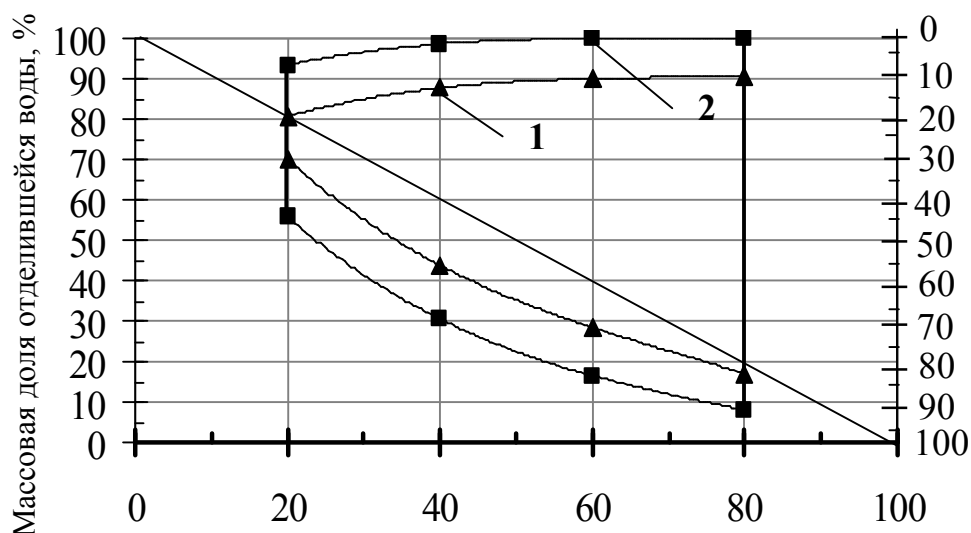


Рис. 9. Кинетическая и агрегативная устойчивость эмульсий при различном содержании жира
1 – на основе контрольного образца; 2 – на основе ПБ

Из представленных данных видно, что у эмульсий, приготовленных на основе ПБ массовая доля отделившейся водной фазы на 15% меньше (кинетическая устойчивость), а жировой фазы (агрегативная устойчивость) на 12% меньше по сравнению с контрольным образцом.

Анализ графических зависимостей позволил установить, что направленное изменение структуры белка под действием композиции ферментов позволяет обеспечить не только увеличение эмульгирующей емкости, а и высокие значения кинетической и агрегативной устойчивости, что свидетельствует о наличии более стабильной системы.

Установлено, что ферментативный протеолиз КС приводит к значительному увеличению предельного напряжения сдвига и эффективной вязкости, что свидетельствует о значительном упрочнении структуры, т.е. ее структурировании. Данные изменения связаны с воздействием композиции ферментов на коллагеновые

волокна, которое приводит к деформации трехмерной структуры коллагена и образованию более прочных связей. В результате этого происходит увеличение прочностных характеристик продукта.

Изучен химический состав ПБ. Установлено, что основная доля сухих веществ в нем приходится на белок – 87%, количество жира – незначительно, содержатся минеральные вещества, такие как кальций, фосфор, магний, калий и натрий, табл. 4.

Таблица 4 - Химический состав полуфабриката белкового

Наименование показателя	Единицы измерения	Содержание основных нутриентов в ПБ	
		W=5±0,2%	W=86±1%
Массовая доля белка	%	12,4±0,2	87,3±1,7
Массовая доля жира	%	0,9±0,1	6,3±0,1
Массовая доля влаги	%	86,5±0,9	5,0±0,1
Массовая доля золы	%	0,20±0,01	1,40±0,05
Кальций	мг%	39,0±0,7	273±5
Фосфор	мг%	19,0±0,3	132±2
Магний	мг%	34,0±0,6	238±4
Калий	мг%	42,0±0,8	294±6
Натрий	мг%	66,0±1,3	463±9

Важной характеристикой ПБ является его биологическая ценность, которую мы оценивали по содержанию общих и незаменимых аминокислот. Результаты исследований представлены в табл. 5.

Согласно полученным данным в ПБ одной из превалирующих аминокислот является глутаминовая кислота – известный вкусообразователь мясных продуктов. Также в достаточно большом количестве содержатся глицин, аланин, аспарагиновая кислота, пролин и оксипролин. Однако, следует обратить внимание на полное отсутствие триптофана и цистина, что свидетельствуют о том, что ПБ нельзя отнести к сбалансированной системе.

Однако, в последние годы рядом российских ученых – Антиповой Л.В., Гловой И.А., Роговым И.А., Журавской Н.К. получены данные, доказывающие, что замена 15-20% мяса высшего сорта белками соединительной ткани не только не вызывает снижения биологической ценности мясных продуктов, а и улучшает их перевариваемость ферментами желудочно-кишечного тракта. Несмотря на то, что ПБ не может быть адекватной заменой мышечной ткани по содержанию триптофана и цистина, возможно моделирование рецептур и получение продуктов с улучшенной аминокислотной сбалансированностью, приближенных по количественному соотношению аминокислот к требованиям ФАО/ВОЗ.

Таким образом, создание полуфабриката белкового на основе КС путем направленного ферментативного протеолиза композицией ферментов позволяет рационально использовать мясное сырье, богатое белками животного происхождения. Функционально-технологических свойства, показатели химического, аминокислотного состава и безопасности обосновывает возможность его использования в технологиях мясных рубленых изделий при сохранении высоких показателей их биологической ценности.

Список литературы: 1. Глотова И.А. Развитие научных и практических основ рационального использования коллагенсодержащих ресурсов в получении функциональных добавок, продуктов и пищевых покрытий: автореф. дис. на соискание уч. степени докт. тех. наук: спец. 05.18.07 «Биотехнология пищевых продуктов» / И.А. Глотова. – Воронеж, 2004. – 43 с. 2. Ибрагимова О.Т. Получение и применение коллагеновых дисперсий в технологии мясных продуктов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец.05.18.04 «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств» / О.Т. Ибрагимова. – Воронеж, 2003. – 23 с. 3. Витренко О.Н. Разработка технологии биомодификации коллагенсодержащего сырья для получения мясных и экструдированных мясорастительных продуктов: : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец.05.18.04 «Технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств» / О.Н. Витренко. – Москва, 2004. – 21 с. 4. ГОСТ 20264.2-88. Метод определения общей протеолитической активности ферментных препаратов. 5. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова В.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

Поступила в редколлегию 01.09.2008

УДК 664 871; 001. 08

І.В. ЧОНИ, канд. техн. наук

ОТРИМАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНОМАНІТНИХ ГІПОТЕЗ ПРО ХАРАКТЕР ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНГРЕДІЄНТІВ

В статті пропонується методика дослідження соусів емульсійного типу побудована на досить простих припущеннях про характер функціональної залежності між параметрами процесів, що досліджують.

При розробленні математичних методів планування у харчовій промисловості використовуються методи геометричного та лінійного програмування побудовані на основі досить простих припущень про характер функціональної залежності між параметрами процесів, що досліджуються [1].

Задача досліджень полягає в обробленні методом найменших квадратів отриманих даних та у побудові аналітичних виразів, які представляють функціональну залежність між цими параметрами.

Процес виготовлення та розроблення рецептури соусів емульсійного типу з використанням борошна вівсяної та перлової круп, що розробляється ускладнюється тим, що властивості соусу змінюються при пропорційній зміні кількості інгредієнтів.

Аналіз показав, що на сьогоднішній день існує велика кількість різноманітних програмних засобів, які автоматизують процес досліджень.

З отриманих результатів, які опубліковані в попередній статті впливає, що аналітичні моделі основних властивостей емульсій доцільно шукати у вигляді функцій, які мають наступний вигляд:

1. В'язкість (Па):

$$y_1 = a_{11} x_1^2 + a_{12} x_1 x_3 + a_{22} x_3^2 + a_{13} x_1 + a_{23} x_3 + c$$

2. Стійкість емульсії (відсотки):

$$y_2 = a_2 x_1^2 + a_1 x_1 + b_3 x_3^3 + b_2 x_3^2 + b_1 x_3 + c$$

3. Жирність (відсотки):

$$y_3 = a_1 x_1 + b_1 x_3 + c$$

Для емульсій на основі перлового і вівсяного борошна функції треба знаходити окремо.

Коефіцієнти багаточленів знаходили методом найменших квадратів над всією сукупністю експериментальних даних.

Для нелінійних залежностей формули були отримані авторами, але тут не наводяться, оскільки мають громіздкий вигляд, а також спеціальний інтерес та вже були опубліковані у попередньому номері.

Сучасні математичні пакети містять стандартні процедури для оброблення експериментальних даних за методом найменших квадратів, але дають змогу будувати функції тільки однієї змінної.

Процес знаходження функцій автоматизований за допомогою математичного пакету MAPLE 6 (Waterloo Maple Inc., Canada) [5].

В результаті обробки експериментальних даних на підставі гіпотез отримані такі аналітичні вирази:

В'язкість емульсії:

$$y_1 = -0.266 x_1^2 - 0.033 x_1 x_3 - 0.670 x_3^2 + 4.805 x_1 + 6.734 x_3 - 20.735$$

Стійкість емульсії:

$$y_2 = -1.962384145 x_1^2 + 37.48103924 x_1 + 0.451666667 x_3^3 - 7.962384145 x_1^2 + 43.23136054 x_3 - 155.1677761 x x$$

Жирність емульсії:

– на основі перлового борошна:

$$y_3^{\text{Перл}} = -0.0253424657 x_1 - 0.6538461538 x_3 + 40.91649104$$

– на основі вівсяного борошна:

$$y_3^{\text{Вісян}} = -3.779452055 x_1 - 4.807692308 x_3 + 96.90284510$$

Разом з тим жирність емульсії при однаковому лінійному характері суттєво залежить від типу борошна (рис. 1-2).

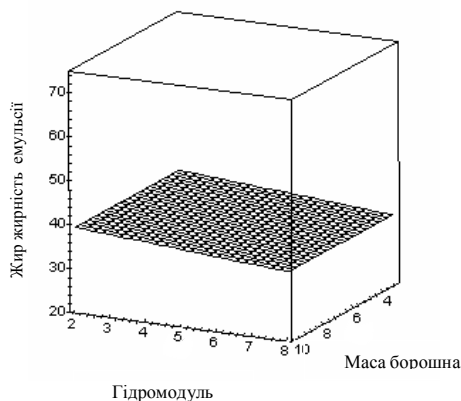


Рис. 1. Жирність емульсії на основі перлового борошна як функція гідромодуля та маси борошна

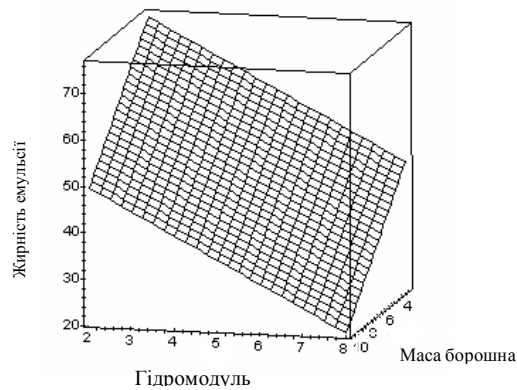


Рис. 2. Жирність емульсії на основі вівсяного борошна як функція гідромодуля та маси борошна

Як показали дослідження експериментальних даних, незалежно від типу борошна найкращим наближенням залежностей жирності емульсії від гідромодуля, а також від маси борошна є лінійні багаточлени.

Для емульсії з використанням пшеничного борошна найбільш придатною є лінійна залежність для всіх часних залежностей, що показано на рис.3. для емульсій з

використанням вівсяного та перлового борошна круп мають місце більш складні залежності (рис. 4-7).

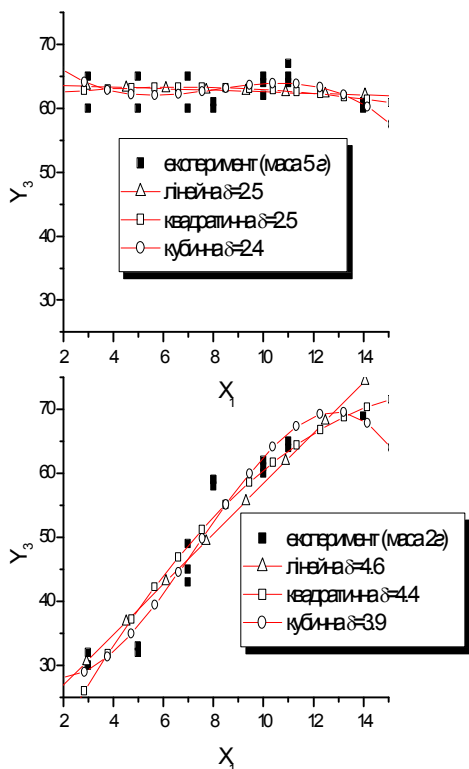


Рис.3. Наближення за різними гіпотезами залежності між жирністю соусу на основі пшеничного борошна від гідромодуля

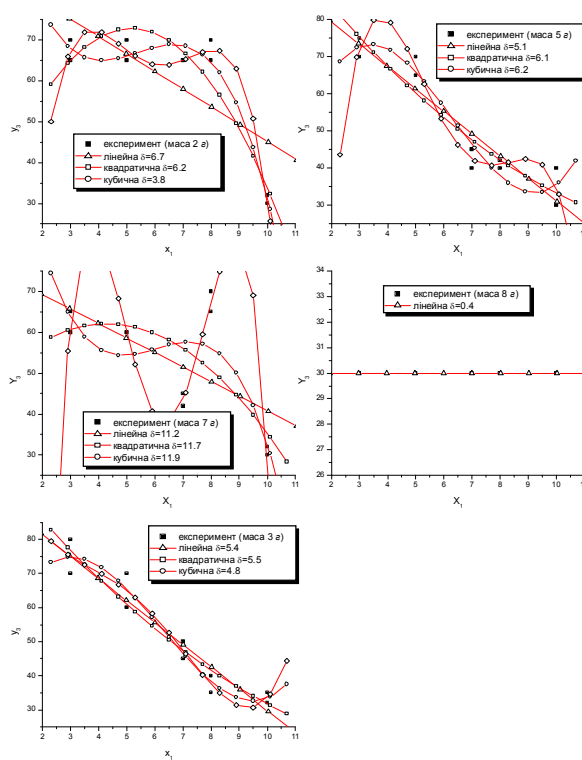


Рис.4. Наближення за різними гіпотезами залежності між жирністю соусу на основі вівсяного борошна від гідромодуля

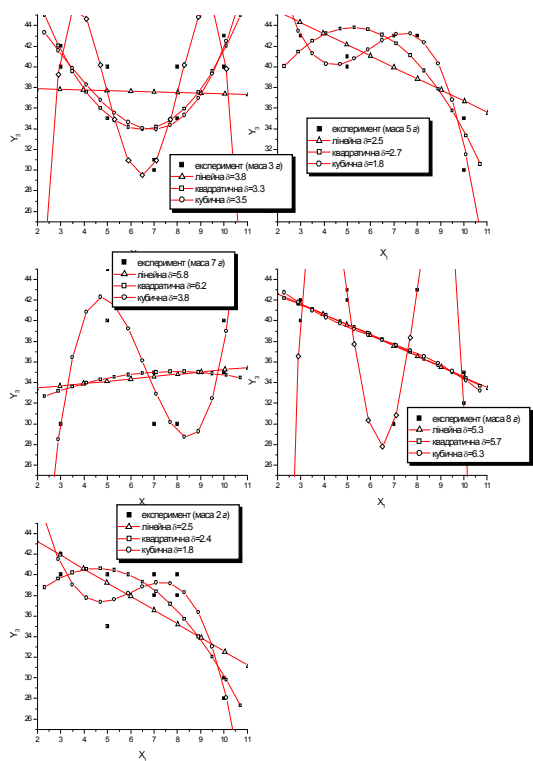


Рис.5. Наближення за різними гіпотезами залежності між жирністю соусу на основі перлового борошна від гідромодуля

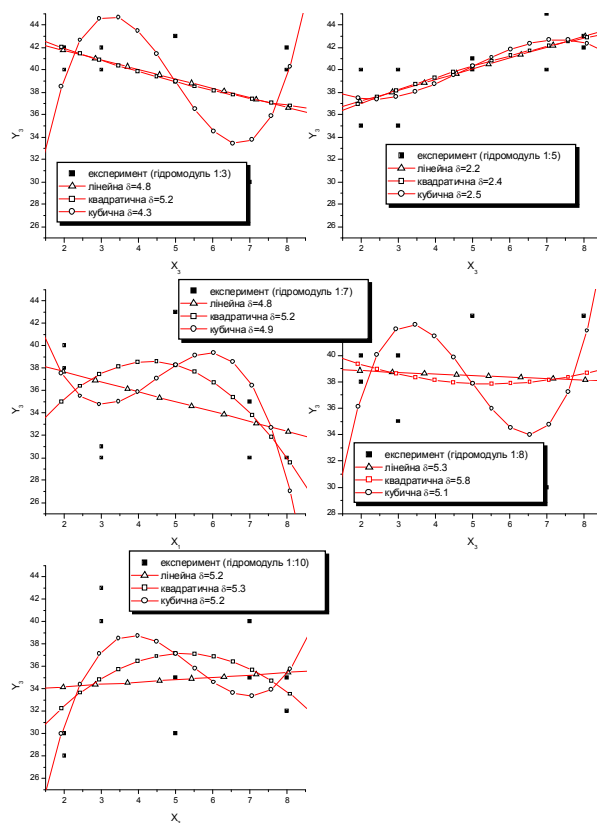


Рис.6. Наближення за різними гіпотезами залежності між жирністю соусу на основі перлового борошна від маси борошна

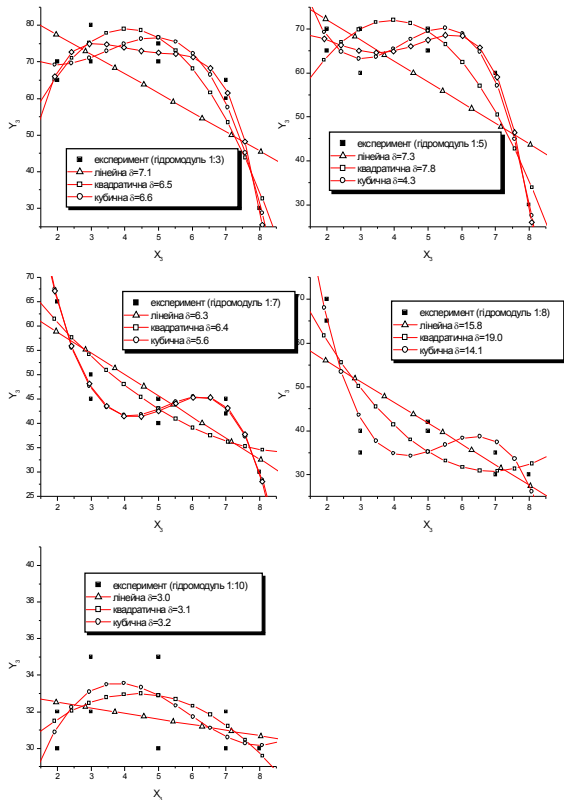


Рис. 7. Наближення за різними гіпо-тезами залежності між жирністю соусу на основі вівсяного борошна від маси борошна

програма у середовищі системи програмування MAPLE 10 [5].

Розроблена методика апробована при виготовленні соусів на емульсійній основі з використанням різних видів борошна злакових.

Повністю результати цих досліджень будуть опубліковані в наступних виданнях.

Висновок. Розроблена математична модель в середовищі сучасних програмних засобів дає змогу будувати чисельно-аналітичні моделі нелінійних властивостей емульсій, що має велике значення для розробки рецептур і технології виготовлення нових сортів соусів емульсійного типу.

Список літератури: 1. *Остапчук 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> 5. <http://www.marlesoft.com>

Поступила в редколлегию 29.06.2008

УДК 664.87.002.2:664.765

Т.В. ТРОЩІЙ, канд. техн. наук.

РОЗРАХУНОК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТЕРМОФОРМОВАНИХ ГАРНІРІВ ДЛЯ СУПІВ

Розглянуто шляхи вирішення проблеми оновлення асортименту перших страв завдяки створення нових гарнірів з високими функціональними властивостями. Досліджено конкурентоспроможність та

розраховано економічну ефективність технології термоформованих гарнірів на основі знежирених зародків пшениці для перших страв.

Важливим завданням для закладів ресторанного господарства України є впровадження конкурентоспроможних, ресурсозберігаючих технологій та розширення асортименту продукції. Рівною мірою це стосується й супів, які є принципово важливою продукцією в денному раціоні людини. В умовах сьогодення асортимент супів розширюється дуже повільно і відстає від вимог сучасності. Одним із шляхів розширення асортименту супів є удосконалення технології гарнірів, які, нажаль, не є предметом постійної уваги науковців і фахівців харчової індустрії. Аналітично підтверджено, що перспективними для виробництва цільових гарнірів для супів є продукти переробки зернової сировини – зародки пшениці (ЗП) та знежирені зародки пшениці (ЗЗП) за умов їх екструзійної обробки. Маючи унікальний хімічний склад, ЗП та ЗЗП за вмістом повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин можуть суттєво підвищити харчову та біологічну цінність супів, покращити їх органолептичні властивості. Значний внесок у розвиток технологій екструдованих продуктів внесли Віннікова Л.Г., Рудавська Г.Б., Ковбаса В.М. та інші вчені, однак їх дослідження не пов'язані з проблемами використання екструдованих продуктів у складі кулінарної продукції закладів ресторанного господарства.

У даний час відсутні наукові основи використання зародків пшениці у технології гарнірів для супів, не розроблено та не узагальнено технологічні принципи їх використання. У той же час в асортименті напівфабрикатів високого ступеня готовності для закладів ресторанного господарства спостерігається суттєвий дефіцит термоформованих продуктів із зернової сировини у вигляді гарнірів, відсутні продукти на основі ЗЗП для використання у складі супів. Наявність такої продукції дозволить суттєво урізноманітнити та розширити асортимент супів, а також скорегувати їх харчову цінність.

З урахуванням цього розробка науково обґрунтованої технології термоформованих гарнірів на основі ЗЗП є актуальною. Реалізація технології дозволить розширити існуючий асортимент гарнірів, створити новий асортимент супів, залучити до харчових раціонів продукти переробки зернової сировини.

Оцінка ефективності використання розробленої технології термоформованих гарнірів на основі знежирених зародків пшениці (ЗЗП) для супів виходить з положень, які характеризують параметри технології, стан та перспективи розвитку ринку цієї продукції [1, 2]. З урахуванням досвіду розвитку провідних країн про існування граничного рівня частки традиційних виробів в обороті, перевищення якого в сучасних умовах конкурентних ринків призводить фірму до критичної ситуації, створення і використання нових технологій гарнірів та супів посідає провідну роль у забезпеченні фінансового успіху товаровиробника і підтримання його позицій на ринку.

Ефективність дослідження визначається прикладним характером. Нова технологія пройшла стадії дослідних і інженерних розробок та може бути безпосередньо використана у виробництві, не потребуючи від господарюючого суб'єкта – користувача відповідних фінансових витрат та часу на розробку.

Розроблена технологія відповідає як раціональному харчуванню, так і основним вимогам концепції функціонального харчування, так як одержані продукти поряд із

загальною харчовою цінністю забезпечують позитивний вплив на організм людини завдяки здатності підтримувати та регулювати його конкретні функції. Суттєвим є й те, що одержані термоформовані гарніри на основі ЗЗП є високо економічними з точки зору швидкості і зручності споживання. Поєднання таких споживчих якостей є чинником, що забезпечує високі рівні і динаміку попиту на ринку на розроблений продукт.

Практичне використання розробленої технології в умовах українського продовольчого ринку не має обмежень з точки зору доступності основної сировини, так як використовується сировина вітчизняна, яка є в достатніх обсягах.

Кількісна величина фінансової (комерційної) ефективності визначається співвідношенням суми одержаного прибутку від потенційно можливого обсягу продажу і вартості капіталовкладень. У свою чергу, сума одержаного прибутку – це різниця між ціною продажу і собівартістю випуску з урахуванням обсягів продажу [3]. У табл. 1 наведено розрахунки сировинної складової собівартості виробництва та реалізації розробленої продукції [4].

Таблиця 1 - Калькуляція вартості сировини та основних матеріалів для виготовлення термоформованих гарнірів на основі ЗЗП

№ з/п	Сировина	Витрата на 100 кг	Ціна, грн/кг	Вартість, грн
I	Термоформований гарнір “Екодонор”			
1.	Зародки пшениці	5,00	2,75	13,75
2.	Знежирені зародки пшениці	65,00	2,15	139,75
3.	Крупа рисова	30,00	2,50	75,00
	Вартість сировини			228,50
	Вартість споживчої упаковки		335,0 шт.	84,00
	Загальна вартість продукції, грн			312,50
	Вартість одиниці продукції, грн/0,300 кг			0,94

Крім сировини в перелік витрат на виробництво та реалізацію продукції входять: паливо та енергія на технологічні цілі; оплата праці; амортизаційні відрахування на утримання й експлуатацію основних засобів та оренду приміщень; загальновиробничі та загальногосподарські витрати; позавиробничі витрати (витрати з реалізації).

Розрахунки прибутку виходять з техніко-економічних показників цеху з виробничою потужністю 10 тонн продукції на місяць. До складу обладнання такого цеху входять екструдер, змішувач, пакувальне обладнання, комплект виробничого інвентарю загальною вартістю 100000 грн. Відповідно до кількості робочих місць у цеху штат виробничих робітників, менеджерів з виробництва, збуту та обліку складають 8 працівників. Суттєву частку витрат визначає вартість упаковки – 25000 грн за одну тис. штук. Витрати електроенергії визначаються режимом роботи обладнання і його паспортною потужністю.

Розрахунки повної собівартості продукції наведено в табл. 2.

Реальний досвід реалізації продукції в торгівельній мережі м. Харкова дозволив встановити ціну продукту на рівні 4,0...8,0 гривень за одиницю упаковки. Сума прибутку становить на упаковку (4,0 грн – 1,84 грн)=2,2 грн, а на весь випуск відповідно 2,2 грн × 33,5 тис. коробок = 73700 гривень. За рік роботи прибуток становить 73700 грн × 12 місяців = 884,4 тис. гривень.

З урахуванням сплати податку на прибуток чистий прибуток, становить 619080 тис. гривень.

Таким чином, наведений період окупності витрат на обладнання цеху на діючому підприємстві, тривалість якого менше одного року, свідчить про доцільність і ефективність цеху зазначеної виробничої потужності практично за будь-якої реально можливої вартості інвестованого капіталу.

Таблиця 2 Розрахунки повної собівартості продукції

№ з/п	Стаття витрат	Алгоритм розрахунків	Загальна сума витрат на 10 т продукції, тис. грн
1.	Сировина	$2,28 \text{ грн/кг} \times 10000 = 22800$	22,8
2.	Амортизація й утримання основних засобів	$100000 \text{ грн} \times 15\% / 12 \text{ міс.} \times 100 = 12500 \text{ грн}$	12,5
3.	Заробітна платня з нарахуваннями	$8 \text{ праців.} \times 1000 \text{ грн/міс} = 8000$	8,0
4.	Електроенергія на виробництво	$26 \text{ кВт} \times 8 \text{ год} \times 0,156 \text{ грн (кВт/год)} \times 30 \text{ дн.} = 973,4$	1,0
5.	Загальноцехові витрати	20% від загальної суми витрат за стат. 1, 2, 3, 4 $44300 \text{ грн} \times 20\% / 100 = 8860$	8,9
6.	Упаковка (коробки вагою 0,3 кг продукції)	Кількість коробок на 10 тон прод. $10000 / 0,3 = 33500$ *Вартість упаковки $33500 \times 0,25 \text{ грн/тис.} = 8375$	8,4
7.	Собівартість загального випуску	-	61,6
8.	Собівартість 1 коробки	$61600 / 33500 = 1838$	1,84
9.	Період окупності капіталовкладень	$100000 \text{ грн} \times 12 \text{ міс.} / 619080 \text{ грн} = 1,938$	2,0 місяці

* – з урахуванням технологічних витрат

Сформульовано оцінку доцільності й ефективності використання розробленої технології термоформованих гарнірів на основі ЗЗП.

Високий рівень ефективності визначається характером продукції, яка відповідає попиту на ринку, а її виробництво засноване на прогресивній ідеї суттєвих змін у парадигмі харчування людини в сучасних умовах, до яких належать екологія навколишнього середовища, темп життя і вартість часу, прагматизм у ставленні до харчування з точки зору впливу на здоров'я людини і витрати часу та інших ресурсів на його забезпечення.

Список літератури: 1. Экономика, организация и планирование промышленного производства: Учеб. пособие для ВУЗов / Н.А. Лисицын и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Выш. школа, 1990. – 446 с. 2. Артемьев И. Рынки технологий в мировом хозяйстве. – М.: Наука. – 1998. – 196 с. 3. Толстогузов В.Б. Экономика новых форм производства пищевых продуктов. – М.: Экономика, 1986. – 175 с. 4. Типовое положение по планированию, учету и калькулированию себестоимости продукции (работ, услуг) в промышленности // Приложение к еженедельнику “Налоги и бухгалтерский учет: Себестоимость в строительстве, торговле и промышленности”. – 1996. – №2. – С. 72-249.

Поступила в редколлегию 29.06.2008

А.А. КОТЕЛЕВСЬКА, О.А. ЛИТВИНЕНКО, М.Д. КОНЄВ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІЇ ТЕПЛА НА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД БІЛКІВ СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ

У статті розглянуті недоліки традиційного способу переробки насіння соняшнику. Обґрунтовано доцільність нової технології виділення олії та харчових білків із безлушпинного ядра соняшнику методом плющення та прямої екстракції залишків олії у пелюстці органічним розчинником при температурі, яка не перевищує 70 °С. Досліджено вплив дії тепла на фракційний склад білків соняшникового шроту. Проаналізовано результати досліджень.

In the article the tradition approach shortcomings of sunflower seeds processing are examined. The advisability of technological innovation of oil separation and food proteins separation from cover-free sunflower seeds by the method of bumping and solvent direct extraction of oil residua at the temperature 70 °C above zero is substantiated. The influence of heating effect on breakup of sunflower proteins is tested. The results of experiment are analysed.

Дія тепла на речовини олійного насіння є необхідною операцією при його переробці будь-якими способами. При цьому відомо, що в залежності від інтенсивності та умов теплового впливу на олійне насіння або продукти його переробки якість багатьох корисних речовин насіння може суттєво змінюватися. Особливо важливо дослідити дію теплового фактора на перетворення білкових речовин олійного насіння, оскільки в залежності від інтенсивності такого впливу якість природного білка олійного насіння може бути суттєво покращена або погіршена.

Наприклад, при помірній тепловій обробці якість кормового соєвого протеїну може бути значно покращена внаслідок інактивації трипсिनного інгібітора, інших антипоживних речовин та зміни розчинності білків [1].

Однак при вологотепловій обробці олійного насіння одночасно з тепловою денатурацією білкових речовин, що приводить до зміни розчинності білків, проходять реакції взаємодії цукрів з білковими речовинами (меланоїдіноутворення), які викликають взаємне знищення цукрів та незамінних амінокислот. Сильні зміни виникають при високих температурах, особливо за їх тривалого впливу.

У зв'язку з цим виникла ідея зміни технології переробки олійного насіння зі збереженням усіх біологічно активних речовин, які накопичились у ядрі насіння, а також складу та природної структури білків та запропонована нова технологія виділення олії та харчових білків із безлушпинного ядра соняшнику методом плющення та прямої екстракції залишків олії у пелюстці органічними розчинниками при температурі, яка не перевищує 70 °С [2].

Наприклад, білок соняшника містить усі незамінні амінокислоти, відрізняється гарною перетравлюваністю і може бути використан як для отримання нових продуктів, так і для збагачення існуючих видів продуктів у виробництві м'ясних, молочних, кондитерських, хлібобулочних, макаронних виробів, у виробництві майонезу та ін. [3] Але можливість використання білків як складової частини їжі зумовлена не тільки біологічною цінністю, а і функціональними властивостями. Останні передбачають здатність речовин у процесі їх переробки додавати харчовим продуктам певних фізичних властивостей. До них належать:

- розчинність у воді, в сольових, лужних і кислих середовищах;

- гетерогенність;
- сумісність з іншими компонентами їжі, здатність стабілізувати суспензії, емульсії, піну;
- можливість утворювати драглі при охолодженні розчинів і дисперсій;
- колір, смак і запах [4].

Функціональні властивості білків, важливі для харчових продуктів представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Функціональні властивості білків, важливі для харчових продуктів

Властивості	Сфера застосування
Розчинність	Напої
Водозв'язуюча здатність	Тісто для приготування хлібобулочних виробів
В'язкість	Напої, тісто, продукти
Емульгуючі властивості	М'ясопродукти, забілювачі для кави, приправи для салату
Піноутворююча й піностабілізуюча здатність	Креми, кондитерську вироби, безе
Когеція	Тісто, текстуровані продукти
Текстурованість	Текстуровані продукти
Гелеутворююча здатність	М'ясні й ковбасні продукти, кондитерські вироби

В цій статті ми розглянемо таку функціональну властивість сояшнікового білку, як розчинність у воді, в сольовому та лужному середовищах.

Об'єктом дослідження став шрот безлушпинного ядра сояшника сорту Ранок з вмістом білка 55,6 %, отриманий за новою технологією [7] при низькій та підвищеній температурі пресування. В роботі досліджено вплив температури пресування ядра на вміст альбумінової, глобулінової, глютелінової фракції та нерозчинного залишку білка у шроті.

Методика експерименту. Безлушпинне ядро сояшника сорту Ранок підсушували в сушильці киплячого шару при температурі гріючого повітря не більше 80-90 °С у продовж 10 хвилин до вологості 2,5-3,0 %.

На першому етапі олію виділяли на ручному лабораторному пресі методом плющення. Прес був оснащений металевою підставкою з підігрівом, що нагрівалась до заданої температури і підтримувала її при пресуванні. Ядро, розташовували в один шар у положенні «плиском» між металевими пластинками з прокладками із фільтрувального паперу, і витримували 10-15 с при температурах 60-70 °С та 110 °С. При цих умовах ядро перетворювалось у пелюстку завтовшки 0,2-0,4 мм.

На другому етапі отримані зразки пелюстки знежирювали гексаном в реакторі на водяній бані при температурі 60 °С, гідромодулі пелюстка:гексан = 1:5, кількості обертів мішалки 24 об/хв. Процес екстракції контролювали за зміною коефіцієнту заломлення на рефрактометрі ІРФ-22. Екстракцію припиняли, коли коефіцієнт заломлення переставав змінюватися. Знежирений матеріал підсушували на повітрі до зникнення запаху розчинника. В отриманих зразках визначали вміст жиру, а зміни, що відбувалися в складі білків зразків шроту (фракційний склад білків) визначали за розчинністю їх у воді, 10 %-вому розчині NaCl та 0,2 %-вому розчині NaOH. Для цього білки із зразків шроту послідовно екстрагували водою, 10 %-вим розчином NaCl та 0,2 %-вим розчином NaOH [5]. Вміст азоту в екстрактах та нерозчинному залишку визначали за методом Кьельдаля [5] та перераховували на суху речовину.

Результати досліджень. Нижче наведені результати дослідження змін розчинності білкових речовин (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна фракційного складу білків у зразках шроту в залежності від температури пресування ядра (у % від загальної суми білків)

Температура пресування, °С	Альбуміни, %	Глобуліни, %	Глютеїни, %	Сума розчинного залишку, %	Нерозчинний залишок, %
60	25,00	60,30	8,08	93,38	6,62
110	21,75	59,65	11,66	93,06	6,94

За результатами досліджень стало відомо, що білки зразків шроту не залишаються в незмінному стані, при підвищенні температури пресування відбувається зміна у співвідношенні окремих фракцій білків зразка шроту. З підвищенням температури пресування до 110 °С зменшується вміст альбумінів і глобулінів, а вміст глютеїнів збільшується. Загальний вміст розчинних білків та нерозчинного залишку змінюється незначно, що пояснюється короточасним впливом високої температури при пресуванні, але при отриманні харчового шроту слід уникати високих температур, щоб отримати шрот з більш високим значенням розчинних білків – переважно водної та солевої фракції.

Цікаво порівняти фізико-хімічні та органолептичні показники шроту, отриманого при звичайних виробничих режимах [6], та шроту, отриманого за новою технологією [7] при температурі пресування не більше 70 °С. Порівняльна характеристика наведена у таблиці 3.

Таблиця 3

Фізико-хімічні та органолептичні показники шротів

Найменування показника	Соняшниковий шрот		Соняшниковий шрот із безлушпинного ядра
	звичайний	тостований	
1	2	3	4
Масова частка вологи та летючих речовин, %	7,0-10,0	9,0-11,0	5,0-8,0
Масова частка сирого жиру у перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не більше	1,5	1,5	1,5
Масова частка загальної золи у перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не більше	6,5	6,5	8,0
Масова частка сирі клітковини в знежиреному продукті в перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не більше	23,0	23,0	4,5
Масова частка протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не менше	39,0	39,0	50,0
Масова частка розчинних протеїнів в шроті до загального вмісту протеїну, %, в тому числі:	-	65,0-71,0	93,38
- водо- і солерозчинних	-	76,0-78,5	85,3

1	2	3	4
Вміст лушпиння, %, не більше	16,0	16,0	-
Колір	Сірий, різних відтінків	Сірий з коричневим відтінком	Білий з кремовим відтінком
Запах	Властивий соняшниковому шроту без стороннього запаху	Властивий соняшниково-муто-ваному шроту без сторонніх запахів	Без запаху

Відомо, що для виробництва харчових білкових продуктів слід використовувати шрот, який представляє собою продукт з максимально можливим вмістом нативних білків, мінімальним вмістом вуглеводних та інших сторонніх домішок, низьким вмістом ліпідів та шрот, отриманий при таких режимах олієдобування, які забезпечують вміст в ньому 75-82 % розчинного протеїну та 80-85 % водо- і солерозчинних білків [8]. Таким чином можна зробити висновок, що шрот, отриманий за новою технологією, на відміну від шроту, який отримують при звичайних виробничих режимах, відповідає вимогам до сировини для отримання харчових білків та продуктів харчування і може бути рекомендований як нова сировина.

Список літератури: 1. В.П. Ржехин, В.Н. Красильников. К изучению превращений белковых веществ масличных семян при действии на них тепла и других агентов // Труды ВНИИЖа. – Л.: ВНИИЖ, 1963. - Выпуск 23. - С.32-49. 2. Е.А. Литвиненко, Н.Д. Конев. Выделение масла и пищевых белков из безлузгового ядра подсолнечника методом плющения // Вісник НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП», 2007, - №27. – С. 114-119. 3. Ихно Н.П., Котелевская А.А., Левченко В.В., Челомбитько Е.В., Кващенко И.А. Ядро семян подсолнечника – новый вид сырья для изготовления пищевых продуктов // Олійно-жировий комплекс. - Днепропетровск, 2003, - №2, - С.17-20. 4. В. Архипов. Біологічна цінність рослинних білків // Харчова і переробна промисловість. - Київ, 2006. - №5, - С.22-23. 5. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности / Под общей ред. В.П. Ржехина, А.Г. Сергеева. – Л.: ВНИИЖ, 1965, - Т.2. – 418 с. 6. ГОСТ 11246-96 Шрот подсолнечный. Технические условия. 7. Спосіб отримання харчового шроту з безлушпинного ядра соняшника. Україна, заявка № 200600171. Заявл. 06.11.2006. 8. В.А. Дементий, Л.М.Горишкова, Л.В. Рубина, П.П. Раковский, З.А. Чайка, В.И. Тортика. Подсолнечный шрот для получения белковых продуктов // Масло-жировая промышленность. – М, 1987. - № 12. – С. 5-7.

Поступила в редколлегию 25.11.2008

УДК 661.844.622.096.2

М.А. ЦЕЙТЛИН, В.Ф. РАЙКО, М.Э. ДАССУКИ

АБСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Розглянуто застосування дистиллерной суспензії (відходу) содового виробництва як абсорбенту для вловлювання оксидів сірки зі викидних газів паливовикорисовуючих установок. Досліджено вплив температури, а також витрат суспензії й газу на коефіцієнти масопередачі для провальної тарілки. Оцінено вплив на процес абсорбції діоксиду вуглецю, що протікає паралельно. Отримано розрахункові рівняння для визначення коефіцієнтів масопередачі по діоксидам сірки й вуглецю.

Waste suspension (withdrawal) of soda manufacture application is considered as an absorbent for sulfur oxide absorption from waste gases. Influence of temperature, and also charges of suspension and gas on factors mass transfer for some type of plates is investigated. Influence on process of absorption proceeding in parallel carbon dioxide is appreciated. The settlement equations for definition of mass transfer factors on sulfur and carbon dioxides are received.

1. Введение

Абсорбционная очистка является одним из наиболее распространенных способов снижения концентрации диоксида серы в сбросных газах химических предприятий и топочных газах энергетических котлов до санитарных норм. В качестве абсорбента используют известковую или известняковую суспензии [1], для приготовления которых обычно использует молотый известняк или жженая известь. То есть сырьевые материалы, получение которых требует определенных затрат. С точки зрения снижения затрат на очистку газов от SO_2 представляет интерес использование кальцийсодержащих промышленных отходов, обладающих щелочными свойствами. Одним из таких отходов является так называемая дистиллерная суспензия содового производства – сток, образующийся в результате регенерации аммиака из технологических жидкостей. В описанном ниже лабораторном исследовании изучалась массопередача в процессе абсорбции диоксида серы дистиллерной суспензией на дырчатой противоточной (провальной) тарелке.

2. Методика эксперимента

В опытах, в основном, использовалась дистиллерная суспензия следующего состава (массовая доля в светлой части дистиллерной суспензии, %) CaCl_2 – 9,2; NaCl – 5,4; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – 0,16; CaSO_4 – 0,07; H_2O – 85,1; шлам – 2,6. Массовая доля в шламе дистиллерной суспензии: CaCO_3 – 59,6; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ – 17,4; CaSO_4 – 10,3; MgO – 5,5; SiO_2 – 7,22.

Опыты выполнялись на лабораторной установке, включавшей лабораторный абсорбер диаметром 30 мм, с установленной в нем тарелкой, имевшей 4 отверстия диаметром 10 мм (доля свободного сечения 16 %).

2. Обсуждение результатов опытов

Результаты опытов по исследованию влияния парциального давления диоксида серы на скорость абсорбции представлены на графике рис. 1. Эти опыты проводились при скорости газа, отнесенной к полному сечению абсорбера $w = 1$ м/с и плотности орошения $L = 0,002$ м/с. Как видно из этого рисунка прямая пропорциональность между скоростью абсорбции и среднелогарифмическим парциальным давлением или движущей силой абсорбции (далее для краткости – парциальным давлением) SO_2 в газовой смеси отсутствует. На графике можно выделить 2 участка. Первый, когда парциальное давление не превышает 100 Па, пропорциональность между рассматриваемыми величинами просматривается. Вторым – при парциальном давлении SO_2 более 100 Па. Этот участок также может быть представлен прямой линией, но не проходящей через начало координат. Такое поведение рассматриваемой зависимости свидетельствует о том, что в результате увеличения парциального давления SO_2 в газе контроль над скоростью абсорбции переходит от одной стадии процесса к другой.

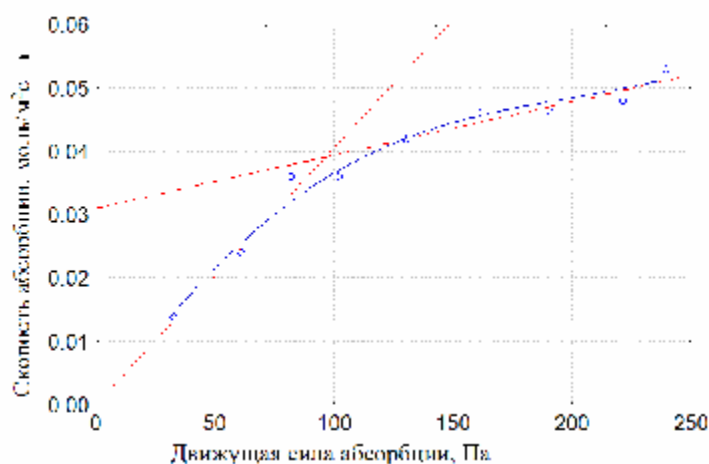


Рис. 1. Зависимость скорости абсорбции диоксида серы дистиллерной суспензией от среднелогарифмического парциального давления SO_2 в газе.

Для того, чтобы разобраться в том, какие это стадии следует обратить внимание на то, что, как показывают простые расчеты, именно при парциальном давлении в газе более 100 – 120 Па скорость абсорбции оказывается выше расхода растворенного гидроксида кальция, поступающего с орошающей жидкостью. При более высоких парциальных давлениях недостаток активного компонента – гидроксида кальция – восполняется за счет растворения этого вещества из шлама. Можно предположить, что взаимодействие абсорбированного диоксида серы с уже растворенным $Ca(OH)_2$ протекает много быстрее, чем процесс растворения последнего. Для того, чтобы убедиться в этом были выполнены опыты с дистиллерной суспензией, обогащенной шламом. Результаты этих опытов представлены на рис. 2. Из рисунка видно, что по мере увеличения концентрации шлама скорость абсорбции SO_2 вначале растет практически пропорционально концентрации шлама, однако при массовой доле более 5 % рост замедляется.

Рост скорости абсорбции в интервале концентраций шлама 2 – 5 % легко объяснить увеличением площади поверхности частиц извести и увеличением скорости их растворения, а снижение этого роста при концентрациях более 5 % тем, что скорость растворения становится сопоставима со скоростью транспорта диоксида серы через газовую пленку и ее растворения в жидкости.

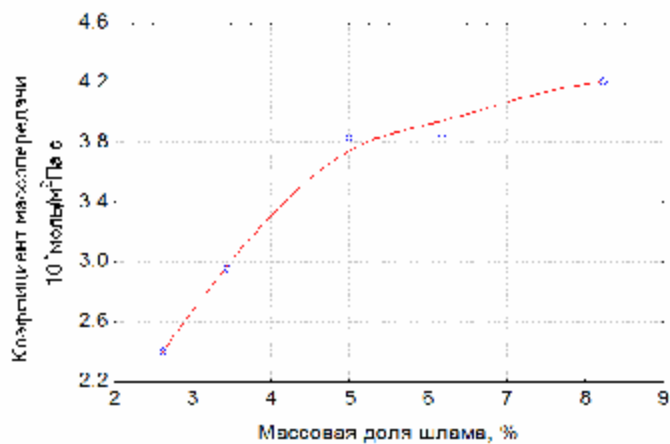


Рис. 2. Зависимость скорости абсорбции SO_2 от массовой доли шлама в дистиллерной суспензии.

Таким образом, опыты с повышенной концентрацией шлама в дистиллерной суспензии подтверждают, что лимитирующей стадией процесса абсорбции диоксида серы дистиллерной суспензией при высоких концентрациях SO_2 является скорость растворения извести.

Для того, чтобы выяснить, какая стадия является лимитирующей до тех пор пока не исчерпан растворимый гидроксид кальция были выполнены опыты по исследованию влияния плотности орошения и скорости газа на коэффициент массопередачи абсорбции диоксида серы.

Результаты этих опытов были обобщены в виде следующего уравнения:

$$K_{r\text{SO}_2} = K_{0\text{SO}_2} \left(\frac{w}{w_0} \right)^{a1} \left(\frac{L}{L_0} \right)^{a2} \quad (1)$$

где $K_{r\text{SO}_2}$ – коэффициент массопередачи по диоксиду серы, моль/м²·с·Па; $w_0 = 1$ м/с; $L_0 = 0,002$ м/с.

Таблица 1.

Значения коэффициентов уравнения (1) при различных парциальных давлениях (p_{SO_2}) SO_2 в газе

Парциальное давление SO_2 , Па	Значение коэффициентов уравнения (3.4)			F -критерий	СКО, %
	$K_{0\text{SO}_2} \cdot 10^4$	$a1$	$a2$		
$250 < p_{\text{SO}_2} < 270$	2,36	1,07	0,44	37	14
$90 < p_{\text{SO}_2} < 102$	3,89	1,62	незначим	205	11

Из табл. 1 видно, что при низких парциальных давлениях диоксида серы в газе коэффициент массопередачи пропорционален скорости газа в степени 1,62, а влияние плотности орошения не значимо. Это указывает на то, что кинетику массопередачи в этом концентрационном диапазоне определяет сопротивление в газовой пленке. Для того, чтобы убедиться в том, что лимитирующими стадиями абсорбции SO_2 являются диффузионные процессы, а не химическая кинетика были выполнены опыты при различных значениях температуры.

Опыты показали, что значения коэффициента массопередачи колеблются в пределах ошибки эксперимента, и выраженной тенденции изменения коэффициента массопередачи с температурой нет. Таким образом, можно утверждать, что в рассмотренном диапазоне температура не оказывает влияния на коэффициент

массопередачи при абсорбции диоксида серы дистиллерной суспензией, а, следовательно, кинетика процесса определяется диффузионными стадиями.

Чаще всего газовые выбросы, содержащие диоксид серы, образуются в результате сжигания сернистых топлив. Иными словами это отходящие топочные газы паровых котлов и других топочных устройств. Топочные газы всегда содержат диоксид углерода – кислый компонент, который абсорбируется щелочными поглотителями вместе с диоксидом серы. Абсорбция CO_2 , может оказывать влияние на кинетику абсорбции SO_2 и, во всяком случае, снижает абсорбционную емкость поглотителя. В процессе исследования выяснялось, имеется ли взаимная зависимость между кинетическими характеристиками протекающих параллельно процессов абсорбции CO_2 и SO_2 и выполнялась количественная оценка кинетики абсорбции диоксида углерода дистиллерной суспензией на провальных тарелках. Опыты проводились при следующих условиях: скорость газа – 1 м/с; плотность орошения – $0,002 \text{ м}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$; температура – 60°C

Опыты показали, что абсорбция CO_2 не оказывает влияния на абсорбцию SO_2 . Это не удивительно, так как угольная кислота значительно слабее сернистой и, следовательно, это вещество не может конкурировать с диоксидом серы в реакции с активным компонентом – гидроксид ионом. Скорость абсорбции CO_2 с точностью до ошибки эксперимента пропорциональна парциальному давлению этого компонента в газе.

В процессе исследования было также выяснено влияние скорости газа, плотности орошения парциального давления SO_2 в газе и температуры на коэффициент массопередачи по CO_2 . Для уменьшения затрат времени применялся метод планирования эксперимента [ii], по результатам которого были рассчитаны коэффициенты линейной регрессии, отражающей зависимость $K_{\text{гCO}_2}$ от факторов. Оказалось, что значимое влияние на коэффициент массопередачи по диоксиду углерода оказывают только скорость газа и парциальное давление диоксида серы. Экспериментальные данные по влиянию этих факторов на коэффициента массопередачи по CO_2 были обработаны методами нелинейного оценивания. В результате получено следующее уравнение:

$$K_{\text{гCO}_2} = K_{0\text{CO}_2} \left(\frac{w}{w_0} \right)^{a1} \left(\frac{P_1}{P_{1,0}} \right)^{a2} \quad (1)$$

где $K_{\text{гCO}_2}$ – коэффициент массопередачи, моль/с·Па·м²; w – скорость газа в полном сечении аппарата, м/с; P_1 – парциальное давление диоксида серы, Па; $K_{0\text{CO}_2} = 1,21 \cdot 10^{-6}$ моль/с·Па·м²; $w_0 = 1,0$ м/с; $P_{1,0} = 260$ Па; $a1 = 0,686$; $a2 = 0,379$

Остаточная среднеквадратическая ошибка уравнения 13 %, коэффициент корреляции между расчетом и фактическим значением $K_{\text{гCO}_2}$ равен 0,98.

Результаты исследования использованы при разработке системы очистки топочных газов печей огневой кальцинации соды от оксида серы, а также могут быть применены для расчета аппаратов, использующих дистиллерную суспензию для очистки от диоксида серы топочных газов любого происхождения.

Список литературы: . Вилесов Н.Г., Костюковская С.Б. Очистка газовых выбросов.– К.: Техника, 1971.–195 с. 2. . Бондарь А.Г., Статюха Г.А. Планирование эксперимента в химической технологии.– К.: Вища школа, 1976.– 184 с.

Поступила в редколлегию 24.09.2008

Б.В ДЗЮНДЗЮК, д-р техн. наук., проф. Зав каф. ОТ ХНУРЭ, *Т.Е. СТЫЦЕНКО*, ст. преп. каф. ОТ ХНУРЭ, *И.И. ХОНДАК*, ст. преп. Каф. ОТ ХНУРЭ

БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОНИТОРОВ

В статті розглядається важливість проблеми вибору різних типів моніторів, принцип роботи яких базується на основі електронно пучкової трубки та рідкокристалічної матриці з точки зору безпеки життєдіяльності. Приводяться необхідні рекомендації користувачам з урахуванням впливу різноманітних небезпечних та шкідливих чинників на здоров'я та працездатність людини для різних видів діяльності.

Актуальность:

В настоящее время во всем мире компьютеры занимают важное место в жизни, работе и отдыхе людей. Без них уже невозможно представить современную жизнь. В связи с этим возникает проблема выбора одного из главных составляющих компьютера – монитора. На мировом рынке представлено множество различных моделей, модификаций и фирм производителей. Перед пользователем стоит немаловажная проблема выбора наиболее безопасного и безвредного с позиции влияния на здоровье и работоспособность.

Цель: Произвести сравнительный анализ имеющихся на мировом рынке различных мониторов, основанных на различных принципах действия, с точки зрения воздействия опасных и вредных факторов на пользователя для обеспечения безопасных и безвредных условий труда.

Введение:

Авторы считают необходимым разобраться в сложившейся ситуации по проблеме выбора различных видов мониторов с точки зрения обеспечения безопасности.

Одним из вредных аппаратных обеспечений ЭВМ для человеческого организма является дисплей. Мировой рынок насыщен самыми различными видами мониторов, начиная от основанных на электронно-лучевой трубке (подобно телевизору), заканчивая TFTLCD, что можно объяснить как «жидкокристаллический дисплей на тонкопленочных транзисторах», а также всевозможные разновидности Notebook.

В результате научно-технического прогресса был создан портативный компьютер. Удобность его состоит в том, что мы имеет возможность взять Notebook в дорогу, на отдых и т.д. Но проблема электромагнитных излучений портативных компьютеров заслуживает очень серьезного внимания. Электростатическое поле и рентгеновское излучение действительно отсутствует в ЖКТ, но что касается переменных электромагнитных полей, то утверждение про безопасность портативных компьютеров по этим параметрам, явно преждевременно. Часто можно услышать мнение, что портативные компьютеры типа Notebook безопасны для пользователей и не имеют необходимости в таких дополнительных методах защиты, как приэкранные фильтры: их можно считать устройствами которые сохраняют здоровье людей и потребляют существенно меньше электроэнергии чем их электронно-лучевые предшественники. В основе подобных соображений лежит тот факт, что в портативных компьютерах используются экраны на основе жидких кристаллов, которые не генерируют вредных излучений, свойственных обычным мониторами с ЭЛТ. Однако

результаты исследований, проведенных в научно-исследовательских центрах, показали, что электромагнитное излучение портативных компьютеров типа Notebook значительно превышает экологические нормативы. Учитывая результаты исследований относительно величины электромагнитного излучения Notebook, можно прийти к выводу, что информационно-торсионная компонента по уровню негативного влияния на пользователя ничем не отличается от мониторов на основе электронно-лучевой трубки. Необходимо отметить, что уровни электромагнитных излучений портативных компьютеров превышают нормативные параметры для многих компьютеров с мониторами на основе ЭЛТ.

Сравнительный анализ

Монитор покупается на очень длительный срок. Как правило, не менее 5 лет. Апгрейду мониторы практически не поддаются. Поэтому не следует торопиться и брать первую предложенную вам в магазине модель. Вопросов, слухов, домыслов, тонкостей здесь более чем достаточно. Критериев определяющих правильный выбор мониторов очень много. Более того, для разных целей выбираются разные мониторы. Поэтому необходимо учесть все плюсы и минусы, с которыми столкнется потребитель при работе с компьютером. Первое, с чем необходимо определиться, взять монитор на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ/CRT) или жидкокристаллической матрицы (ЖК/LCD-TFT). Большинство продавцов сразу вам скажут, что LCD-мониторы намного безопаснее для вашего здоровья и будут не совсем правы. Проанализируем все достоинства и недостатки представленных моделей мониторов.

Принцип действия мониторов, основанных на действии ЭЛТ

Работа монитора, основанная на ЭЛТ, представляет собой создание управляемого пучка электронов воздействующего на покрытый люминофором экран и вызывающим свечение отдельных участков экрана. Основные элементы: катод, служащий источником электронов, решетка, используемая для управления электронным пучком, блок анодов, разгоняющих и фокусирующих электронный луч, что достигается изменением потенциала анода, отклоняющие устройства, направляющие луч в определенную зону экрана, что достигается с помощью системы магнитных катушек, расположенных на наружной части трубки, экран, на который проектируется электронный луч и на котором создается изображение; стеклянная колба являющаяся конструктивной основой ЭЛТ.

Из принципа работы следует, что видеотерминал является источником:

- ионизирующих излучений, а именно рентгеновского, которое возникает внутри колбы при резкой остановке быстро движущихся электронов;
- оптического излучения, в видимом диапазоне, а также в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазоне, которые возникают благодаря взаимодействию электронов со слоем люминофора;
- электромагнитного излучения в радиочастотном диапазоне, при этом высокочастотные поля возникают под воздействием электронного луча и связаны с частотой формирования элемента изображения и интенсивностью луча, низкочастотные поля возникают в системе горизонтальной развертки, а очень низкочастотные поля связаны с генерацией (вертикальной) разверткой;
- магнитного поля, возникающего из-за наличия отклоняющего устройства;
- электростатического поля, возникающего в связи с высоким потенциалом анодов ЭЛТ.

Принцип работы LCD.

Основывается на прохождении света от лампы подсветки через жидкокристаллическую матрицу, ячейки которой могут полностью пропускать свет, частично пропускать световой поток или перекрывать полностью. Светопроницаемость каждой жидко кристаллической ячейки зависит от ее молекулярной структуры, а структура, в свою очередь, меняется в соответствии с приложенным напряжением. Роль регулятора напряжения играет тонкопленочный транзистор (TFT).

На самом деле это слишком примитивная схема, которая не дает представления о физических принципах, используемых в LCD. Свет от лампы проходит через два поляризирующих фильтра, повернутых на 90^0 относительно друг друга. В этом случае жидко кристаллическая ячейка не оказывает никакого влияния на фазу светового потока. Жидкие кристаллы изменяют фазу проходящего света на 90^0 и он, окрашенный светофильтром в красный цвет, совершенно свободно выходит наружу (и мы видим светящийся красный пиксель). Таким образом, без верхнего поляризирующего фильтра вы ничего на экране не увидите – только равномерный светлый фон. Этот факт наилучшим образом иллюстрирует, что жидко кристаллическая ячейка не является тривиальной заслонкой, меняющей свою прозрачность. Ячейка меняет фазу света, а верхний поляризирующий фильтр «проявляет» эти изменения. Таким образом, жидко кристаллическая ячейка меняет фазу проходящего светового потока пропорционально приложенному к ней напряжению.

Вся сложность состоит в том, что число ее элементов огромно и в процессе производства нужно добиться максимальной повторяемости и стабильности результатов – ячейки должны располагаться идеально ровно, обладать очень малым разбросом параметров, и количество бракованных пикселей должно стремиться к нулю. В первом приближении производство TFT-LCD-панелей можно разложить на четыре этапа: TFT Process (формирование TFT-матрицы), Color Filter Process (производство светофильтра), Cell Process (формирование ЖК-ячеек) и Module Process (окончательная сборка панели). Из принципов работы следует, что ЖК монитор является источником электромагнитного излучения; однако электростатические и рентгеновские излучения действительно отсутствуют.

Достоинства и недостатки.

Недостатки ЖК (TFT)

1. Ограниченный угол обзора: если Вы отклонитесь на пару десятков градусов от главной оси, то увидите явное изменение картинки – «цветопередача» уплывает, яркость и контраст заметно ослабляются. Избавиться от этого неприятного дефекта трудно, поскольку уменьшать толщину светофильтра, поляризатора и прочих покрытий можно лишь до определенного предела (ведь именно это главным образом ограничивает эффективный угол обзора). Если посмотреть на TFT сбоку, этот недостаток легко заметить. Монитор будет переливаться всеми цветами радуги. Конкретный угол с которого начинается это безобразия зависит от модели монитора, но недостаток этот общий для всех панелей. Последнее время технологии в этом направлении совершенствуются.

2. Некачественная цветопередача. По количеству изображаемых цветов и линейности отображаемых оттенков серого ЖК дисплеи сильно отстают от классических ЭЛТ. Даже самые совершенные светофильтры и источники света не могут обеспечить качество светопередачи, достаточного для предпечатной обработки изображений. Ни один из выпускающихся ныне ЖК мониторов не способен корректно отображать True Color (24 или 32 битный цвет), разве только в режиме «интерполяции». На основании этого можно сделать вывод, что в солидных

издательствах Вы никогда не увидите на столе верстальщика и дизайнера ЖК мониторы. Однако, будем надеяться, что в ближайшее время производители смогут устранить данный недостаток.

3. Чрезвычайно высокая цена TFT-LCD панелей, особенно высокого разрешения. Это можно объяснить тем, что коэффициент выхода годных к эксплуатации в процессе изготовления данных панелей не очень высок, потому что слишком много существует факторов способствующих браку. И этот коэффициент был бы вообще неприемлемо низок, не будь у производителей норм на допустимое число бракованных точек в матрице. Купив TFT-LCD даже самого известного производителя Вы скорее всего найдете на экране пару битых пикселей.

Преимущества жидко кристаллических мониторов.

1. Жидко кристаллические дисплеи являются уникальными средствами отображения информации. Имеют малые габариты, массу и мизерное энергопотребление

3. Практическое отсутствие вредных излучений и мизерное энергопотребление.

5. Принципиальное отсутствие геометрических искажений на мониторах.

6. Отсутствие таких явлений как расфокусировка или не сведение.

7. Изменение яркости каждой точки меняется чисто аналоговыми, естественными для человеческого глаза методами, а не изменением числа вспышек в секунду. Создаваемое им изображение абсолютно не мерцает. Высокая контрастность.

Недостатки мониторов основанных на действии ЭЛТ.

Современные мониторы имеют противорадиационную защиту, однако полностью подавить возникающее излучение не представляется возможным. Так что пользователь подвергается неблагоприятному воздействию электромагнитных полей и рентгеновскому излучению. Существенным недостатком, вредным для здоровья является мерцающее изображение, которое приводит к дополнительной зрительной нагрузке. В совокупности электромагнитное и рентгеновское излучения и мерцание изображения оказывают очень вредное воздействие: при работе за монитором быстро утомляется зрение и создается дополнительное нервное напряжение.

Достоинством ЭЛТ мониторов является неоспоримое их преимущество при выполнении сложных графических изображений, а также доступная цена и долговечность.

Выводы:

Проанализировав преимущества и недостатки, подведем итоги.

1. Частота регенерации: LCD – оптимальная частота 60 Гц, чего достаточно для отсутствия мерцания; CRT – только при частотах свыше 75 Гц отсутствует явно заметное мерцание.

2. Точность отображения цвета. LCD – поддерживается True Color и имитируется требуемая цветовая температура. CRT – поддерживается True Color и при этом на рынке имеется масса устройств калибровки цвета, что является несомненным плюсом.

3. Угол обзора. LCD – в настоящее время стандартным является угол обзора 120 и выше; с дальнейшим развитием технологии следует ожидать увеличения угла обзора; CRT – отличный обзор под любым углом.

4. Энергопотребление и излучение. LCD – практически никаких опасных электромагнитных излучений нет. Уровень потребления энергии примерно на 70 % ниже чем у стандартных CRT мониторов. CRT – всегда присутствует электромагнитное излучение, однако их уровень зависит от того, соответствует ли CRT стандарту безопасности. Уровни электромагнитных излучений мониторов, как основанных на

действию ЭЛТ так и ЖК, которые считаются безопасными для здоровья пользователей регламентируются нормами MPRII 1990:10 Шведского национального комитета по измерениям и следованиям, которые считаются базовыми, а также более жесткими нормами TCO 9295 Шведской конференции профсоюзов. Нормы на уровне электромагнитных излучений стали законом для многих ведущих фирм, которые изготавливают мониторы.

Потребление энергии в рабочем состоянии на уровне 80 Вт.

За ЭЛТ монитором хорошего качества «тренированный» пользователь может высидеть максимум 6-8 часов в день без осязаемой потери производительности, то за ЖК монитором можно работать практически сколько угодно долго. Уже одно только это обстоятельство заставляет тех, кто профессионально связан с компьютерной техникой, серьезно задуматься над приобретением ЖК панелей, единственное, что сейчас может удержать пользователя от покупки ЖК монитора, кроме его высокой цены, это пока, еще не достаточно четкая цветопередача. В первую очередь это касается тех, кто проводит много времени перед экраном телевизора. Дело в том, что некоторые модели ЖК мониторов помимо стандартного VGA-входа для подключения к компьютеру имеют также видеовход на который можно подать сигнал с телевизора, TV-тюнера или видеомагнитофона. Это дает возможность избавиться и от вредного воздействия телевизионной ЭЛТ, которая значительно сильнее, чем у ЭЛТ – монитора. Для руководителей предприятий заботящихся о здоровье своих сотрудников TFT-LCD являются идеальным решением, кроме всего прочего данный выбор является фактором престижа, что также немаловажно для успешной деятельности предприятия.

В современных коммерческих, научных, учебных заведениях, в домашнем использовании можно встретить мониторы высокого класса, которые удовлетворяют строгим требованиям безопасности. Такие мониторы характеризуются минимальным влиянием на функциональное состояние и здоровье пользователей персональных компьютеров, однако еще используются мониторы, которые являются вредными для здоровья пользователей и во время их эксплуатации необходимо придерживаться требований охраны труда. Трудно сегодня сказать какая технология одержит верх завтра. Скорее всего, появятся еще более новые технологии – над этим, по сути, работает сейчас весь мир. Еще более вероятно, что под каждую отдельно взятую задачу будет использоваться именно ей подходящая технология отображения информации.

Список литературы: 1. «Основи охорони праці» Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Підручник 3-є вид.- Київ:Каравела,2005.-392с. 2. Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? Под ред. Проф. В.И.Данилова-Данильяна. М.:Изд-во МНЭПУ,1997.

Поступила в □ в□□н егіт1.09.2008

УДК 355.58

Д.Л. ДОНСКОЙ, □в□н.. □в□н.. наук

О НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ КУРСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

В статті розглянуті нові напрямки розвитку таких дисциплін як «Безпека життєдіяльності» (БЖД) та «Цивільна оборона» (ЦО) в сучасних умовах. Показана зростаюча значимість цих предметів в освіті сучасних інженерів в □в'язку з ускладненням устаткування, зростання ціни помилки і

високою ступінню зносу обладнання. Розглядається місце дисциплін у вирішенні проблем загальнодержавного масштабу – демографічної ситуації.

In the article there is new development such disciplines as Safety of ability to live and the Civil defence in modern conditions. The increasing importance of these subjects in formation of the modern engineer in connection with equipment complication, increase of the price of an error and high degree of deterioration of the equipment is shown in it. The place of subjects in the decision of problems of all-union scale – a demographic situation is also considered.

В настоящее время, многие прикладные предметы, преподаваемые в вузах подвергаются хотя бы частичному пересмотру и корректировке. Это прежде всего связано с развитием научно-технической мысли и социальными изменениями в обществе.

Такой корректировки, безусловно, требуют и такие дисциплины как «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) и «Гражданская оборона» (ГО). Можно сказать, что в нынешних условиях, когда резко возросла цена ошибки оператора, и человек все больше зависит от различных машин и механизмов, вопросы безопасности человека не становятся на второй план, а наоборот приобретают первостепенное значение.

И именно в высшей школе их преподавание является наиболее обоснованным и эффективным, т.к. у молодых людей 20-23 лет появляется гораздо больше ответственности за свои поступки, а соответственно за свою жизнь и зачастую жизнь своих близких и окружающих, нежели в школьном возрасте, в то же время в школе также преподаются такие предметы как Основы безопасности жизнедеятельности (ОБЖ) и уроки здоровья. Однако многие психологи утверждают, что донесение информации в столь раннем возрасте о различных опасностях, которые подстерегают человека, по мнению разработчиков этих программ, практически везде, и даже дома, может привести к невротизации поколения. Очень часто у школьников, именно из-за уроков ОБЖ, здоровья и других, аналогичных им, возникают неврозы, страхи, проблемы в общении со сверстниками, т.к. из-за физического недостатка ребенка начинают считать изгоем, поскольку в этих дисциплинах акцентируется внимание именно на физическом здоровье [1]. Все это сказывается в дальнейшем не только на здоровье (т.о. достигается обратный процесс), но и на социальной адаптации человека.

Именно поэтому необходимо акцентировать внимание на вопросах безопасности человека в высшей школе. Это также важно с той точки зрения, что технические вузы готовят в основном будущих инженеров, людей связанных с эксплуатацией или с разработкой новых машин и механизмов. А в последнее время стало обнаруживаться сильное противоречие: машины становятся все более безопасными, а люди начинают все больше полагаться на них, забывая зачастую об элементарных правилах безопасности. В случае безответственного отношения оператора к соблюдению технологических процессов или к вопросам безопасности, это может привести к большим материальным и человеческим потерям.

Такая ситуация может коренным образом повлиять на поведение человека, а соответственно и возможность возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, поскольку известно, что 90 % несчастных случаев связаны именно с неправильным поведением человека.

Боле того, в настоящее время, можно сказать, что безопасность «вышла на улицу». Безответственное отношение к технике реже проявляется в производстве, но

больше всего в быту. Этому способствует, как уже говорилось, усовершенствование машин и механизмов, и также изменяющийся стиль жизни.

Беспечности добавляет реклама травмоопасных видов спорта (паркур, катание на скейтборде, роликовых коньках и т.д.), реклама, внушающая веру в то, что все можно приобрести, в том числе и здоровье. Такому поведению способствуют и компьютерные игры. Психологи утверждают, что наблюдают такие эффекты, когда молодые люди практически не реагируют на опасности, т.к. привыкли перезагружать свои игры с того места, где все хорошо, и можно пройти опасность еще раз.

Еще один аспект проблемы безопасности в масштабах целого государства. К окончанию вуза молодые люди подходят в возрасте 23-25 лет, когда большинство из них вступают в брак и создают семьи. Статистика разводов нынешних семей просто поражает, большая часть семей распадается. А ведь за созданием и сохранением семьи стоит рождение и правильное воспитание детей, т.е. демографическая ситуация. Нет смысла повторять, что у нас в Украине смертность превышает рождаемость. Конечно, на эту ситуацию в большей степени влияют экономические факторы, но сколько семей распадается только из-за психологических причин, когда молодые люди не хотят умерить свои амбиции.

Это, в свою очередь, связано с разрушением нашей культуры, в основе которой лежит православный взгляд на вещи, когда доминирующим является борьба с гордыней и воспитание скромности.

Исходя из вышесказанного можно наметить несколько направлений развития таких предметов как БЖД и ГО.

Во-первых, наряду с расчетными заданиями, уже имеющимися в этих предметах и позволяющими оценить обстановку при той или иной чрезвычайной ситуации (ЧС), очень важно обучить поведению в условиях ЧС.

К сожалению, в настоящее время Украина вступает в период, когда основные фонды, созданные при Советском Союзе приходят в непригодность, что можно наблюдать повсеместно, начиная от коммунального хозяйства, заканчивая объектами народного хозяйства. Это приводит к резкому увеличению вероятности возникновения ЧС. Общая картина усугубляется общей тенденцией к безответственности из-за отсутствия механизмов контроля и судебной власти.

Кроме того, попадая в ЧС человек зачастую впадает в панику, что обычно влечет за собой гораздо больше негативных последствий, нежели от самой ЧС. К сожалению, примеров гибели людей, попавших в паническую толпу достаточно много.

Избеганию или хотя бы снижению количества случаев паники может способствовать изучение способов поведения в таких ситуациях. Само осознание изучения этих материалов поможет сохранить человеку ясность сознания, удержать себя от состояния аффекта и таким образом контролировать свое поведение.

Еще одним направлением развития обсуждаемых предметов может быть изучение способов поведения человека в условиях дикой природы. В настоящее время достаточно быстро развивается туризм, и среди прочего мода на экстремальный туризм. В настоящее время мы можем достаточно часто слышать о случаях потери людей в малонаселенных местах.

Навыки выживания в условиях дикой природы могут пригодиться не только в экстремальных условиях, но и при запланированном выезде на природу, поскольку безответственное поведение молодых людей может привести к травмам и нанесению серьезного ущерба окружающей среде, особенно в виде пожаров.

Отдельно стоит вопрос о само- и взаимопомощи пострадавшим при травмах. Эта тема требует гораздо большего внимания и времени, нежели в нынешних программах. Стоит напомнить о т.н. правиле «золотого получаса», столь важного при оказании первой помощи. По статистике от травм выживает 90 % пострадавших, если помощь была оказана в первые полчаса, при оказании помощи в последующий час – 60 %, через 2 часа – 40 %. Это становится еще более актуальным в нынешних условиях, когда практически во всех крупных городах и пригородах (особенно на время выходных) образуются огромные пробки, и машины скорой помощи просто не могут добраться до места происшествия, и транспортировка пострадавшего в больницу своими силами также может быть сильно затруднена.

Еще один немаловажный вопрос – информационная защита. В настоящее время, когда человек находится в огромном информационном потоке, необходимо защитить человека от негативной информации, дать понятие о возможных последствиях принятия любой информации без разбора и научить разбираться человека в информационных потоках.

Список литературы: 1. Медведева И., Шишова Т., 2005. Издательство Саратовской епархии, 2005.

Поступила в редакцию 25.11.2008

УДК 541.128

СЕРДЮКОВ О.Э., ПИТАК И.В., канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»,
ШАПОРЕВ В.П., докт. техн. наук

МАССООБМЕН В ТВЕРДОЙ ЧАСТИЦЕ $MgCO_3$ ПРИ ОБЖИГЕ В АТМОСФЕРЕ С МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ

Макрокінетична модель перетворення твердої частки, що реагує з багатоконпонентною газовою сумішшю, побудована при довільних співвідношеннях між швидкостями масообмінних стадій процесу перетворення (сорбції, розчинення й дифузії вихідних і кінцевих продуктів).

The model for the conversion of a solid spherical particle in competing reactions with a multi-component gas mixture is built at arbitrary relations between the rates of mass transfer processes of the initial reagents and reaction products: sorption, solution, diffusion. Analysis is made of the experimental data on the recovery of iron ore pellets in the atmosphere of the mixture of hydrogen and carbon oxide.

Процессы обработки твердых диспергированных материалов многокомпонентными газовыми смесями широко распространены в современной технологии. Примером является термическое разложение гидратированных карбонатов магния и влияние на этот процесс состава газовой атмосферы. Актуальность исследования влияния газовой среды на процесс диктуется тем, что многие конструкции печей для проведения процесса обжига предусматривают непосредственный контакт теплоносителя (топочных газов или просто определенного газа) и реагента. При этом газовая атмосфера может оказывать не только влияние на скорость превращения реагента, но и на такие процессы как условия перехода твердого продукта реакции из атмосферного состояния в кристаллическое, процессы рекристаллизации и спекания продуктов реакции.

В общем случае влияние газовой атмосферы на процесс термического разложения гидрокарбонатов магния может проявляться двояко:

- за счет отдувки газообразных продуктов реакции из зоны обжига, что приводит к повышению степени пересыщения системы, а также интенсификации условий теплопередачи в слое обжигаемого материала за счет конвекции и теплопроводности;
- за счет «каталитического» влияния газовой фазы. Макрокинетическая модель превращения твердой частицы (гранулы), реагирующей в атмосфере газовой смеси, должна учитывать все элементарные массообменные стадии реакции: сорбцию-десорбцию реагентов и продуктов реакции из обеих фаз, их диффузию в твердой частице и др.

Известные теоретические исследования [1, 2] предполагают обычно существование одной лимитирующей стадии массообмена, чего недостаточно для описания реакций, представляющих практический интерес. Так, например, в работах [3, 4] по исследованию термического разложения $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ в токе газов: H_2 ; H_2O ; NH_3 ; CO ; CO_2 в изотермических условиях при температурах 500 и 600 °С при длительности выдержки 2400 с (40 мин) показано, что теплопроводность указанных газов не влияет на интенсивность процесса, а влияют свойства газов. Так, газы которые являются донорами электронов (H_2 ; H_2O ; NH_3), облегчают условия образования зародышей новой фазы с возникновением реакционной поверхности раздела не только на поверхности частицы, но и внутри ее.

Газы акцепторы электронов, согласно [3, 4], (кислород, азот и др.) способствуют лечению дефектов в решетке $MgCO_3$ и тем самым подавляют зародышеобразование новой фазы (MgO). Наряду с этими эффектами во всех случаях обжига (кроме обжига в атмосфере CO_2) происходит отдувка из обжигаемого слоя газообразных продуктов реакции и улучшаются условия теплопередачи от источника тепла к слою материала.

Анализ результатов, приведенных в [3, 4] по методике разработанной Б. Дельмоном [5] показал, что экспериментальные результаты по кинетике процесса могут быть описаны кинетическими уравнениями на основе представлений о цепном механизме образования зародышей, обусловленного или активацией потенциальных центров, или происходящего с одинаковой вероятностью одновременно на всех активных центрах. Значение кажущейся энергии полученные в результате обработки данных [3, 4] составляли: в токе H_2 – 41,5; в токе H_2O – 58,66; в токе воздуха – 87,99; в атмосфере печи в тонком слое без продувки воздухом (скорость нагрева 10°/мин) – 147,2 кДж/моль. Таким образом, анализ результатов экспериментальных данных работ [3, 4] свидетельствует о вышеотмеченном двояком влиянии газовой атмосферы на процесс, а также о недостатках модели для описания процесса представленной в работах [1, 2].

В работах [6, 7] построена модель твердофазного превращения, допускающая сравнимость скоростей нескольких стадий эта модель требует обобщения на случай взаимодействия твердых сферических частиц (гранул) с газовыми смесями. Моделирование таких процессов позволяют провести расчеты различных режимов и их оптимизацию, интенсифицировать процессы взаимодействия твердых частиц с газовой фазой повышением парциальных давлений газов – реагентов или изменением состава газовой смеси.

Поэтому в данной работе, на основе [3 - 7] представлена математическая модель процесса, которая позволяет проанализировать поведение процесса на основе модели и экспериментальных данных сделать предположение об оптимальных технологических условиях.

При построении модели полагали, что имеется N газов – реагентов и образуются соответственно N – газообразных продуктов реакции. При этом химическая реакция взаимодействия твердого реагента с каждым газом – реагентом осуществляется значительно быстрее, чем процессы массопереноса, и фронт реакции разделяет области исходного реагента и твердого продукта реакции.

Далее составляем уравнения кинетики всех стадий процесса.

Определяя S_i и S_i^* , как доли площади поверхностного слоя, заполненные i -м реагентом и соответствующим продуктом реакции, будем считать что есть «свободная» поверхность ΔS , не заполненная молекулами реагентов и продуктов реакции. В предположении о независимой (ленгмюровской) адсорбции газов твердым реагентом уравнения кинетики заполнения поверхностного слоя имеют вид:

$$\frac{dS_i}{d\tau} = \alpha_i \Delta A - \beta_i S_i + \frac{\delta S_i}{\delta \tau}$$

$$\frac{dS_i^*}{d\tau} = -\beta_i^* S_i^* + \frac{\delta S_i^*}{\delta \tau}, i = 1, \dots, N \quad (1)$$

$$\Delta S = 1 - \sum_{i=1}^N (S_i + S_i^*) \quad (2)$$

где α_i – константа скорости адсорбции из газовой фазы,

β_i – константа скорости адсорбции в газовую фазу,

τ – время,

δ – приращение соответствующих величин.

Поверхностные концентрации nC_i и nC_i^* реагентов и продуктов реакции равны $\frac{S_i}{l_i^2}$

и $\frac{S_i^*}{l_i^2}$ соответственно. Здесь l – характерный линейный размер молекулы в поверхностном слое.

Уравнения кинетики обмена поверхностного слоя с твердой фазой:

$$\frac{\delta m_i}{\delta \tau} = -k_{1i} m_i + k_{2i} \cdot l_i \cdot C_{oi} \cdot \Delta S_i = -D_i \cdot \frac{\partial C_i}{\partial r} \Big|_{r=R_0}$$

$$\frac{\delta m_i^*}{\delta \tau} = -k_{1i}^* m_i^* + k_{2i}^* \cdot l_i^* \cdot C_{oi}^* \cdot \Delta S_i = -D_i^* \cdot \frac{\partial C_i^*}{\partial r} \Big|_{r=R_0} \quad (3)$$

$$C_{oi} = C_i \Big|_{r=R_0}; C_{oi}^* = C_i^* \Big|_{r=R_0}, i = 1, \dots, N$$

Граничные условия на фронте реакции

$$C_i = 0, -D_i \cdot \frac{\partial C_i}{\partial r} = v_i \cdot D_i^* \cdot \frac{\partial C_i^*}{\partial r}, r = R(\tau), i = 1, \dots, N \quad (4)$$

где C_i – концентрация,

v_i – соответствующие стехиометрические коэффициенты,

R, R_0 – радиус фронта реакции и частицы соответственно,

D – коэффициент диффузии,

k_1, k_2 – константы скорости адсорбции и десорбции в твердую фазу.

Из условий материального баланса на фронте реакции имеем

$$\varphi \cdot \frac{dR(\tau)}{d\tau} = - \sum_{i=1}^N D_i \cdot \frac{\partial C_i}{\partial r} \Big|_{r=R(\tau)} \quad (5)$$

где φ – концентрация реагента, присутствующего в твердой фазе, умноженная на сумму стехиометрических коэффициентов отдельных химических реакций. Учитывая, что $\varphi \gg C_{oi}$, получаем, что времена релаксации концентрационных полей реагентов и продуктов реакции значительно меньше времени продвижения фронта реакции. Считая процесс квазистационарным, получим:

$$C_i = C_{oi} \cdot F(r, R); C_i^* = C_{oi}^* + \left(\frac{D_i}{D_i^*} \right) \cdot C_{oi} \cdot F(r, R) \quad (6)$$

$$F(r, R) = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right) \cdot \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_0} \right), i = 1, \dots, N$$

Введя безразмерные переменные с выделением газообразного реагента, давление которого в газовой смеси отлично от нуля (например, $i=1$) в виде:

$$\xi = \frac{R}{R_0}, \lambda_i = \frac{\alpha_i}{\alpha_1}, t = \alpha_1 \cdot \tau, \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{matrix} b_i \\ b_i^0 \end{matrix} \right\} = \frac{1}{\alpha_1} \cdot \left\{ \begin{matrix} \beta_i \\ \beta_i^0 \end{matrix} \right\}, Z_i = \frac{l_i^2}{v_i \cdot l^2},$$

$$K_i = \frac{k_{li}}{\alpha_1}, L_i = \frac{k_{2i} \cdot l_i \cdot R_0}{D_i},$$

$$M_i = \frac{1}{R_0 \cdot \varphi \cdot l_i^2}, i = 1, \dots, N$$

И преобразуя систему уравнений (1-6) с учетом (7) получим:

$$\frac{dS_i}{dt} = \lambda_i \cdot \Delta S - b_i \cdot S_i - \frac{K_i}{L_i \cdot (\xi^{-1} - 1) \cdot \Delta S + 1} \cdot S_i$$

$$\frac{dS_i^*}{dt} = -b_i^* \cdot S_i^* + \frac{Z_i \cdot K_i}{L_i \cdot (\xi^{-1} - 1) \cdot \Delta S + 1} \cdot S_i \quad (8)$$

$$i = 1, \dots, N, \Delta S = 1 - \sum_{i=1}^N (S_i + S_i^0),$$

$$\frac{d\xi}{dt} = - \left(\sum_{i=1}^N \frac{M_i \cdot K_i}{L_i \cdot (\xi^{-1} - 1) \cdot \Delta S + 1} \cdot S_i \right) \cdot \frac{1}{\xi^2}$$

Начальные условия:

$$S_i = S_i^* = 0, i = 1, \dots, N, \xi = 1, t = t_0 \geq 0 \quad (9)$$

Проанализируем влияние состава газовой фазы на кинетику процесса. В начальный момент при малых t получим:

$$S_i \approx \lambda_i \cdot t, S_i^* \approx \left(\frac{\lambda_i \cdot Z_i \cdot K_i}{2} \right) \cdot t^2 \quad (10)$$

$$\xi = \left[1 - \frac{3}{2} \left(\sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot M_i \cdot K_i \right) \cdot t^2 \right]^{1/3}$$

Здесь и далее рассматриваем степень превращения $A = 1 - \xi^3$, что вытекает из анализа [3, 4] по [5]. В результате получаем:

$$A \approx \frac{3}{2} \left(\sum_{i=1}^N \lambda_i \cdot M_i \cdot K_i \right) \cdot t^2 = \frac{3}{2} \left(\sum_{i=1}^N \frac{k_{li} \cdot \lambda_i}{R_0 \cdot \varphi \cdot l_i^2} \right) \cdot \tau^2 \quad (11)$$

$$\frac{dA}{d\tau} \approx 3 \cdot \left(\sum_{i=1}^N \frac{k_{li}}{R_0 \cdot \varphi \cdot l_i^2} \right) \cdot \tau$$

Таким образом, на начальном этапе наблюдаем зависимость скорости процесса от особенности стадий адсорбции твердым реагентом газового реагента (от величины коэффициента скорости адсорбции и размера площади, занимаемой адсорбированными газовыми молекулами). Как известно, коэффициенты скорости адсорбции зависят от состояния поверхности твердого реагента и свойств адсорбционных молекул [8]. Как вытекает из анализа [3, 4] и [8] свойства газовых молекул определяются электронной структурой и способностью присоединять или отдавать электроны. Размер площади, занимаемой адсорбированной молекулой зависит от ее молекулярной массы и ее структуры, что согласуется с мультиплетной теорией катализа (Баландина) [9]. В простейшем случае (рассматриваемом в работе), когда адсорбция проходит без диссоциации адсорбированных газовых молекул, α_i – пропорционально парциальному давлению i го реагента, следовательно, добавление газового реагента, являющегося более активным в процессе сорбции, при сохранении постоянным общего давления газовой фазы, позволяет существенно увеличить скорость термического разложения $MgCO_3$ в начальный момент времени, что и наблюдается в [3, 4].

На завершающих этапах процесса термического разложения твердого реагента при

$$\xi^{-1} \ll 1$$

$$S_i^* = 0; \lambda_i \cdot \Delta S - b_i \cdot S_i = 0 \quad (12)$$

$$\frac{d\xi}{dt} = - \left(\sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \cdot M_i \cdot K_i}{b_i \cdot L_i} \right) \cdot \frac{1}{\xi}$$

Поскольку время завершения процесса определяется в основном продолжительность завершающегося этапа, то для интенсификации требуется добавление газового реагента с оптимальной комбинацией из коэффициентов скоростей сорбции – десорбции и диффузии (см. формулу 12). Для определения зависимости координаты фронта реакции от времени под влиянием газообразной атмосферы, рассмотрим газовую смесь состоящую из двух газов. Введем:

$$X_i = 1 + \frac{b_i}{k_i} - \frac{b_i}{k_i} \cdot L_i \cdot \Delta S$$

$$Y_i = \frac{b_i}{k_i} \cdot L_i, Z_i = \lambda_i \cdot M_i, i = 1, 2 \quad (13)$$

где ΔS определена по формуле $\left[1 + \sum_{i=1}^N \left(1 + \frac{Z_i \cdot k_i}{b_i^*} \right) \cdot \frac{\lambda_i}{b_i + k_i} \right]^{-1}$ и, интегрируя последнее уравнение из (8) получаем уравнение движения фронта реакции:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{X_1 X_2}{X_1 Z_2 + X_2 Z_1} \cdot (\xi^3 - 1) + \frac{1}{2} \cdot \frac{X_1^2 Y_2 Z_2 + X_2^2 Y_1 Z_2}{(X_1 Z_2 + X_2 Z_1)^2} \cdot (\xi^2 - 1) -$$

$$- \frac{Z_1 Z_2 (X_1 Y_2 - X_2 Y_1)^2}{X_1 Z_1 + X_2 Z_1)^3} \cdot (\xi - 1) + \frac{Z_1 Z_2 (X_1 Y_2 - X_2 Y_1)^2 (Z_1 Y_2 + Z_2 Y_1)}{(X_1 Z_2 + X_2 Z_1)^4} \cdot$$

$$\cdot \ln \left[\left(\xi + \frac{Z_1 Y_2 + Z_2 Y_1}{X_1 Z_2 + X_2 Z_1} \right) \cdot \left(1 + \frac{Z_1 Y_2 + Z_2 Y_1}{X_1 Z_2 + X_2 Z_1} \right)^{-1} \right] = \Delta S (t_0 - t) \quad (14)$$

Из формулы (14) при наличии в атмосфере одного газового реагента ($\alpha_2 = \lambda_2 = Z_2 = 0$), либо считая совпадающими кинетические характеристики газовых реагентов ($x_1 = x_2, y_2 = y_1$) можно получить обобщение в виде формулы Гинстлинга-Броунштейна [10].

Таким образом, формула (14) является более общим обобщением для случая взаимодействия твердой частицы с газовой фазой. Это свидетельствует об адекватности представленной в данной работе математической модели.

Оптимальный состав газовой смеси можно определить, решая задачу минимизации времени окончания процесса t^* , полученного из (14) с учетом (7) и (13) при соответствующих ограничениях (например, при сохранении неизменным давление газовой смеси). Численное исследование системы (8) при оптимальном составе газовой смеси позволяет проанализировать влияние различных кинетических коэффициентов и внешних условий на процесс в частности размеров частиц твердого реагента и парциальных давлений реагирующих газов.

Построенная модель не противоречит экспериментальным данным по процессу разложения $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ [3, 4], объясняет поведение кинетических кривых процесса взаимодействия твердых веществ со смесями газов – реагентов и позволяет провести оптимизацию состава газовой смеси.

Список литературы: 1. Баре П. Кинетика гетерогенных процессов. М.: Мир – 1976 г., 399 с. 2. Розовский А.Я. Гетерогенные химические реакции. Кинетика и макрокинетика. М.: Наука – 1980 г., 323 с. 3. Булат А.Е., Шапорев В.П., Воробьева Р.Д. К вопросу о влиянии состава газовой атмосферы на кинетику термической диссоциации карбоната магния //Журн. прикл. химии – 1978 г, № 10, с. 2393-2394. 4. В.П. Шапорев. Разработка процесса получения активной окиси магния // Дис. на соискание уч. ст. к.т.н. по спец. 05340, Пермь – 1975, 155 с. 5. Б. Дельмон. Кинетика гетерогенных реакций. М.: Мир – 1972, 554 с. 6. Бувич Ю.А. Массообмен при химическом и фазовом превращении в твердом теле // Инж. физ. журнал – 1984 г.–т. 46.-№2 - с 233-240. 7. Бувич Ю.А., Каменных А.В. Массообмен в реагирующей сферической частице // Инж. физ. журнал – 1985 г.–т. 48.-№5-с 796-803. 8. Грегг С., Синг К. Адсорбция. Удельная поверхность. Пористость. Пер. с англ. М.: Мир – 1970, 380 с. 9. Д.В. Сокольский, В.А. Друзь. Введение в теорию гетерогенного катализа. М.: ВШ – 1981 г. – 215 с. 10. П.П. Будников, А.М. Гинстлинг. Реакции в смесях твердых веществ. М.: изд. лит. по строительству – 1971 г. – 487 с.

Поступила в редколлегию 25.11.2008

УДК 621.771.06-589.4.014

Ю.Б. КРЮКОВ, НИИ «УкрНИИМет» УкрГНТЦ «Энергосталь»

**ВАРЬИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОКАТКИ С
УЧЕТОМ ИСТИННЫХ ГРАНИЦ ВЫХОДА И ПОПЕРЕЧНОГО
ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В НЕСТАЦИОНАРНОМ ОЧАГЕ
ДЕФОРМАЦИИ**

Виконано аналіз кінематики нестационарного осередка деформації з використанням методу, заснованого на законі збереження енергії. Межі нестационарного осередка деформації визначалися за законом збереження мас із урахуванням потоку зсуву металу, викликаного переміщенням границь у часі. При цьому положення перетину виходу визначалося варіюванням рівняння, що зв'язує координату положення перетину виходу з поздовжньою швидкістю металу в цьому перетині.

Analyzing kinematics of nonstationary deformation zone with using a method based on energy conservation law. Borders of nonstationary deformation zone were determined from mass conservation law in view of displacement flux of metal caused by moving of borders in time. Thus, position of exit section was determined by variation of the equation, which connects the coordinate of exit section position with longitudinal speed of metal in this section.

Нестационарный очаг деформации характеризуется подвижностью во времени своих границ как продольных, так и боковых, не контролируемых стенками калибра. Для решения вариационного уравнения истинного пластического течения [1] необходимо установить функциональную связь между положением границ и варьируемыми параметрами. Рассмотрим функцию положения границы выхода в зависимости от изменения технологических параметров.

Из условия необходимости равенства нормальных скоростей в точке отрыва положения сечения выхода из очага деформации определяется центральным углом, тангенс которого равен

$$\operatorname{tg}K = \frac{V_0}{V_1}, \quad (1)$$

где V_0 – скорость вертикального перемещения вала (знак плюс соответствует увеличению обжатия); V_1 – скорость металла в сечении выхода. С другой стороны, угол наклона касательной к поверхности вала в этой точке отрыва определяется величиной производной в этой точке:

$$\operatorname{tg}K = \frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{x^2}{2R} + h_0 - \int_0^t V_0 dt \right) = \frac{x}{R} = \frac{l_2}{R}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) следует

$$\frac{l_2}{R} = \frac{V_0}{V_1} \quad \text{или} \quad V_1 = \frac{V_0 R}{l_2}. \quad (3)$$

Скорость в сечении выхода с учетом потока скорости смещения в общем виде

$$V_1 = \frac{Q_\gamma + Q_{\gamma k}}{F_k}, \quad (4)$$

где Q_γ – поток в нейтральном сечении

$Q_{\gamma k}$ – поток скорости смещения между сечениями нейтральным и выхода

F_k – площадь сечения выхода.

Тогда из (3) и (4) положение сечения выхода в общем виде

$$l_2 = \frac{RV_0 F_k}{Q_\gamma + Q_{\gamma k}}, \quad (5)$$

откуда после преобразований получим выражение для определения положения сечения выхода при нестационарной прокатке без уширения для плоского случая

$$l_2 = \frac{1}{V_0} \left[- (V_\gamma Y_\gamma - V_0 x_\gamma) + \sqrt{(V_\gamma Y_\gamma - V_0 x_\gamma)^2 + 2RV_0^2 \left(h_0 - \int_0^t V_0 dt \right)} \right]. \quad (6)$$

Выражение (6) отражает динамическую зависимость положения сечения l_2 от скорости вертикального перемещения валка. Так, с увеличением обжатия $V_0 > 0$ сечение выхода находится за осевым сечением валков $l_2 > 0$ с уменьшением $V_0 < 0$ – до осевого сечения валков $l_2 < 0$.

Определение положения сечения выхода усложняется при наличии уширения [2]. Чтобы найти l_2 по формуле (5), необходимо применить закон изменения ширины по длине очага деформации. Характер формоизменения нестационарного очага деформации определяется путем экспериментального исследования.

Рассмотрим изменения боковой границы нестационарного очага деформации с позиций кинематики течения металла. Известно, что за пределами геометрического очага деформации взаимные перемещения, относительное течение частиц металла пренебрежимо малы. Движение внешних зон представляет собой движение твердого тела, поскольку векторы скорости всех точек движущейся зоны в любой момент времени равны по величине и направлению. Отсюда следует, что в сечении выхода скорости частиц металла могут иметь только одно направление, параллельное OX .

Представив мысленно границу боковой поверхности полосы как подвижный в направлении OZ и изменяющий свою форму во времени "инструмент" $Z(x, t)$, получаем, что в точке B , где начинается образование свободной боковой поверхности жесткого конца, возможны три варианта распределения скоростей (рис. 1).

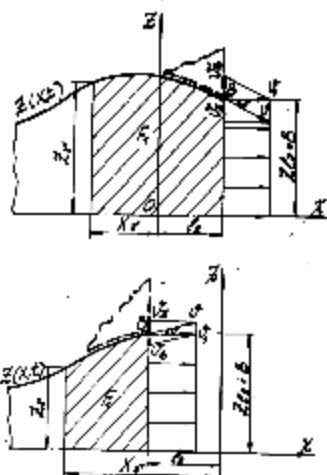


Рисунок 1 – Распределение скоростей в сечении выхода

1. Ширина выходящей полосы возрастает. Отвлекаясь от причин, вызывающих это возрастание, можно считать, что кромка B "инструмента", формирующая боковую поверхность полосы, движется в направлении оси OZ со скоростью V_b . Поскольку результирующая скорость V_1 направлена по оси OX , то, очевидно, скорость течения металла V в точке B должна иметь компоненту V_z , равную по величине и противоположную по направлению скорости V_b .

2. Ширина выходящей полосы убывает. Отвлекаясь от причин, вызывающих это убывание, можно считать, что кромка B "инструмента", формирующая боковую поверхность полосы, движется в направлении, противоположном оси OZ , со скоростью V_b . Поскольку результирующая скорость V_1 направлена по оси OX , то, очевидно, скорость течения металла V в точке B должна иметь компоненту V_z , равную по величине и противоположную по направлению скорости V_b .

3. Ширина выходящей полосы постоянна. Безусловно, этот случай соответствует "неподвижному инструменту", то есть случаю стационарной прокатки, когда неподвижность геометрических границ очага позволяет пластической деформации с известной степенью приближения рассматривать прокатку, как течение металла в канале фиксированной конфигурации. В этом случае в сечении выхода отсутствует уширение.

Во всех трех возможных вариантах результирующая скорости отхода металла в сечении выхода образуется в результате векторного сложения переносной скорости "инструмента" V_b и относительной скорости металла V . Соотношение между величинами переносной и результирующей скоростей определяет направление скорости металла V относительно поверхности "инструмента", то есть направление реальной границы боковой поверхности пластического очага деформаций в точке B .

Из рассмотренного следует:

1) при увеличении обжатия максимум мгновенной ширины полосы находится в пределах очага деформации;

2) при убывании обжатия наибольшее мгновенное значение ширины очага деформации находится в сечении выхода;

3) отсутствие разрыва поперечных скоростей в сечении выхода между жестким концом и пластическим очагом деформации обеспечивается тем, что тангенс мгновенного угла δ наклона касательной к боковой поверхности в точке B определяется отношением скорости изменения ширины полосы к скорости выхода.

Так как скорость изменения ширины $V_b = \frac{dB}{dt}$ всегда противоположна по направлению поперечной составляющей скорости металла V_z , то указанное отношение берется с обратным знаком. Наиболее простая криволинейная форма боковой поверхности очага деформации может быть задана с помощью квадратной параболы:

$$\begin{aligned} x = -l_1 & \quad ; Z = b ; \\ x = l_2 & \quad ; Z = B ; \\ x = l_2 & \quad ; Z'_x = -\frac{dB}{dt} \frac{1}{V_1} \end{aligned} \quad (7)$$

где b и B – ширина полосы в сечениях входа и выхода.

После подстановки граничных условий в общее уравнение параболы и разрешения его относительно коэффициентов получено следующее выражение, описывающее боковую границу очага деформации

$$Z = \frac{b - B - \frac{1}{V_1} \frac{dB}{dt} (l_1 + l_2)}{(l_1 + l_2)^2} (x - l_2)^2 - \frac{1}{V_1} \frac{dB}{dt} (x - l_2) + B. \quad (8)$$

Максимум выражения (8) соответствует значению

$$x_{\max} = \frac{V_1 - l_2(B-b) - \frac{1}{2} \frac{dB}{dt} (l_1^2 - l_2^2)}{V_1(B-l) + \frac{dB}{dt} (l_1 + l_2)}. \quad (9)$$

При нарастании обжатия знак x_{\max} определяется числителем выражения (9) и зависит от соотношений геометрических размеров и отношения скоростей $\frac{dB}{dt}$ и V , то есть максимум (8) может быть расположен как до осевого сечения, так и за ним.

Для случая прокатки с уширением условие сохранения масс в объеме очага деформации, заключенном между нейтральным сечением и сечением выхода

$$Q_1 = Q_\gamma + Q_{\gamma k} - Q_{\gamma k}^z, \quad (10)$$

где Q_1 – поток скорости металла в сечении выхода;

$Q_{\gamma k}^z$ – поток скорости металла в направлении ширины полосы через боковую граничную поверхность. В развернутом виде уравнение (10) можно записать

$$V_1 Y_1 B = V_\gamma Y_\gamma Z_\gamma + V_0 \int_{x_\gamma}^{l_2} Z dx - \int_{x_\gamma}^{l_2} \frac{dZ}{dt} Y dx, \quad (11)$$

где $\frac{dZ}{dt}$ – скорость перемещения боковой границы.

Интегрирование выражения (11) в общем виде и последующее аналитическое определение функциональной зависимости l_2 от технологических параметров затруднительно. Однако, выделяя главную линейную часть приращения функций и скорости перемещения боковой границы $\frac{dZ}{dt} = \frac{dB}{dt}$, можно получить ее в первом приближении.

Входящая в правую часть выражения (11) функция Z_γ в первом приближении может быть принята линейной функцией от продольной координаты.

Первый интеграл выражения (11) представляет собой площадь контакта полосы с валком между сечениями нейтральным и выхода (рис.1). В первом приближении эта площадь криволинейной трапеции F_1 может быть заменена площадью прямоугольника, высота которого равна B .

Второй интеграл выражения (11) после вынесения за знак интегрирования $\frac{dZ}{dt} = \frac{dB}{dt}$ представляет собой площадь F_2 (рис.2), через которую происходит течение металла в поперечном направлении при вертикальных перемещениях вала.

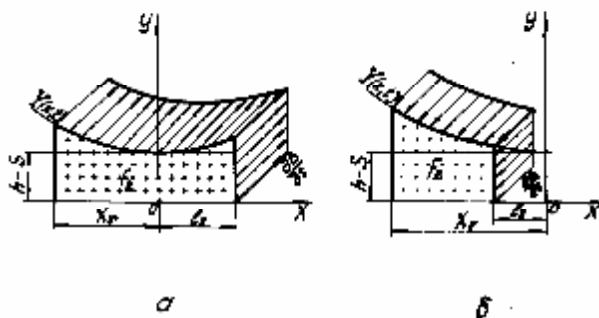


Рисунок 2 – Течение металла в поперечном направлении при вертикальных перемещениях вала

В первом приближении площадь F_2 криволинейной трапеции может быть заменена площадью прямоугольника, высота которого равна $h-S$, где S - величина вертикального смещения валка относительно первоначального положения при стационарной прокатке на толщину h .

Подставляя принятые для подынтегральных функций соотношения в (11), получаем приближенное уравнение сохранения масс в виде

$$V_1 Y_1 B = V_\gamma Y_\gamma Z_\gamma + V_0 B \int_{x_\gamma}^{l_2} dx - \frac{dB}{dt} \int_{x_\gamma}^{l_2} dx \quad (12)$$

Внеся в (12) значения (3) и выполнив преобразования, получим уравнение связи l_2 с технологическими параметрами. Решив его относительно l_2 и отбросив значения, не имеющие физического смысла, получим выражение для определения положения сечения выхода при нестационарной прокатке с уширением

$$l_2 = \frac{1}{\frac{V_0}{V_\gamma} B + \frac{1}{V_\gamma} \frac{dB}{dt} \left(\frac{x_\gamma^2}{2R} - h + S \right)} \left\{ \left[- \left(\frac{x_\gamma^2}{2R} + h - S \right) B - \frac{V_0}{V_\gamma} B x_\gamma - \frac{1}{2V_\gamma} \frac{dB}{dt} \left(\frac{x_\gamma^2}{2R} - h + S \right) x_\gamma \right] + \sqrt{\left[\left(\frac{x_\gamma^2}{2R} + h - S \right) B - \frac{V_0}{V_\gamma} B x_\gamma - \frac{1}{2V_\gamma} \frac{dB}{dt} \left(\frac{x_\gamma^2}{2R} - h + S \right) x_\gamma \right]^2 - 2 \left[\frac{V_0}{V_\gamma} B + \frac{1}{V_\gamma} \frac{dB}{dt} \left(\frac{x_\gamma^2}{2R} - h + S \right) \right] \times \frac{V_0 R}{V_\gamma} (h - S) B} \right\} \quad (13)$$

При $B = 1$ и $\frac{dB}{dt} = 0$ выражение (13) совпадает с (6).

Зная функциональную зависимость положения передней и боковой границы нестационарного очага деформации, можно, применяя вариационное уравнение истинного пластического течения, рассчитать все технологические параметры периодической прокатки в валках постоянного радиуса на компьютере [3]. Такое компьютерное моделирование было выполнено для пускового сортамента (профили типа авторессор и вил автопогрузчика) проектируемого стана с переменным межосевым расстоянием [4].

Предварительно было построено поле скоростей и скоростей деформаций.

$$V_x = \frac{1}{YZ} \left(V_\gamma Y_\gamma Z_\gamma + V_0 \int_{x_\gamma}^x Z dx - \int_{x_\gamma}^x \frac{dZ}{dt} Y dx \right),$$

$$V_y = \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{y}{Y} + \frac{\partial Y}{\partial x} \frac{y}{Y} V_x,$$

$$V_z = \frac{\partial Z}{\partial t} \frac{z}{Z} + \frac{\partial Z}{\partial x} \frac{z}{Z} V_x,$$

$$E_x = - \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} V_x + \frac{V_0}{Y} - \frac{\partial Z}{\partial t} \frac{1}{Z} V_x - \frac{\partial Z}{\partial x} \frac{1}{Z},$$

$$E_y = \frac{\partial Y}{\partial t} \frac{1}{Y} V_x - \frac{V_0}{Y},$$

$$E_z = \frac{\partial Z}{\partial t} \frac{1}{Z} + \frac{\partial Z}{\partial x} \frac{1}{Z} V_x. \quad (14)$$

Величину продольной скорости металла находили из закона сохранения масс. Скорость в вертикальном направлении, представляющую собой, по определению, сумму локальной и конвективных производных по времени, определяли путем исключения конвективной производной от поперечной координаты. Скорости деформаций определяли дифференцированием по соответствующей координате, а в поперечном направлении - из условия неразрывности.

Результаты расчета технологических параметров процесса приведены на рис. 3.

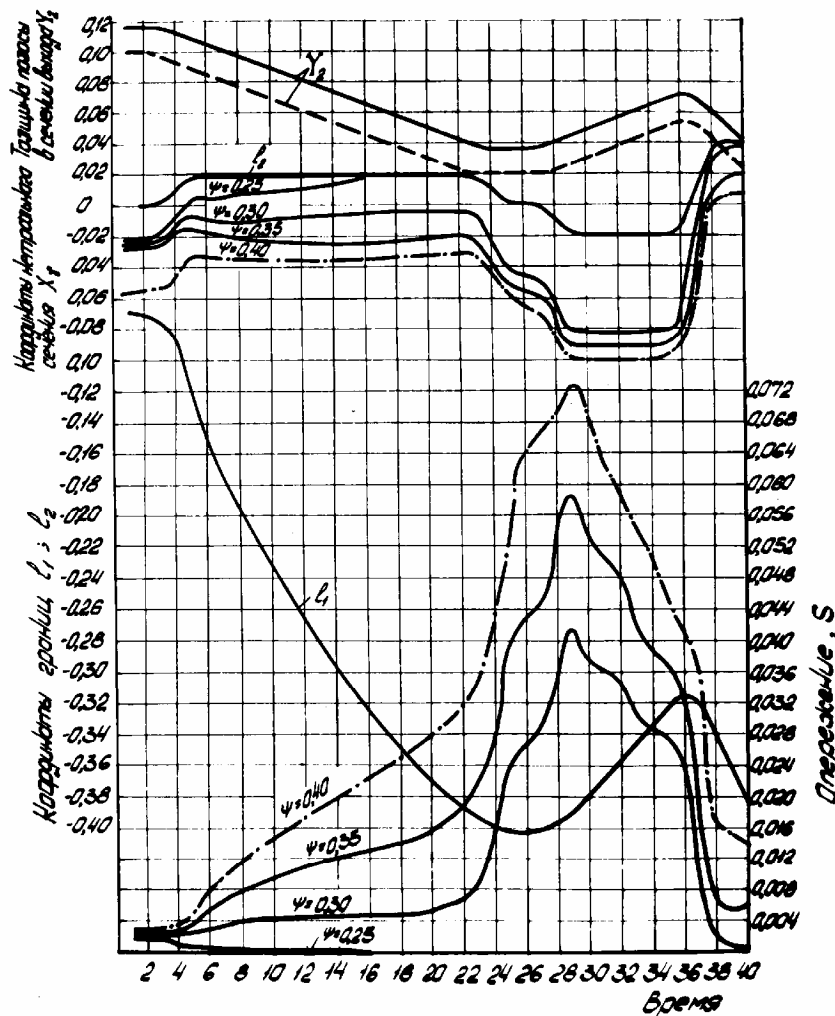


Рисунок 3 – Геометрические параметры очага деформации при периодической прокатке

Здесь в относительных величинах представлено изменение по времени геометрических параметров очага деформации в виде графиков координаты l_1 границы входа в очаг деформации и координаты l_2 границы выхода из очага деформации. Расстояние $l_2 - l_1$ между этими графиками представляет собой переменную величину длины дуги захвата. Следует отметить, что наибольшего значения длина дуги захвата достигает ранее, чем достигается наименьшее значение толщины полосы в сечении выхода Y_2 (максимум обжатия).

Положение сечения выхода из очага деформаций (l_2) вплотную зависит от изменения скорости вертикального смещения валков. При постоянстве скорости вертикального смещения координата сечения выхода для принятой расчетной схемы практически не меняется. При изменении знака скорости вертикального смещения

валка на обратный (при разведении валков) координата сечения выхода меняет знак. В целом для рассмотренного процесса отношение $\frac{|l_2|}{|l_1|}$ находится в пределах $0 \div 12,5 \%$.

Координата положения нейтрального сечения (x_γ) в процессе прокатки - осадки переменна. На рис. 3 представлены графики изменения x_γ по времени при различных значениях показателя трения ψ . Очевидно, что с увеличением показателя трения нейтральное сечение удаляется от сечения выхода. Характерной особенностью функции x_γ является ее сильная зависимость от изменения скорости смещения, тогда как на участках с постоянной скоростью положение сечения изменяется незначительно.

В начальный период процесса с увеличением обжатия нейтральное сечение приближается к осевой плоскости. При этом, если показатель трения мал ($0,15-0,20$), то происходит прекращение процесса прокатки – осадки, начинается буксование. В этот момент расстояние между подвижным сечением выхода и нейтральным сечением ($l_2 - x_\gamma$), которое определяет длину зоны опережения, становится равным нулю.

На протяжении периода постоянства скорости опускания валков имеет место сначала некоторое возрастание, а затем убывание длины зоны опережения. Последнее более четко выражено для меньших значений показателя трения ($0,25-0,30$). При показателе трения $0,25$ имеет место прекращение процесса.

С переменой знака скорости смещения величина зоны опережения увеличивается. Это равносильно переходу к предыдущему состоянию процесса, тогда как уменьшение обжатия в валках переменного радиуса в первую очередь эквивалентно увеличению угла захвата.

Для рассматриваемого процесса графики изменения опережения по времени при различных значениях ψ представлены в нижней части рис. 3. С увеличением обжатия опережение может уменьшаться при малых значениях ψ вплоть до прекращения процесса ($\leq 0,25$) и увеличиваться при больших значениях ψ ($> 0,25$). Наибольшие значения величины мгновенного опережения имеют место при изменении знака вертикальной скорости. Увеличение скорости вертикального смещения валков в 2 раза вызывает прекращение процесса прокатки-осадки при более высоких значениях показателя ψ ($0,25-0,30$).

Качественно полученные соотношения технологических параметров отвечают известным экспериментальным и теоретическим исследованиям, но в отличие от них носят более общий характер. Проведенный анализ результатов показал, что составленная математическая модель процесса учитывает все технологические параметры нестационарной прокатки и их изменение в динамическом взаимодействии.

ВЫВОДЫ.

На основании закона сохранения энергии в очаге деформации предложена методика, отражающая динамическое соответствие между геометрическими параметрами очага деформации и течением металла в нем, что делает ее использование предпочтительным при расчете технологических параметров периодической прокатки.

Список литературы: 1. Тарновский И.Я., Поздеев А.А., Ганаго О.А. и др. Теория обработки металлов давлением (Вариационные методы расчёта усилий и деформации). – М.: Metallurgizdat, 1963. – 672 с. 2. Целиков Н.А., Орлов В.К. Определение обжатий при асимметричной прокатке полос периодического профиля // Высокотехнологичное оборудование для металлургической

промышленности: сб. трудов международной научно-практической конференции. – М.: ВНИИМЕТМАШ, 2004. – С. 183–187. 3. Сагитов Г.А., Вавилов Н.Ю. Энергетический баланс и варьирование параметров нестационарного очага деформации при периодической прокатке // Сортопрокатное производство : отрасл. сб. науч. тр. – Харьков: УкрНИИмет, 1978. – С. 52–56. 4. Медведев В.С., Крюков Ю.Б., Осипенко В.В. Сортопрокатные станы // Перспективы развития горно-металлургического комплекса : Материалы международной научно-практической конференции. – Краматорск, 2004. – С. 52–56.

Поступила в редколлегию 11.11.2008

УДК 621.771.073.8:681.3.06

В.С. МЕДВЕДЕВ, канд.техн.наук, НИИ «УкрНИИМет» УкрГНТЦ «Энергосталь»

МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КАЛИБРОВОК ВАЛКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЩИЧНЫХ КАЛИБРОВ

Розглянута формалізована методика комп'ютерного проектування універсальних калібрів валків з використанням ящичних калібрів у чернових клітках сортових станів, що базується на методі аналізу та відсіву варіантів. Проектування проводиться за допомогою поетапних процедур, рухаючись по кожній гілці “дерева” калібрівки.

Formalized technique of computer designing of universal roll calibrations with using box calibers in roughing stands of section mills based on analysis and sifting of variants is considered. Designing is carried out with the help of step-by-step procedures under moving along each branch of a calibration "tree".

Эффективность работы сортового прокатного стана во многом определяется степенью универсальности калибровки валков. Чем больше используется общих калибров в технологической схеме прокатки, тем меньше переходов необходимо для производства профилей заданного сортамента. В конечном итоге это приводит к сокращению текущих простоев, снижению расхода рабочих валков, повышению среднечасовой производительности стана и улучшению качества продукции.

Общую схему калибровки валков сортового прокатного стана можно представлять в виде «дерева», разветвляющегося к чистовым проходам. При этом универсальность калибровки повышается с уменьшением числа калибров на каждом уровне (проходе) технологического процесса. Разработка общей схемы калибровки валков, обладающей максимальной универсальностью, является сложной технической задачей, решение которой зависит от правильного выбора критериев оптимальности, систем технологических ограничений и стратегий поиска.

В работе [1] на основе использования элементов математического аппарата теории графов, теории множеств и комбинаторной оптимизации реализована пошаговая процедура построения дерева калибровки для прокатки простых сортовых профилей (круг, квадрат, шестигранник) по схеме: равноосное сечение - неравноосное - равноосное. Однако в этой работе не рассмотрен процесс прокатки в ящичных калибрах, характерный для обжимных групп клетей, и возможность увеличения числа общих калибров путем изменения зазора между валками.

Методика, описанная в нашей статье [2], предусматривает построение общих ящичных калибров с учетом регулирования размеров поперечного сечения раскатов путем изменения зазора между валками при переходе с профиля на профиль. Проектирование дерева калибровки осуществляется с помощью пошаговых процедур

при движении по каждой ветви дерева в отдельности, начиная с $NM(j)-1$ до нулевого уровня. На каждом уровне производится сравнение и объединение калибров близкой ширины. Однако такой порядок анализа не обеспечивает максимальной универсальности калибровки, так как методикой не предусматривается одновременное рассмотрение и сравнение всех калибров, находящихся на одном уровне.

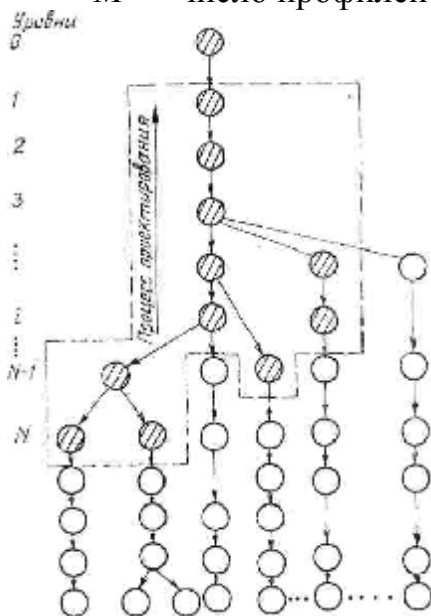
В настоящей статье изложена усовершенствованная методика автоматизированного проектирования калибровок валков с использованием систем вытяжных ящичных калибров, в основу которой положено уровневое проектирование, обеспечивающее минимизацию числа типоразмеров калибров в каждой рабочей клетке стана и оптимизацию числа и размеров исходных заготовок. Алгоритм решения задачи базируется на методе последовательного анализа и отсева вариантов, разработанном В. С. Михалевичем [3].

Калибровка валков сортового стана рассматривается как N – уровневая иерархическая система (разбиение технологического процесса по вертикали)

$$N = \max_{j=1, M} [NM(j) - 1],$$

где $NM(j)$ – номер первого фасонного калибра, следующего за обжимными ящичными калибрами, при прокатке j -го профиля;

M – число профилей в сортаменте стана.



Калибровка валков сортового стана, представленная в виде графа

С точки зрения теории графов общая схема калибровки валков может быть представлена деревом с корнем (см. рисунок) [4]. Число корней определяется числом типоразмеров исходных заготовок, используемых при прокатке профилей всего сортамента. Каждой ветви дерева поставим в соответствие j -ю подсистему – калибровку валков для прокатки j -го профиля (разбиение технологического процесса по горизонтали).

Проектирование калибровки валков по уровням протекает в течение i этапов ($i = N, N-1, N-2, \dots, 0$).

На каждом i -м этапе проектирования

j -я подсистема характеризуется двумя векторами состояний j -го раската: Y_{ij} при его задаче в i -ю клетку, Z_{ij} – в i -й клетке:

$$Y_{ij} = (H_{ij}^k, B_{ij}^k, T_{ij}^k, v_{ij}^k) \text{ и } Z_{ij} = (H'_{ij}, B'_{ij}, T'_{ij}, v'_{ij}).$$

Здесь H, B, T, v (с соответствующими индексами) – высота, ширина, температура и скорость прокатки j -го раската при задаче в i -ю клетку и в этой клетке.

Состояния Y_{ij} и Z_{ij} могут быть достигнуты в результате выбора вектора управления X_{ij} j -й подсистемой на i -м этапе:

$$X_{ij} = (u_{ij}, \Delta h_{ij}, \Delta v_{kj}),$$

где u_{ij} – компонента вектора управления, определяющая оптимальную ориентацию j -го раската в i -й клетке;

Δh_{ij} – обжатие в i -й клетки при прокатке j -го профиля;

Δv_{ij} – изменение конечной скорости при прокатке j -го профиля.

Зная конечное состояние Y_{i+1j} и вектор управления X_{ij} , можно получить состояния Z_{ij} и Y_{ij} .

В общем виде уравнения состояния записываются следующим образом:

$$Z_{ij} = P_1(Y_{i+1j}, u_{ij}), \quad j = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, NM(j)-1};$$

$$Y_{ij} = P_2(Y_{i+1j}, X_{ij}), \quad j = \overline{1, M}, \quad i = \overline{1, NM(j)-1}.$$

Рассмотрим пример определения состояний Z_{ij} и Y_{ij} для случая, когда i -я клетка является горизонтальной и после неё раскат не кантуется. Для этого случая уравнения состояния принимают вид:

$$H_{ij}^k = H_{i+1j}; \quad H_{ij} = H_{i+1j} + \Delta h_{ij};$$

$$B_{ij}^k = B_{i+1j}; \quad B_{ij} = B_{i+1j} - \Delta b_{ij};$$

$$T_{ij}^k = T_{i+1j}; \quad T_{ij} = T_{i+1j} + \Delta T_{ij};$$

$$v_{ij}^k = v_{i+1j}; \quad v_{ij} = (F_{i+1j} v_{i+1j}) / F_{ij}.$$

Здесь Δb_{ij} – уширение в i -м проходе при прокатке j -го профиля;

ΔT_{ij} – изменение температуры в i -м проходе при прокатке j -го профиля;

F_{ij} и F_{i+1j} – площадь поперечного сечения j -го профиля в i -м и $(i+1)$ -м проходах соответственно.

Величины Δb_{ij} и ΔT_{ij} являются функциями от обжатия:

$$\Delta b_{ij} = f_1(\Delta h_{ij}) \quad \text{и} \quad \Delta T_{ij} = f_2(\Delta h_{ij})$$

Перейдем к формализации задачи проектирования универсальной калибровки валков. Учитывая, что прокатка состоит из ряда взаимосвязанных ступеней и является дискретным управляемым процессом, задачу рассмотрим с точки зрения теории оптимального управления динамическими дискретными системами [5, 6].

В общем виде этапы построения математической модели задачи оптимального управления при проектировании калибровки валков изложены в работе [7] и состоят в формализации критерия оптимальности и в выборе системы ограничений по вектору состояния и управляющим параметрам. При этом подразумевается, что между параметрами технологического процесса установлены однозначные взаимосвязи.

В качестве критерия оптимальности, характеризующего эффективность процесса прокатки в целом, выбрана максимальная среднечасовая производительность стана при производстве профилей всего сортамента:

$$P_{cp} = \frac{1}{\sum_{j=1}^M \frac{\varphi_j}{p_j}} \rightarrow \max,$$

где P_{cp} – среднечасовая производительность стана при прокатке профилей всего сортамента, т/ч;

φ_j – доля j -го профиля в сортаменте стана;

p_j – среднечасовая производительность стана при прокатке j -го профиля, т/ч.

В условиях непрерывной прокатки

$$P_j = \frac{K_{uj} F_{ucxj} L_{ucxj} \gamma_j}{\frac{3600 L_{ucxj} F_{ucxj}}{v_{kj} F_{kj}} + \tau_{nj}},$$

где K_{uj} , F_{ucxj} , L_{ucxj} , γ_j , v_{kj} , F_{kj} , τ_{nj} – соответственно коэффициент использования стана, площадь поперечного сечения, длина и плотность металла исходной заготовки, конечная скорость прокатки, площадь поперечного сечения готового профиля, пауза между выдачей заготовки из печи и поступлением в клеть.

Сложность задачи достижения максимальной среднечасовой производительности обуславливается неопределенностью в выборе конкретных параметров (K_{uj} , L_{ucxj} , τ_{nj}), а также тем обстоятельством, что проектировщику неизвестен порядок прокатки профилей на стане. Именно разработка универсальных калибровок позволит решить эту задачу.

При использовании систем вытяжных ящичных калибров в обжимных группах клетей целевая функция Φ , обеспечивающая максимальную универсальность калибровки валков, представляется в виде:

$$\Phi = \sum_{i=1}^N \sum_{j \in N_i} \sum_{l \in S_i} (B_{ij}^k - B_{il}^k)^2 + \sum_{j \in 1}^M \sum_{l \in S_0} [(H_{oj} - H_{ol})^2 + (B_{oj} - B_{ol})^2] \rightarrow \min \quad (1)$$

где N_i – множество индексов j -х раскатов, у которых ящичные калибры находятся на i -м уровне;

S_i – множество индексов l -х раскатов, у которых ящичные калибры находятся на i -м уровне и при этом $l > j$, то есть рассматриваются всевозможные не дублирующие друг друга квадраты разностей ширин калибров.

Первое слагаемое в целевой функции Φ обеспечивает минимум ширин калибров на каждом уровне технологического процесса, второе – минимум типоразмеров исходных заготовок, используемых при прокатке всего сортамента.

Область допустимых управлений определяется системой технологических ограничений (2)÷(8):

– по углу захвата

$$\alpha_i \leq [\alpha_i]_{\text{дон}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (2)$$

– по соотношению размеров поперечного сечения раската перед клетью

$$\max \left\{ \frac{B_{i-1j}}{H_{i-1j}}, \frac{H_{i-1j}}{B_{i-1j}} \right\} \leq a, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (3)$$

– по усилию прокатки

$$P_{ij} \leq [P_i]_{\text{дон}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (4)$$

– по моменту прокатки

$$M_{ij} \leq [M_i]_{\text{дон}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (5)$$

– по частоте вращения валков

$$n_{ij} \leq [n_i]_{\text{дон}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (6)$$

– по мощности прокатки

$$N_{ij} \leq [N_i]_{\text{дон}}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (7)$$

– по минимальной величине вытяжки

$$\lambda_{\min} \leq \lambda_{ij}, \quad i = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (8)$$

Для сравнения и объединения калибров близкой ширины на каждом уровне введены вектор эффективности использования калибра

$$K_{ij}^{к.б} = (K_{ij}^R, K_{ij}^\lambda, K_{ij}^P, K_{ij}^M, K_{ij}^N, K_{ij}^v)$$

и система ограничений (9)÷(17):

– по ширине калибра при изменении направления обжатия в двух смежных проходах и без изменения соответственно

$$B_{i-1j}^{к.б} \geq K_{ij}^R B_{i-1j}^{K'}, \quad i = \overline{2, N}, \quad j \in N_i; \quad (9)$$

$$B_{i-1}^{к.б} \leq K_{ij}^R B_{i-1j}^{K'}, \quad i = \overline{2, N}, \quad j \in N_i; \quad (10)$$

– по поперечному сечению исходных заготовок:

если заготовка поступает в горизонтальную клеть

$$H_{oj}^{\delta} \geq K_{1j}^R H'_{oj}, \quad j = \overline{1, M}; \quad (11)$$

если заготовка поступает в вертикальную клеть

$$B_{oj}^{\delta} \geq K_{1j}^R B'_{oj}, \quad j = \overline{1, M}; \quad (12)$$

– по вытяжной способности калибра

$$\lambda_{ij}^{\delta} \geq K_{ij}^\lambda \lambda'_{ij}, \quad j = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (13)$$

– по усилию прокатки

$$P_{ij}^{\delta} \geq K_{ij}^P P'_{ij}, \quad j = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (14)$$

– по моменту прокатки

$$M_{ij}^{\delta} \geq K_{ij}^M M'_{ij}, \quad j = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (15)$$

– по мощности прокатки

$$N_{ij}^{\delta} \geq K_{ij}^M N'_{ij}, \quad j = \overline{1, N}, \quad j \in N_i; \quad (16)$$

– по конечной скорости прокатки

$$v_{ij}^{\delta} \geq K_{ij}^v v'_{ij}, \quad j = \overline{1, N}, \quad j \in N_i, \quad (17)$$

где $B_{i-1j}^{K'}$ – ширина калибра в $(i-1)$ -й клетки, если бы при прокатке j -го подката в этой клетки находился «свой» типоразмер калибра;

$B_{i-1j}^{к.б}$ – ближайшая ширина калибра на $(i-1)$ -м уровне, с которой проверяется возможность объединения текущей ширины калибра при прокатке j -го подката;

H'_{oj}, B'_{oj} – соответственно высота и ширина исходной заготовки, если бы при прокатке j -го профиля использовался «свой» типоразмер исходной заготовки;

$\lambda_{ij}^{\delta}, P_{ij}^{\delta}, M_{ij}^{\delta}, N_{ij}^{\delta}, v_{ij}^{\delta}$ – соответственно коэффициент вытяжки, усилие, момент, мощность, скорость прокатки в i -й клетки при условии объединения текущего размера с ближайшим;

$\lambda'_{ij}, P'_{ij}, M'_{ij}, N'_{ij}, v'_{ij}$ – соответственно коэффициент вытяжки, усилие, момент, мощность, скорость прокатки в i -й клетки, если бы при прокатке j -го профиля в $(i-1)$ -й клетки находился «свой» типоразмер калибра.

Компоненты вектора эффективности K_{ij} задаются экспертом, знающим особенности стана и условия прокатки профилей. Выбор оптимального варианта технологии осуществляется варьированием компонентов вектора эффективности, которые изменяются в пределах $[0, 1]$. Для предварительного расчета можно принять их равными $\varphi_j, j = \overline{1, M}, i = \overline{1, N}$, где φ_j – доля j -го профиля в сортаменте. Чем меньше значение компонентов вектора эффективности, тем выше универсальность

калибровки стана в целом, то есть общие калибры обжимной группы находятся на более низких уровнях.

Для осуществления общего дискретного процесса проектирования по каждой j -й подсистеме задается начальное состояние

$$Y_{ij} = Y_{ij}^o, \quad j = \overline{1, M}, \quad i = NM(j). \quad (18)$$

Особенности и специфика поставленной задачи:

1) процесс разработки калибровки валков осуществляется по уровням технологического процесса против хода прокатки;

2) на каждом i -м уровне по всем подкатам $(i-1)$ -го уровня решается задача объединения калибров;

3) целевая функция является аддитивной относительно уровней технологического процесса;

4) для каждой подсистемы $j = \overline{1, M}$ задано начальное состояние Y_{ij}^o , параметры и ориентация прямоугольного подката, поступающего в первый фасонный калибр.

Таким образом, состояния Y_{ij} и Z_{ij} j -й подсистемы на i -м уровне и оценка i -го этапа в целевой функции зависят только от вектора управления X_{ij} на i -м этапе и состояния $Y_{i+1,j}$ на $(i+1)$ -м этапе, то есть рассматриваемая задача (1) ÷ (18) представляет собой марковскую динамическую задачу дискретной оптимизации [6]. Для ее решения может быть применен метод динамического программирования [8]. Однако наиболее общим методом решения этой задачи, максимально использующим ее специфику, является метод последовательного анализа и отсева вариантов [3]. В его основе лежит идея представления процесса решения задачи в виде многоступенчатой структуры, напоминающей структуру сложного опыта. На каждой ступени проверяется наличие тех или иных свойств у подмножества вариантов, что ведет либо к сокращению исходного множества вариантов, либо подготавливает возможность такого сокращения в будущем.

Основные этапы алгоритма уровневого проектирования универсальных калибровок валков с использованием метода последовательного анализа и отсева вариантов:

1. Выделение самого нижнего уровня по всем рассматриваемым прямоугольным раскатам, которые задаются в фасонные калибры

$i = \max_{j=1, M} [NM(j) - 1]$ и организация цикла по числу уровней от N до 0.

2. Выделение раскатов, находящихся на i -м уровне.

3. Проверка наличия на верхних уровнях раскатов, близких по размерам раскатам i -го уровня. Если такие имеются, то проходы между раскатом i -го уровня пропускаются.

4. Определение оптимальной ориентации раскатов на i -м уровне.

5. Выделение раскатов, находящихся на $(i-1)$ -м уровне, и определение их оптимальной ориентации.

6. Осуществление шага по раскатам с i -го на $(i-1)$ -й уровень с целью их упорядочения на i -м уровне. Величина обжатия Δh_{ij} определяется исходя из максимального допустимого угла захвата. Проверяется выполнение ограничений (3) ÷ (8). Если не выполняются ограничения (3) ÷ (5), то величина обжатия Δh_{ij} уменьшается на некоторую величину и повторяется проверка. При невыполнении ограничений (6) и (7) уменьшается конечная скорость прокатки рассматриваемого раската и процесс

проектирования начинается с самого нижнего уровня. При невыполнении ограничения (8) проход пропускается.

7. Упорядочение раскатов, находящихся на i -м уровне. Раскаты делятся на две группы:

первая – направление обжатия которых на $(i-1)$ -м уровне изменяется; на i -м уровне эти раскаты располагают таким образом, чтобы на $(i-1)$ -й уровень они передавались в порядке возрастания ширин калибров;

вторая – направление обжатия которых на $(i-1)$ -м уровне не изменяется; на i -м уровне эти раскаты располагают таким образом, чтобы на $(i-1)$ -й уровень они передавались в порядке убывания ширин калибров.

8. Установление порядка перехода раскатов по группам (сначала первой, а затем второй) с i -го на $(i-1)$ -й уровень с целью их объединения. Объединение калибров и исходных заготовок осуществляется при выполнении ограничений (9) ÷ (17).

Разработанный алгоритм реализован в виде отдельного программного модуля. Результаты проектирования выводятся на экран дисплея и выдаются на печать в виде таблиц. В таблицах приводятся размеры сечений по проходам, катающие диаметры валков, углы захвата, температурно-скоростные, энергосиловые и другие параметры прокатки. После проектирования калибровки валков для каждого профиля уточняется расчет температурно-скоростных и энергосиловых параметров по разработанной в институте универсальной программе [9].

Разработанная методика использована при оптимизации технологии прокатки сортовых и фасонных профилей в обжимных клетях стана 600 Алчевского металлургического комбината и стана 300–2 Узбекского металлургического завода.

Выводы

Разработана методика компьютерного проектирования универсальных калибровок валков в черновых клетях сортовых станов с использованием систем вытяжных ящичных калибров, в основу которой положено уровневое проектирование, обеспечивающее минимизацию числа типоразмеров калибров в каждой рабочей клетке стана и оптимизацию числа и размеров исходных заготовок. Проектирование осуществляется с помощью пошаговых процедур при движении по каждой ветви «дерева» калибровки.

Список литературы: 1. Гусев А.А. Разработка методов технологических расчетов при проектировании с применением ЭВМ сортопрокатных станов: Автореф. дис ... канд. наук. – Свердловск. УПИ, – 1987. – 24 с. 2. Медведев В.С., Стрюков С.Б. Оптимальное проектирование универсальных калибровок валков в обжимных клетях сортовых станов // Производство сортового проката: Отрасл. сб. науч. тр. – Харьков: УкрНИИмет, – 1987. – С. 30–36. 3. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем – М.: Наука, – 1982. – 287 с. 4. Берж К. Теория графов и ее применение. – М.: ИЛ, 1962. – 320с. 5. Болтянский В.Г. Оптимальное управление дискретными системами. – М.: Наука, 1973. – 446 с. 6. Рихтер К. Динамические задачи дискретной оптимизации / Пер. с нем. – М.: Радио и связь, 1985. – 136 с. 7. Илюкович Б.М., Меркурьев С.Е. К вопросу постановки задачи оптимального управления при проектировании калибровок прокатных валков // Изв. вузов ЧМ. 1974. № 2. – С. 91–94. 8. Беллмай Р. Динамическое программирование / Пер. с англ. – М.: ИЛ, 1960. – 400 с. 9. Медведев В.С. Новые эффективные способы расчета на ЭВМ калибровок и технологических параметров прокатки фасонных профилей // Сортопрокатное производство: Отрасл. сб. науч. тр. – Харьков: УкрНИИмет, 1978. – С. 44–46.

Поступила в редколлегию 11.11.2008

М.А. МАКСИМОВА, к.т.н., *НТУ «ХПИ», Украина,*

А.В. ЧИГРИН, инж., **А.В. БЕЛОГУБ**, к.т.н., *ОАО «АВТРАМАТ», Украина*

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ПОРШНЕЙ

Розглядаються питання візуалізації при проектуванні поршнів і вузлів ДВС, основні тенденції візуалізації поршнів і процесів, що відбуваються при роботі ДВС, основні програмні засоби здобуття статичних і динамічних зображень, подальше вживання отриманого візуального матеріалу. Проведений аналіз різних підходів до процесів візуалізації різних технічних рішень на різних етапах проектування і виробництва поршнів і вузлів ДВС, описані деякі технічні і програмні рішення, що дозволяють істотно скоротити як час здобуття візуального матеріалу, так і час проектування виробу.

The questions of visualization at constructing of pistons and knots of combustion engines are examined, basic tendencies of visualization of pistons and processes, what be going on during work of combustion engines, fixed programmatic assets of receipt of static and dynamic images, further application of the got visual material. The analysis of the different going is conducted near the processes of visualization of different technical decisions on the different stages of planning and production of pistons and knots of combustion engines, some technical and programmatic decisions, allowing substantially to shorten both time of receipt of visual material and time of planning of good, are described

Ключевые слова визуализация, поршень, проектирование, конструктивные особенности, внешний вид, визуальный анализ, контент.

Постановка проблемы. В современных условиях при проектировании новых изделий, доработке существующих конструкций и дальнейшем продвижении продукта на рынок ставятся не только сугубо конструкторские или ценовые задачи, но также и задачи наглядной демонстрации полученных при проектировании результатов.

Основными задачами визуализации (поршней и различных процессов, происходящих в ДВС), являются: отображение внешнего вида и конструкции (поршня); отображение процесса работы (двигателя); визуализация особенностей работы (поля температур, статическое и динамическое нагружение).

Основными областями использования визуализации являются: визуальный анализ напряженно-деформированного или теплового состояния (поршня или узла) с целью нахождения экстремумов в анализируемых полях данных или сужение области их поиска; использование в презентации товара; использование в качестве контента сайта компании; использование в качестве иллюстративного материала в публикациях и научной деятельности.

Анализ современных исследований. Практически все современные САД-пакеты в той или иной степени обладают возможностью художественного вывода модели/сборки, а также возможностью захвата видеофрагментов, демонстрации последовательности сборки и визуализации работы механизмов. Однако эти функции не являются профильными для САД-приложений, поэтому их реализация, как правило, ограничены определенным набором методов рендеринга, видов, материалов, источников освещения и их типов (Рис.1).

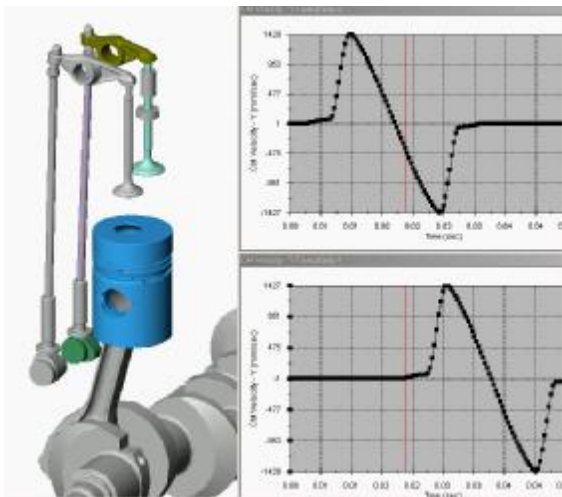


Рис.1. Анимация процесса работы ДВС в приложении к SolidWorks



Рис.2 Анимация процесса сборки узла в 3D Studio Max

К тому же задачи демонстрации последовательности сборки и визуализации работы напр. ДВС требуют существенных вычислительных ресурсов, т.к., по сути, каждый кадр предполагает полное или частичное перестроение сборки с наложением текстур и расчетом освещения.

Основная часть. Значительно большую свободу действий предоставляют такие средства работы с 3D-графикой, как Autodesk 3D Studio Max или Maya (рис.2). Используя совершенно другие принципы рендеринга изображения, обладая возможностью подключения плагинов и утилит от сторонних производителей, широкими возможностями по наложению текстур и постановке освещения сцены такие пакеты позволяют получить фотореалистичную анимацию при значительно меньших затратах времени.

Импорт деталей из CAD-приложений может быть осуществлен с использованием стандартных форматов (IGES, ParaSolid и др.) или с помощью плагинов к программам 3D-моделирования. Проблемой в данном случае является необходимость повторно выполнять привязки элементов сборки и синхронизацию их движения, что не принципиально при небольшом количестве элементов, однако требует значительных затрат времени при значительном количестве анимируемых элементов или сложности траекторий перемещения.

Немаловажным моментом является также стоимость пакетов 3D-моделирования, а также необходимость найма соответствующего специалиста, знакомого со спецификой работы в данных пакетах.

Таким образом, решение об использовании сторонних пакетов 3D-моделирования для визуализации конструкции детали или узла; визуализации работы или последовательности сборки требуется принимать исходя из необходимости получения высокой степени реалистичности, например, для последующего использования в телевизионной рекламе товара, имеющихся вычислительных ресурсов и сложности собственно детали, узла и процесса сборки.

Для публикации в Web возможно применение как утилит от производителей ПО 3D-моделирования, так и использование анимированных gif-изображений и flash-роликов. Применение утилит из состава пакетов 3D-моделирования имеет как преимущества (возможность управления просмотром объектов: изменение положения, масштаба и др.), так и недостатки (привязка к определенному формату контента, необходимость установки на клиентском компьютере ПО для просмотра данного

формата).

Помимо сугубо программных средств визуализации результатов разработки также существует задача презентации готовых изделий. Например, специалистами ОАО «АВТРАМАТ» данная задача была решена с использованием простых подручных технических средств (рис. 3). Поршень закреплялся на вращающемся подвесе (нить), цифровая фото-видеокамера была устанавливалась на вращающемся колесе так, что оптическая ось объектива и аси вращения колеса и поршня пересекались в его геометрическом центре. Такой подход позволил создать анимационный рекламный ролик, демонстрирующий все особенности нового изделия без применения сложных программных пакетов обработки и ресурсоемких процедур рендеринга готового материала.

Особое место занимает визуализация изменений полей температур, нагрузений и других видов динамической информации. Это значительно более сложная и ресурсоемкая задача, требующая совершенно других пакетов программного обеспечения.

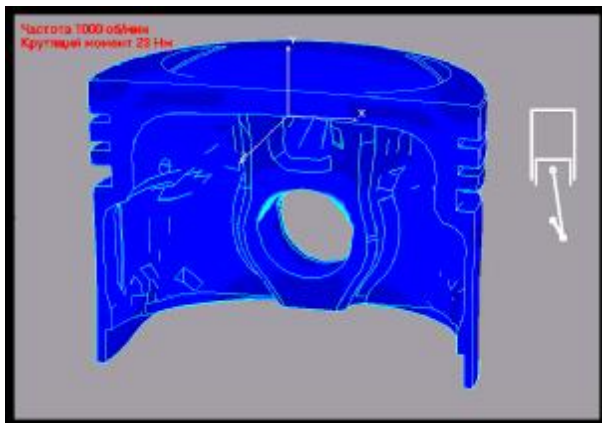
Расчеты массивов динамической информации выполняются специализированными программными пакетами, например, Ansys, Nastran, Cosmos и др., которые не поддерживают или поддерживают с существенными ограничениями создание визуализаций подобного рода.

Основным средством автоматизации расчета и вывода информации при расчете динамических процессов является использование управляющих файлов и скриптов.

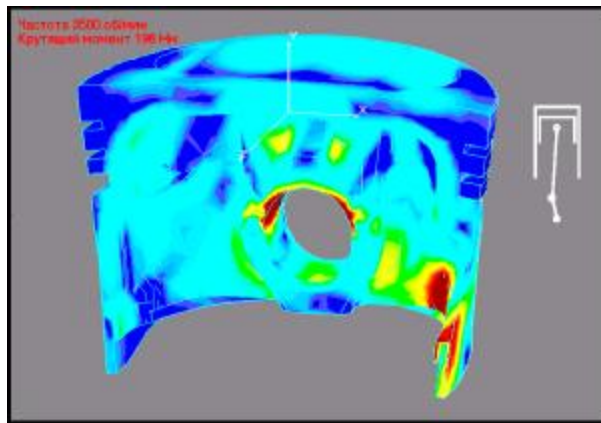


Рис.3 Модель процесса видеосъемки поршня и фрагмент полученного видеоматериала

При этом, как правило, результирующий графический результат расчета может быть получен в виде набора изображений, полученных в зависимости от изменения одного или нескольких влияющих факторов с определенным шагом (рис.4).



а) фрагмент ролика – режим «холостой ход», поршень вблизи нижней мертвой точки.



б) фрагмент ролика – режим «максимальный момент», поршень вблизи верхней мертвой точки.

Рис.4. Визуализация динамического нагружения поршня

Полученные изображения могут быть преобразованы в анимационный ролик посредством любой программы для обработки и монтажа видео. Однако для получения изображения достаточного качества без применения дополнительной интерполяции необходимо произвести расчеты видеопотока со скоростью 15-25 кадров с секунду, что ведет к значительному увеличению времени просчета анимационного ролика. Так, например, для создания ролика avi-формата размером 10Гб о деформации поршня на протяжении рабочего цикла понадобилось около 150 часов счетного времени (2003г.) для расчета необходимого количества фреймов.

Для сокращения времени расчета могут быть использованы только «ключевые» кадры, несущие существенные изменения рассчитываемого поля (моменты появления или исчезновения зон, окрашенных определенным цветом, моменты пиковых значений параметров, а также моменты времени, между которыми изменения могут быть в первом приближении признаны линейными). Полученные таким образом изображения могут быть подвергнуты интерполяции между ключевыми кадрами посредством вышеупомянутых программ для обработки и монтажа видео, или, для получения большей точности и достоверности изображения, векторизованы (к примеру, посредством утилит пакета Corel Draw) и обработаны посредством Corel Rave или Adobe Flash с возможностью задания траекторий изменения границ областей. Применение данных пакетов и способов обработки позволяет также получить контент, пригодный для публикации в web (анимированные gif-изображения или Flash-ролики и др.).

Стоит отметить, что в связи с увеличивающимся распространением широкополосного Internet-доступа становится возможной непосредственная публикация полученных видеоматериалов высокого разрешения на web-сайте, что упрощает задачу создания контента и делает возможным использование единожды полученного видеоматериала как для offline, так и для online применения без дополнительного преобразования.

В ОАО «АВТРАМАТ» с помощью визуальных рядов определены режимные области воздействия на поршень внешних условий, проведен анализ деформаций и температур поршня, приняты решения не только по оптимизации конкретных конструкций, но и обобщения, связанные с созданием системы сквозного проектирования изделия, оснастки и технологий, существенным элементом которой

является понимание всеми участниками процесса существа поставленных задач.

Выводы. Решение задач визуализации результатов проектирования, моделирования и расчета постоянно стоящих перед конструктором, технологом в процессе проектирования позволяет не только получить качественный презентационный материал для улучшения наглядности примененных конструкторских решений, но и в значительной мере сократить время поиска и принятия собственно конструкторского или технологического решения.

Список литературы: 1. Гордиенко Е.К., Стрибуль А.С., Белогуб А.В. Определение параметров закрепления поршня ДВС в станочном приспособлении для его последующей механической обработки // Двигатель внутреннего сгорания. – 2007. - №2. – С.51 – 55.

Поступила в редколлегию 09.11.2008

УДК 621.7.073-52

Е.П. ВТОРОВ, С.В. СОТНИК, БОЙКО Е.А.

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИТЬЕВОЙ ФОРМЫ

Рассмотрены вопросы, связанные с конструированием литевых форм; выбор материала для изготовления ЛФ с учетом особенностей изготавливаемого изделия и т.п.; современные методы технологии обработки металлов для ЛФ, новые материалы и сплавы, способные обеспечить необходимые точность, шероховатость оформляющей поверхности и прочность деталей в литевой форме. Это обеспечило возможность дать рекомендации по использованию марок сталей, выпускаемых в настоящее время.

Возрастающая потребность в изделиях из пластических масс обуславливает ускоренный рост их производства. Отношение конструкций машин и приборов также требует нового технологического оборудования, а значит, и новых литевых форм (ЛФ). Конструирование ЛФ основывается на новейших достижениях науки и техники в областях переработки термопластов в изделия, сопротивления материалов, гидравлики, теплопередачи, технологии обработки металлов в сочетании с анализом работы наиболее удачных конструкций ЛФ, но приходится признать, что подавляющую часть используемой литевой технологической оснастки составляют импортные формы. Украина не играет заметной роли на рынке форм для литья пластмасс. Главными регионами поставок ЛФ литевых форм на отечественный рынок являются: Юго-Восточная Азия, Восточная Европа, Западная Европа.

Современная конструкция ЛФ является сложным комплексом систем и узлов, обеспечивающих работу машин в автоматическом цикле, а проблема выбора материала при проектировании ЛФ – одна из основных, так как она влияет на долговечность, прочность, износостойкость и т.п., что сказывается на экономическом аспекте подготовки производства. Решить проблему максимального увеличения срока службы формы, тем самым обеспечить надежное производство и снижение стоимости единицы готовой продукции можно автоматизировав проектирование ЛФ.

В ЛФ происходит формование изделия, образование структуры материала во время заполнения оформляющей полости, уплотнение материала отливки и ее охлаждение, а конструкция влияет не только на качество изделия, но и на производительность процесса в целом. На рис.1. представлена стандартная форма для литья изделий из пластмасс.

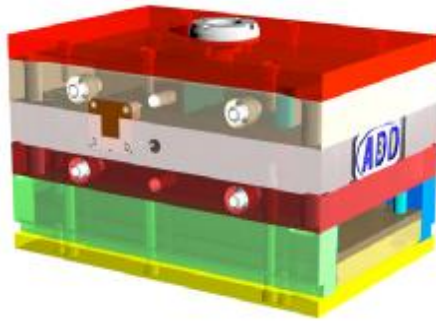


Рис. 1. Стандартная форма для литья изделий из пластмасс

При проектировании литейной формы следует учесть обрабатываемость и полируемость стали, благоприятные свойства при термической обработке; надежность формы - износо- и коррозионностойкость; минимальный ремонт и обслуживание. Качественные литейные формы выполняются с допуском 0,005 мм.

При выборе материала для формы следует учитывать:

1. Тип пластмассы для производства изделия:

- если материал обладает выраженными коррозионными свойствами (например, ПВХ), то необходимо использовать нержавеющую сталь или производить дополнительное хромирование поверхности деталей;
- если материал абразивный (армированный, наполненный), то необходимо использовать легированные стали, с достаточным содержанием углерода и карбидообразующих элементов, для образования твердых комплексных карбидов.

2. Предполагаемый объем производства пластмассовых изделий:

- малые объемы выпуска (до 100 тыс. шт.) изделий из пластмасс - для изготовления форм используют отожженные стали или дюраль с твердостью порядка 160-250 НВ.

- средние серии (100 тыс. шт.-1 млн. шт.) - для изготовления форм применяют предварительно закаленные инструментальные стали с твердостью порядка 30-45 HRC. Достоинства: позволяет снизить стоимость и время изготовления формы за счет отсутствия термообработки и последующей механической обработки по ликвидации обезуглероженного слоя и закалочных деформаций.

- большие серии (свыше 1 млн. шт.) необходимо использовать инструментальные стали с последующей закалкой и отпуском до твердости 48-65 HRC.

3. Технологию применяемой поверхностной отделки: полировка, зеркальная или оптическая, текстурирование.

4. Свойства стали для формы (учет особенностей: обрабатываемость и стабильность в процессе закалки). Стоимость механической обработки составляет примерно 35% от общей стоимости; использование материалов с однородной структурой и повышенным содержанием серы позволяет уменьшить время изготовления, расход инструмента, а значит, снизить себестоимость.

Анализ различных марок стали позволил свести результаты в табл. 1, в которой приводятся основные марки и свойства сталей, выпускаемых на мировом рынке, которые оптимальным образом отражают выше указанные требования. Наиболее оптимальными свойствами обладают стали шведской компании Uddeholm Tooling AB, которые используются зарубежными фирмами для изготовления форм.

Таблица 1.- Инструментальные стали для форм в промышленности переработки пластмасс

Марка стали	Немецкий аналог	Российский аналог	Твердость при поставке, НВ	Химический состав, %							
				C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Др.
Стали для формообразующих деталей											
IMPAX SUPREME	1.2738	...	310*	0,37	0,3	1,4	2,0	0,2	1,0		<0,01S
IMPAX HiHard	....	...	40 HRC*	0,37	0,3	1,4	2,0	0,2	1,0		
NIMAX	...	...	40 HRC*	0,1	0,3	2,5	3,0	0,3			0,007S
UNIMAX	...	...	185	0,5	0,2	0,5	5,0	2,3		0,5	
STAVAX ESR	(1.2083)	(40X13+ЭШП)	215	0,38	0,9	0,5	13,6			0,3	
STAVAX SUPREME	...	...	450	0,24	0,3	0,5	13,3	0,35	1,4	0,35	0,12N
POLMAX	(1.2083)	(40X13+ЭШП +доп. очистка)	200	0,38	0,9	0,5	13,6			0,3	
ORVAR SUPREME	1.2344	(4X5MФ 1С +ЭШП)	180	0,39	1,0	0,4	5,2	1,4		0,9	
ELMAX**	...	...	240	1,7	0,8	0,3	18,0	1,0		3,0	1,7
GRANE	(1.2721)	(5XН3М)	230	0,55	0,3	0,5	1,0	0,3	3,0		GRANE
CORRAX	...	...	330	0,03	0,3	0,3	12,0	1,4	9,2		1.6A1
Стали для плит											
RAMAX 2	...	...	350*	0,12	0,2	1,3	13,4	0,5	1,6	0,2	0,1N; 0,1S
HOLDAX	1.2312	...	310*	0,4	0,4	1,5	1,9	0,2			<0,07S
Цветные стали											
ALUME K<160	...	дюраль	160						6,0 Zn	2,0 Cu	89. 7 A
ALUME K>160	...		160						6,0 Zn	2,0 Cu	89. 7 Al
MOLDMAX XL		бериллевая бронза	30 HRC						9,0		6Sn; 85 Cu
PROTHERM			190						1,8		0,4Be; 97,8Cu
Нержавеющая фольга для термообработки			620x0,05 мм рулон 10 метров	0.05			7,0		10,0		0,6 Ti

Примечание. *предварительно закаленная и отпущенная порошковая сталь;** порошковая сталь; (...) соответствие лишь приблизительное.

Таким образом, рассмотрены вопросы, связанные с конструированием литьевых форм; предложен метод выбора материала для изготовления ЛФ с учетом особенностей изготавливаемого изделия. Рассмотрены современные технологии обработки металлов для ЛФ, новые материалы и сплавы, способные обеспечить необходимые точность, шероховатость оформляющей поверхности и прочность деталей в литьевой форме, что дало возможность рекомендовать использование марок сталей, выпускаемых в настоящее время.

Список литературы: 1. Видгоф Н.Б. Основы конструирования литьевых форм для термопластов. М., Машиностроение, 1979. 2. Абрамов В.В., Чалая Н.М. Оценка состояния рынка оборудования для переработки пластмасс в России. Пластические массы, 2001, № 5. 3. Абрамов В.В. Состояние и перспективы развития промышленности переработки пластмасс в России. Пластические массы, 1999, № 5.

Поступила в редколлегию 01.09.2008

УДК 744

А. Г. ЖУРИЛО, доцент, канд. техн. наук

ПОБУДОВА ДЕЯКИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ У ДИМЕТРІЇ

В практиці креслярсько - конструкторської документації досить поширені аксонометричні проєкції. Їх досить часто використовують на попередніх стадіях проєктування, коли треба визначати наочні зображення виробів або їх частин. Але певні труднощі, що виникають у студентів при кресленні аксонометричних проєкцій, обмежують використання аксонометрії на практиці.

Зовнішній вид будь-якого складного або простого за формою об'єкта може бути досить точно переданий, щонайменше, однією, двома і більшою кількістю ортогональних проєкцій. Але жодна з ортогональних проєкцій, узята самостійно, тобто окремо від інших, не в змозі передати хоча б мало-мальськи точний загальний вид об'єкта. На проєкції головного виду будуть відсутні деталі, що характеризують внутрішній устрій об'єкту. Наприклад, на виді попереду, узятому окремо від інших проєкцій, будуть відсутні деталі бічних і тильних сторін, на виді зверху будуть відсутні всі розміри, що характеризують висоту його окремих частин. Однак кожна з ортогональних проєкцій вичерпно ясно передає форму накресленої сторони предмета. Таким чином, ортогональні проєкції, відрізняються точністю в передачі форм окремих видів предмета, але не дають досить наочного зображення загального виду цього предмета. Відсутність наочності ортогонального креслення зробила необхідним знайти інші способи, що дають можливість більш наочно зобразити предмет, що креслять. Лише аксонометричне зображення предмета являє собою паралельну проєкцію предмета на картинній площині, коли предмет для аксонометричного проєктування розташовують у просторі таким чином, щоб на картинній площині вийшло його відображення, подібне до фотографічного знімку, по якому наше око звичайно одержує про предмет досить наочне уявлення. Наочність аксонометричного зображення виходить замість того, що проєктований предмет повертають у просторі і нахиляють у бік глядача настільки, щоб на картинній площині вийшло зображення відразу декількох його сторін, а не тільки однієї.

В деяких випадках лише диметрична проєкція може розв'язати задачу аксонометричного зображення фігур. Для зображення в ізометрії правильної чотирикутної призми, що показано на рис. 1, треба використовувати лише диметрію. Креслення її у ізометрії не приводить до якісного зображення, що добре видно з рис. 2.

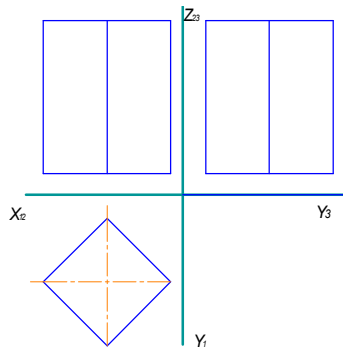


Рис. 1. Ортогональне креслення призми.



Рис. 2. Аксонометричне креслення чотирикутної призми. (а) – невідале (нема об'єму) - ізометрія; (б) – вдале - диметрія.

Методика побудови диметричної проекції призми

1. Спочатку побудуємо ортогональне креслення чотирикутної призми. Для цього на горизонтальній площині проєкцій у коло заданого діаметру впишемо правильний чотирикутник (квадрат). На фронтальній площині проєкцій побудуємо фронтальну проєкцію призми заданої висоти. Для зображення прямокутної диметричної проєкції правильної чотирикутної призми необхідно після побудови осей X' , Y' і Z' з початку координат (точки O') відкласти для кожної вершини правильного багатокутника дійсну величину координати X і половинну величину координати Y у будь-якій послідовності. У нашому випадку - дві вершини основи мають лише координату X , а дві інші - лише Y .

2. З'єднавши отримані точки, одержимо основу призми в диметрії.

3. З кожної точки основи відкладаємо висоту призми.

4. З'єднавши отримані точки між собою, одержимо диметричне зображення призми.

Залишається видалити лінії невидимого контуру, або зобразити їх пунктиром.

По розташуванню осей проєкцій в аксонометрії під різними кутами легко уявити, що зображення кола в аксонометрії - це еліпс. На практиці при побудові аксонометричних проєкцій креслять ні еліпси, а овали, що їх заміняють, тобто описують криві дугами кіл визначеного радіуса.

Для побудови овалу, що відповідає в прямокутній диметрії колу діаметром d , проводимо вертикальну вісь і горизонтальну лінію, на яких відкладаємо велику вісь овалу CD і малу вісь овалу AB , рівні відповідно $1,06 \cdot d$ і $0,35 \cdot d$, див. рис. 3. Крайні верхні і нижні точки овалу визначають центри, з яких проводимо за допомогою циркуля верхню і нижню частини овалу, що відповідають еліпсу. Для цього від центру овалу в обидва боки відкладаємо відстань, рівну великій осі овалу, тобто $1,06 \cdot d$.

З отриманих точок будуємо верхню і нижню частини овалу радіусом від точок, вилучених від центра на $1,06 \cdot d$ до точок A і B відповідно. Для замикання овалу визначимо центри побудови дуг. Для цього з точок C і D робимо засічки радіусом r , рівним половині малої півосі овалу. Іншими словами, $r = 0,087 \cdot d$. Залишається з отриманих точок дугами окружності $r = 0,087 \cdot d$ замкнути овал. У результаті одержуємо овал з величиною малої осі

овалу $0,35 \cdot d$ і великої осі - $1,06 \cdot d$.

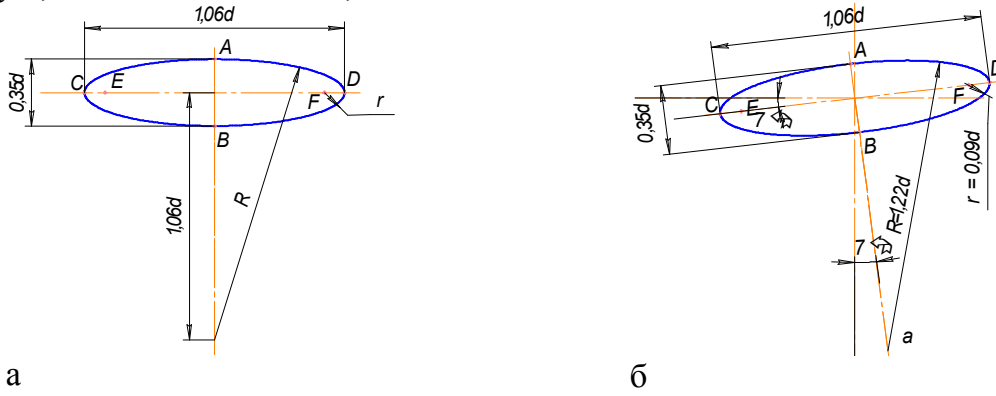


Рис. 3. Побудова кола діаметром d у прямокутній (а) та косокутній (б) диметрії.

Для побудови овалу, що відповідає у косокутній диметрії колу діаметром d , проводимо горизонтальну лінію, до якої проведемо похилу лінію на 7° і перпендикулярно до неї вертикальну вісь, на яких відкладаємо велику вісь овалу, рівну $1,06 \cdot d$ і малу вісь овалу AB , рівну $0,35 \cdot d$. Наступні побудови такі ж самі, як у випадку з прямокутною диметрією. Закриття овалу виконуємо радіусом r , рівним $0,09 \cdot d$. У результаті одержуємо овал з величинами для малої осі овалу $0,35 \cdot d$ і для великої осі - $1,06 \cdot d$, див. рис. 3.

На рис. 4 зображено куб у прямокутній диметрії.

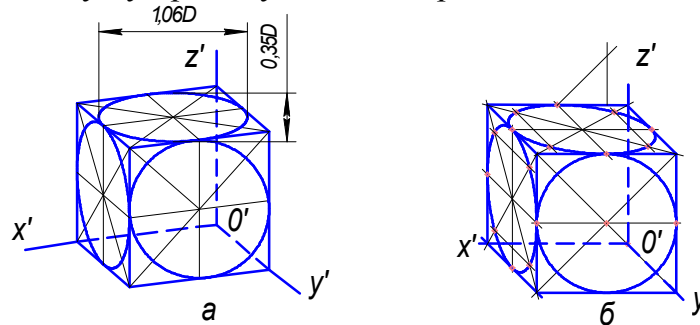


Рис. 4. Куб у прямокутній (а) та косокутній (б) диметрії.

У грані куба вписані кола. Еліпси, вписані у верхню та ліву грані, однакові, великі осі їх перпендикулярні до третьої осі, як і в ізометрії. Велика вісь еліпса дорівнює $1,06 \cdot D$ а мала — втричі менша, тобто $0,35 \cdot D$. Ось $O'x'$ у диметрії утворює з лінією горизонту кут 7° , а ось $O'y'$ - кут $41^\circ 25'$.

Побудова тіл обертання у диметрії

Принципи побудови тіл обертання у диметрії аналогічні принципам побудови в ізометрії [5, 6].

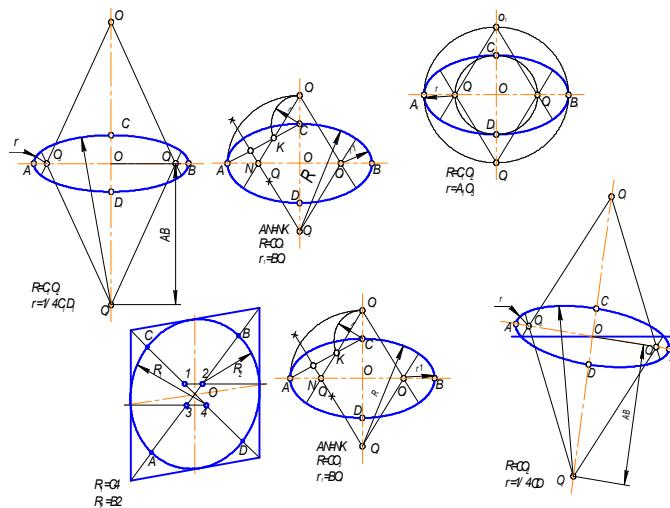


Рис. 5. Приклади побудови різних овалів в аксонометрії.

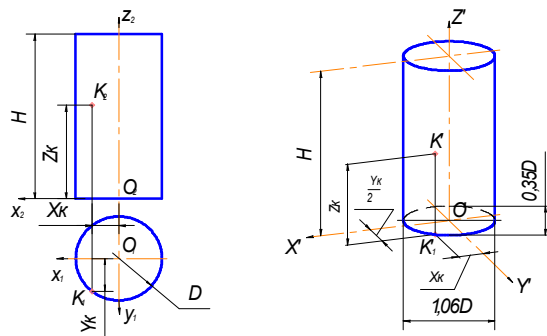


Рис. 6. Побудова диметрії циліндра і визначення координат точки К.

Основне розходження полягає в тому, що по осі Y' відкладають половину розміру. Деякі побудови овалів наведено на рис. 5. Приклад побудови циліндра в диметричній проекції і визначення координат точки К приведено на рис. 6.

З приведених рисунків видно, що розходження в розташуванні овалів обумовлені лише різними кутами нахилу осей до горизонту і різних коефіцієнтів спотворення по осі Y' .

Висновки

1. Запропоновано легкий спосіб побудови овалів при кресленні тіл обертання у диметрії, що потребує лише циркуль та лінійку.
2. Суттєво знижується час побудови овалів, ніж при кресленні їх по точкам.
3. Отримана диметрична проекція відрізняється досить високою точністю, у якій виконуються усі коефіцієнти спотворення, що наведено у ГОСТ 2.305 – 68.

Список літератури. 1. ГОСТ 2.317 – 69. Аксонометрические проекции. – В книге: Выполнение чертежей по ЕСКД. – М.: Издательство стандартов, 1972.- 423 с. 2. В. Є. Михайленко, В. М. Найдиш, А. М. Підкоритов, І. А. Скидан. Інженерна та комп'ютерна графіка. К. Вища школа, 2001. - 350 с. 3. В. О. Гордон, М. А. Семенов – Огиевский. Курс начертательной геометрии. – М. Наука, 1976.- 432 с. 4. А. М. Краснокутский, В. В. Жережон – Зайченко. Теоретические основы построения чертежей. Издано НТУ «ХПИ», Харьков, 2003.- 106 с. 5. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции конуса. // Вестник НТУ «ХПИ» № 57, 2005 г., с. 65 - 68. 6. Журило А. Г. Методика построения аксонометрических проекций тел вращения на примере изометрической проекции цилиндра. // Вестник НТУ «ХПИ» № 11, 2007 г., с. 78 - 81.

Поступила в редколлегию 25.11.2008

УДК 621.771.074

О.А. ЮРЧЕНКО, Г.В. ОЛІЙНИК (НДІ УКРНДІМЕТ
УКРГНТЦ "ЕНЕРГОСТАЛЬ")

ВАЛКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛІВ ІЗ ТРАВЛЕНОЇ ЗАГОТІВКИ І ЗАГОТІВКИ З ПОКРИТТЯМ

Досліджено стійкість валків для виготовлення гнутих профілів з матеріалів, схильних до налипання на інструмент. Показано, що найбільш високу стійкість мають валки з литої графітизованої сталі. Встановлено оптимальний хімічний склад даної сталі.

Firmness of rolls for manufacturing roll formed sections from the materials inclined to pickup to the tool is investigated. It is shown that rolls of graphitized cast steel are the most resistant. The optimal chemical composition of the given steel is discovered.

Гнуті профілі з нержавіючої тонколистової травленої заготівки, а також заготівки з різноманітними плівковими або лакофарбовими покриттями широко застосовуються у промисловості. До якості поверхні профілів з такої заготівки, а також до стійкості валків для їх виготовлення пред'являються підвищені вимоги, тому валки варто виготовляти з матеріалу, що забезпечує, крім високої стійкості, неналипання металу на їх поверхні.

Якість поверхні гнутих профілів і стійкість валків при профілюванні багато в чому визначаються процесами, що відбуваються в осередку деформації. Одним з таких процесів, які супроводжують тертя і зумовлюють інтенсивне руйнування матеріалу, є так зване налипання - явище, викликане з'єднанням атомів контактуючих поверхонь тертя між собою більш міцними зв'язками, ніж з атомами основного матеріалу. Таким чином, налипання є причиною переходу від зовнішнього тертя до внутрішнього.

Процес налипання можна представити у такий спосіб. При взаємодії атмосферних газів з атомами металу утворюється оксидна плівка, менш міцна, ніж основний метал. При малих навантаженнях дійсна площа контакту поверхонь тертя визначається як площа зіткнення виступів мікрорельєфу, а їх взаємодія призводить лише до механічного руйнування стичних оксидних плівок без утворення атомних зв'язків із чистим металом.

Зі збільшенням навантаження, внаслідок пружно-пластичної деформації виступів, збільшуються дійсна площа контакту та ступінь руйнування оксидної плівки і починається безпосередній контакт чистих поверхонь заготівки й валка. Природно, що сумарна площа порушень суцільності захисної плівки знаходиться у прямій залежності від таких технологічних параметрів, як проковзування і контактний тиск. На процес налипання впливає й хімічна спорідненість матеріалів пар тертя: чим воно більше, тим більша ймовірність налипання. Однак повністю виключити його тільки застосуванням різнорідних матеріалів не є можливим.

Захисна дія мастил в осередку тертя більш ефективна, ніж дія оксидних плівок, але сутність процесу не змінюється.

Зі сказаного можна зробити висновок, що боротьба з налипанням повинна зводитись до утворення в площині тертя екрануючих поверхонь з більш низькими механічними властивостями, ніж основний метал пари тертя.

В умовах процесу профілювання можливе створення екрануючих плівок принаймні трьома шляхами:

- застосуванням відповідних мастил;
- нанесенням покриттів різних видів на поверхню валків;
- створенням композиційних матеріалів валків, що мають у своїй структурі речовини, які можуть відігравати роль твердих мастил і забезпечувати надійне екранування поверхонь інструмента й заготівки в осередку деформації.

В Українському науково-дослідному інституті металів (УкрНДІмет) проводилися експериментальні дослідження з вибору оптимальної шорсткості поверхні валків і технологічних мастил для виготовлення гнутих профілів з матеріалів, схильних до налипання на інструмент. Валки профілезгинального стану були виготовлені зі сталі 9Х1. Умови налипання досліджували методом гальмування смуги у валках, а тягнучі зусилля й тиск металу на валки визначали методом електротензометрії за допомогою динамометра і тензометричних перетворювачів мембранного типу.

Дослідження показали, що налипання можливе при різній чистоті обробки поверхні валків (чистове точіння, шліфування, полірування) і різних варіантах мастил (масло машинне, масло машинне плюс 5%-ва емульсія на основі емульсола, віскозин

тощо). Воно залежить тільки від контактного тиску p і відбувається при $p > 160$ МПа на точених валках з будь-яким змащенням і при $p > 200$ МПа – на полірованих валках. Таким чином, ні висока чистота обробки поверхні валків, ні найкраща якість змащення самі по собі ще не виключають налипання матеріалу заготовки на валки.

У зв'язку із цим були проведені роботи з вишукування композитних валкових матеріалів.

У роботі були використані відомості [1] про виготовлення штампів із заевтектоїдної графітизованої сталі, що має високі механічні характеристики і в структурі якої, після спеціальної термічної обробки (рис. 1), міститься вільний графіт відпалу. Він добре утримується металом і при цьому досить легко розшаровується під дією зсувних навантажень, тобто повністю відповідає вимогам до матеріалу еcranуючого шару у зоні контакту заготовки з інструментом.

Комплексні дослідження макроструктури, механічних властивостей і стійкості широкого кола заевтектоїдних сталей дали можливість виявити такий оптимальний хімічний склад (у %) сталі для валків профілезгинальних станів: 1,4 – 1,6 C, 1,0 – 1,2 Si, 0,4 – 0,5 Mn, 0,1 Cr, 0,2 Mg, не більше 0,2 P, 0,14 S. Такий хімічний склад має лита графітизована сталь (ЛГС). Модифікування магнієм забезпечує отримання в ній виділень графіту кулястої форми, при якій глибинні окислювання і викришування часток металу значно менше, і, отже, зносостійкість вище, ніж при пластинчастій.

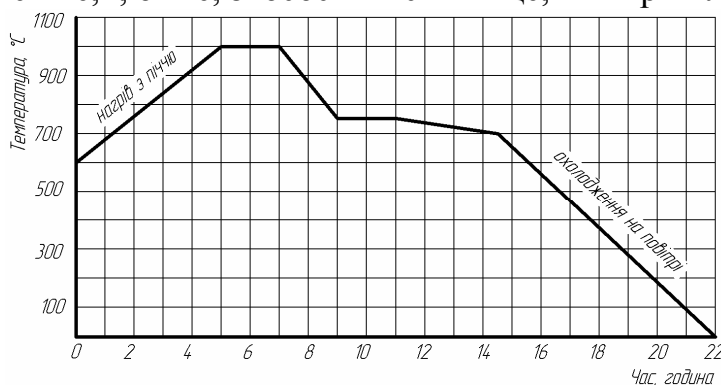


Рис. 1 - Графік відпалу литої графітизованої сталі (ЛГС)

Типова структура ЛГС після графітизуючого відпалу і загартування являє собою дрібногочастий мартенсит (рис. 2).

З метою визначення порівняльної стійкості валків із ЛГС і сталі 9Х1 були проведені їх промислові випробування при виготовленні коритних профілів зі сталі 09Г2 на стані 2...7х80...500 комбінату «Запоріжсталь» і оцинкованого настилу на стані 0,5...1,0х600...1250 заводу «Електротяжмаш» (м. Самара). Випробування показали, що стійкість елементів валків із ЛГС у два рази перевершує стійкість таких же елементів зі сталі 9Х1, яка звичайно застосовується для виготовлення валків профілезгинальних станів.

Вплив чистоти обробки поверхні валків і різних мастил на налипання матеріалу заготовки при профілюванні у валках зі сталі ЛГС було досліджено на станах УкрНДІмету. Чистоту обробки варіювали від чистового точіння до полірування; мастила використовували ті ж самі, що й при профілюванні на валках зі сталі 9Х1. Результати дослідження наведені у таблиці 1.

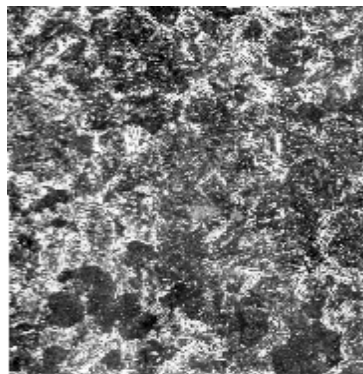


Рис. 2 - Мікроструктура ЛГС після відпалу і загартування при 500 - кратному збільшенні

Таблиця 1 - Вплив чистоти обробки поверхні валків і різних мастил на налипання металу заготовки на інструмент

Мастило	Обробка валків	Умови налипання
Машинне масло	Чистове точіння Шліфування Полірування	p>180 МПа p>200 МПа p>260 МПа
2. Солідол (90%)+ +MoS ₂ (10%) 3. Віскозин 4. Полімеризоване бавовняне масло (ПБМ) 5.5 %-ва емульсія на основі ПХМ	Чистове точіння, шліфування, полірування	При p<300 МПа налипання не було
Машинне масло	Шліфування	При профілюванні оцинкованої сталі налипання не було

Аналогічні дослідження на валках зі сталі 9Х1 показали, що при формуванні профілів з оцинкованої сталі в місцях «пробуксовки» налипання відбувається при всіх мастилах, за винятком мастила солідол плюс MoS₂ і полімеризоване бавовняне масло.

З порівняння наведених даних випливає, що метал, при збільшенні його тиску на валки, навіть до видавлювання мастила, менше налипає на валки із ЛГС завдяки наявності в ній кулястого графіту, що є акумулятором мастила. Це дозволяє зробити висновок, що гнуті профілі із травленої заготовки можна без порушення якості поверхні виготовляти у валках із ЛГС.

Дане припущення було перевірено при профілюванні швелера 80x60x4 мм на стані 1...4x50...300 Череповецького металургійного комбінату. Виливання і чистова обробка валків були проведені за розробленою в УкрНДІметі технологією [2].

При профілюванні в цих валках у промислових умовах за прийнятою на комбінаті технологією налипання не було. Виміри зношування найбільш навантажених елементів валків показали, що зношування валків із ЛГС приблизно на 50% менше, ніж валків зі сталі 9Х1, за інших рівних умов.

Таким чином, на підставі проведених УкрНДІметом експериментальних і промислових досліджень визначений оптимальний склад сталі, що рекомендується для виготовлення валків профілезгинальних станів. Технологія механічної і термічної

обробки валків не відрізняється від прийнятої на металургійних комбінатах. Промислове випробування показало значно вищу стійкість валків із ЛГС. Профілювання в них на промислових швидкостях дозволяє отримувати профілі із травленої заготовки і заготовки з покриттям з якісною поверхнею без дефектів.

Список літератури: 1. Краснова С.Н. Теоретические основы производства ковкого чугуна и графитизированной стали. Ростов: Изд-во РГУ, 1966. – стр. 26. 2. Юрченко А.Б. Исследование условий службы и повышения стойкости валков профилегибочных станов. Автореф. канд. дисс. – Донецк, 1973.

Поступила в редколлегию 25.11.2008

УДК 656.212.2

В. В. КУЛЕШОВ, канд. техн. наук, доцент, *В. М. КУЛЕШОВ*, канд. техн. наук, професор, *М. П. НОСЕНКО*

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Запропоновані методи прогнозування перевезень та обсягів навантаження шляхом рішень на підставі аналізу клієнтського середовища - інтелектуальний аналіз даних (data mining). Удосконалена технологія планування та прогнозування попиту на вантажні перевезення залізничним транспортом, яка дозволяє адміністрації інфраструктури одержувати й обробляти заявки, використовуючи клієнтські WEB-додатки, контролювати статус запитів і переглядати графіки на умовах ресурсозбереження. Дані рекомендації щодо підкріплення організаційно-функціональної структури залізниць на комерційному підході до організації перевезень та визначенні "центрів відповідальності" на кожному етапі надання транспортних послуг.

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. На початку незалежності України на мережі залізниць перероблялося і відправлялося понад 850 млн. т вантажів на рік. Через 8 років цей обсяг зменшився на дві третини із темпами 12,5% на рік, потім поступово ще через 8 років, але вже з темпами 5,6 % на рік він почав збільшуватися. Концепцією та програмою реструктуризації [1] до 2010 року були заплановані обсяги відправлення вантажів 510 млн. т щорічно.

Виходячи із Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту України [2], слід удосконалити прогнозування попиту на вантажні перевезення залізничним транспортом за рахунок побудови моделей, наближених до міркувань людини й використання їх у комп'ютерних системах з метою приймання управлінських рішень в умовах неповної й нечіткої інформації. Такі підходи представляють сьогодні найважливішу науково-прикладну задачу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В ряді досліджень [3, 4, 6] та нормативному документі [5] при організації перевезень докладно не враховані розвинені інформаційні технології, за допомогою яких можливо забезпечити графіки поставок продукції за умовами ресурсозбереження.

Цілі статті. Розробити та удосконалити технологію планування та прогнозування попиту на вантажні перевезення залізничним транспортом, яка дозволяє адміністрації інфраструктури одержувати, й обробляти заявки, використовуючи клієнтські WEB-додатки, контролювати статус запитів і переглядати графіки на умовах ресурсозбереження.

Основний матеріал.

У сучасних методах прогнозування перевезень та обсягів навантаження можуть бути виконані шляхом рішень на підставі аналіза клієнтського середовища - інтелектуальний аналіз даних (data mining).

Сучасне клієнтське середовище - система місячного планування перевезень (МЕСПЛАН) надає доступ до великої кількості ресурсів. Але потрібна персоналізація клієнта, яка вирішує пошук з застосуванням, інформаційних каталогів, пропозицій товарів і послуг у в такому порядку, щоб користувачеві легше було знаходити відомості, необхідні саме йому, саме в цей момент.

Наприклад: є деякий набір ресурсів (товарів, послуг, предметів), якими користується величезна кількість клієнтів. Всі дії користувачів протоколюються в електронному виді. Що необхідно для підвищення якості надаваних послуг? Які ресурси найбільш популярні, і серед яких груп клієнтів? Чи можливо вгадати інтереси клієнта й сформуванати для нього персональну пропозицію, від якої він з високою ймовірністю не відмовиться? Як виявити клієнтів, що збираються найближчим часом відмовитися від обслуговування? Ці завдання можливо вирішувати в системах управління взаємовідношеннями із клієнтами (client relationship management, CRM). Створення математичного забезпечення вирішення вказаних задач надасть можливості прогнозування обсягів відправлення, просування та приймання вантажів клієнтами.

В умовах ринкових відносин при функціонуванні залізничного транспорту необхідні підрозділи, мета яких - максимальне задоволення платоспроможного попиту й потреб клієнтів, проведення маркетингових досліджень ринку транспортних послуг, підвищення якості обслуговування й прибутковості вантажних перевезень.

На залізничному транспорті України з'явилися принципово нові фахівці: інженери, що виконують посадові обов'язки інженерів-маркетологів, фахівці служб комерційної робота та маркетингу, комерційних відділів дирекцій залізничних перевезень із транспортного обслуговування клієнтів, фахівці логістичних центрів Укрзалізниці.

Основні завдання - комплексне і якісне обслуговування, забезпечення сервісу, зручності й пунктуальності виконання заявок клієнтів, підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на принципах "одного вікна" по організації вантажних перевезень.

Завдання полягає в тім, щоб, розподіливши відповідальність за кожен ділянку виконання заявки на перевезення, вивести на принципово новий якісний рівень роботу по підвищенню якості транспортного обслуговування клієнта [8].

Транспортна мережа подається за допомогою орієнтованого графа G . Вершини графа відповідають окремим дільницям залізниць [6].

За умовою балансу транспортних потоків по кожній станції $i \in I$, типу вагонів $k \in K$ цільова функція моделі буде у межах планового періоду T (data):

$$\sum_{j \in j^+(i)} y_k(j, t) = \sum_{j \in j^-(i)} y_k(j, t), \quad i \in I, k \in K, t \in T, \quad (1)$$

де I (data) – множина станцій; i – символ ідентифікації станцій залізниці, $i \in I$;

J (data) - множина дільниць; j – символ ідентифікації дільниць залізниці $j \in J$;

$j^+(i)(I^-(i))$ (data) – множина дільниць, які приходять на станцію (які виходять зі станції) i ;

$i^-(j)(i^+(j))$ (data) – початкова (кінцева) станція дільниці j ;

$y_k(j, t)$ (result) – інтенсивність (величина) вагонопотоку у вагонах типу k , який проходить по дільниці j в інтервалі t (завантажені, порожні вагони).

Сумарні експлуатаційні витрати по реалізації переміщення вагонопотоку у плановому періоді визначаються формулою

$$F^-(Y) = \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} \sum_{j \in J} c_j^-(k, t) y_k(j, t), \quad (2)$$

де $c_j^-(k, t)$ (data) – експлуатаційні витрати на переміщення вагону типу k на дільниці j в інтервалі t .

Для розв'язання задачі необхідна інформація щодо замовлень (попиту) на вантажні перевезення для інтервалів планового періоду. Вона генерується на основі обробки статистичних даних щодо перевезень за минулий час та прогнозу замовлень на плановий період. Для визначення кількості вагонів типу k , необхідної для перевезення вантажу типу l використовуються коефіцієнти v_{kl} (data), що дорівнюють місткості вагона типу k в одиницях виміру вантажу l . При доставці вантажів у порти (відправлення з портів) складається визначений список для кожної припортової станції.

Для кожної реалізації $\omega \in \Omega_q$ визначено такі дані:

- маршрут прямування $R_q(\omega)$ (data);
- тип вагона $k_q(\omega)$ (data);
- тариф вартості перевезення одиниці вантажу $c_q^+(\omega)$ (data);
- тривалість реалізації перевезення $\Theta_q(\omega)$ (data);
- нереалізований обсяг кореспонденції q x_q^- (result);
- $c_q^-(\omega)$ - штраф за наявність одиниці нереалізованого обсягу кореспонденції q .

Змінні $x_q(\omega)$ та x_q^- задовольняють балансовим співвідношенням

$$\sum_{\omega \in \Omega_q} x_q(\omega) + x_q^- = B_q, x_q(\omega) \geq 0, x_q^- \geq 0, q \in Q_q, \quad (3)$$

Загальний прибуток $F^+(x^q)$ від реалізації перевезень всіх кореспонденцій визначається за формулою

$$F^+(x^q) = \sum_{q \in Q} \sum_{\omega \in \Omega_q} c_q^+(\omega) x_q(\omega), \quad (4)$$

Враховуючи пропускну здатність станцій (вузла) та її потужність з обробки вантажів складаємо нерівність

$$\sum_{i \in L} \{(k_i^+ z_i^+)(i, t) + k_j^- z_j^-(i, t)\} \leq (\beta_i + x_i^\beta) \tau^t, i \in I, t \in T, \quad (5)$$

де $k_i^+(k_i^-)$ (data) – коефіцієнт трудомісткості розвантаження (навантаження) вантажу типу l ;

x_i^β (result) – додаткова потужність станції i , щодо обробки вантажів, у результаті її реконструкції;

x_β – множина всіх змінних x_i^β ;

$z_i^+(i, t), z_i^-(i, t)$ – відповідно обсяги вантажу типу l , який приймається на станцію i в інтервалі t (або відправляється).

Враховуючи загальні витрати на реконструкцію, поповнення (оновлення) рухомого складу $F^-(Y)^{Tq}$ складається цільова функція загального прибутку у плануємому періоді

$$F(x^q, Y) = F^+(x^q) - F^-(x^q) - F^-(Y) \rightarrow \max, \quad (6)$$

При обмеженнях:

$1 \leq |T| \leq 4$ – кількість інтервалів планового періоду;

$50 \leq |I| \leq 1000$ – кількість станцій;

$150 \leq |J| \leq 1500$ – кількість дільниць;

$1 \leq |K| \leq 20$ – кількість типів вагонів;

$1 \leq |L| \leq 20$ – кількість типів агрегованих вантажних перевезень;

$40 \leq |Q| \leq 4000$ – кількість кореспонденцій;

$1 \leq |\Omega| \leq 3$ – середня кількість різних варіантів реалізації кореспонденції.

При наявності розвинених телекомунікацій у лінійній мережі залізниць та логістичних центрів лінійного і мережного рівнів дану задачу слід розв'язувати, згідно вказаної моделі – Method_E_1.

Однак, враховуючи неповноту та нечіткість окремих даних, слід за рекомендаціями [7, 8] на першому – другому етапах реформування Укрзалізниці використовувати наближене розв'язання задачі – Method_E_2., замість постанційних кореспонденцій при цьому використовуються міждорожні з величинами обігу вагонів на мережних напрямках.

До послуг різні клієнти підходять і з різними мірками. Якщо одним досить доставки вантажу від станції відправлення до станції призначення, то інші хотіли б бачити участь транспортного підприємства на всьому логістичному транспортному ланцюжку, якщо мова йде про перевезення вантажу через території суміжних держав або по морю.

Комерційний підхід до організації перевезень повинен бути підкріплений організаційно-функціональною структурою залізниці. Потрібне чітке визначення "центрів відповідальності" на кожному етапі надання транспортних послуг, і функціональна перебудова структури, професійна й кадрова політика підприємства.

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

Комерційний підхід до організації перевезень вантажів ще не підкріплений організаційно-функціональною перебудовою структури залізниці, яка в умовах ринкових відносин надала б максимальне задоволення платоспроможного попиту й потреб користувачів залізничних послуг, проведення маркетингових досліджень ринку транспортних послуг, підвищення якості обслуговування й прибутковості вантажних перевезень. У подальшому потрібний об'єктивний прогноз стану транспортного ринку; визначення затребуваності транспортних послуг; обґрунтованість тарифів і цін на вантажні перевезення й додаткові послуги, розробка нових видів транспортних послуг.

Вже недостатньо тільки визначати час доставки вантажу від станції відправлення до станції призначення, необхідно бачити дії перевізника на усьому логістичному транспортному ланцюжку.

Список літератури: 1. Показники роботи залізничного транспорту України. ЦС / ЦД / - К.: Укрзалізниця, 2004 – 2007. 2. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту України. / Схвалено розпорядженням КМУ № 651-р від 27.12.2006 р. – К.: Магістраль, №1 (1179) 10-16 січня 2007 р. – С. 6. 3. С. Grayley. Railway Technical Review, 2005, № 3, р. 31 – 34. Інтернет-технологии в управлении инфраструктурой // Железные дороги мира – 2006. - № 3. – zdm@css-rzd.ru. 4. Иловыйский Н. Д. Сервис на транспорте (железнодорожном). - М.: Транспорт, 2003. – 218 с. 5. Правила планування перевезень вантажів. – К.: Наказ МТЗУ, 2007. 6. Задачі оптимального проектування надійних мереж / Під ред. Н.З. Шора. – К.: Наукова думка, 2005. – С. 147-210. 7. Блюмин С. Л., Шуйкова И. А. Введение в математические методы принятия решений. – Липецк: Липецкий государственный педагогический институт, 2004. – 100 с. 8. Данько М. І., Кулешов В. В., Носенко М. П. Удосконалення планування використання інфраструктури залізниць операторськими компаніями на основі ресурсозбереження. - Вісник економіки транспорту і промисловості. / УкрДАЗТ, 2007. - Вип. 19-20.- С.230-233.

Надійшла до редколегії 21.10.08 р

УДК 621.316.542.014

ПОЛИЩУК В. Н., к.т.н., *ХОМУТОВА Е.Л.*, *В.Ф.РОЙ*, д-р физ.-матем. наук,
Харьковская национальная академия городского хозяйства

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И МЕСТ ВКЛЮЧЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ
КОММУТАЦИОННО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ В СИСТЕМАХ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Аналізується можливість використання безконтактно-регулюючої апаратури в мережах електрозабезпечення промислових підприємств.

Пропонується методика розрахунку струмообмежуючих резисторів для схем з шунтовим ввімкненням

It has been considered non-contact –controlling apparatus using in power-supply systems of industrial organizations. In has been proposed methods of calculation of current-limiting resistors for schemas under shunt switching on.

Применение бесконтактной коммутационно-регулирующей аппаратуры (БКРА) позволяет решать проблемы быстродействующего токоограничения, в частности, создании безреакторных сетей напряжением 6-10 кВ с мощностью короткого замыкания (КЗ) до 1000-1500 МВ·А, ограничения ударных аварийных токов, уменьшения термических и динамических воздействий на элементы систем электроснабжения, создания кольцевых сетей напряжением 0,4; 6; 10 кВ и рационального использования трансформаторной мощности; повышения качества электроэнергии в распределительных сетях; сокращения капитальных затрат на сооружение систем электроснабжения. Основные области использования БКРА 6 – 10 кВ в системах электроснабжения промышленных объектов приведены на рис. 1.

Из рисунка видно, что в системах электроснабжения БКРА имеет три основных области применения: управление аварийными и послеаварийными режимами; управление электрическими приемниками предприятий и управление режимами и качеством электроэнергии.

Одной из важных задач управления аварийными режимами является ограничение аварийных токов в промышленных электрических сетях. Эта задача решается на основе БКРА серийного или шунтового включения.

Метод шунтирования цепи КЗ давно известен в электроэнергетике. Этот метод был существенно усовершенствован на базе тиристорной техники, позволившей создать общий токоограничивающий контур для сети произвольной конфигурации[2]. Алгоритм управления БКРА обеспечивает токоограничение любого из присоединений при произвольном числе ступеней селективности в системе электроснабжения любой конфигурации. Работа БКРА синхронизируется путем фиксации переднего фронта восстанавливающегося напряжения. При этом БКРА может быть включена не более чем на один период переменного тока, что существенно облегчает конструкцию токоограничителя.



Рис. 1. Основные области применения БКРА

БКРА, выполняющая функции токоограничивающих устройств, может быть включена в произвольной точке системы электроснабжения. На рис. 2 показаны возможные варианты включения БКРА, выполняющей функцию токоограничивающих устройств (ТОУ) шунтового типа. В сетях, работающих с изолированной нейтралью, БКРА выполняется в двухфазном исполнении (рис.2а): тиристорные ключи TK_1 , TK_2 обеспечивают токоограничение при любом виде повреждения для наиболее распространенной схемы - двухобмоточный трансформатор – магистральный токопровод. БКРА включается в этом случае на участке между силовым трансформатором и распределительной сетью [2].

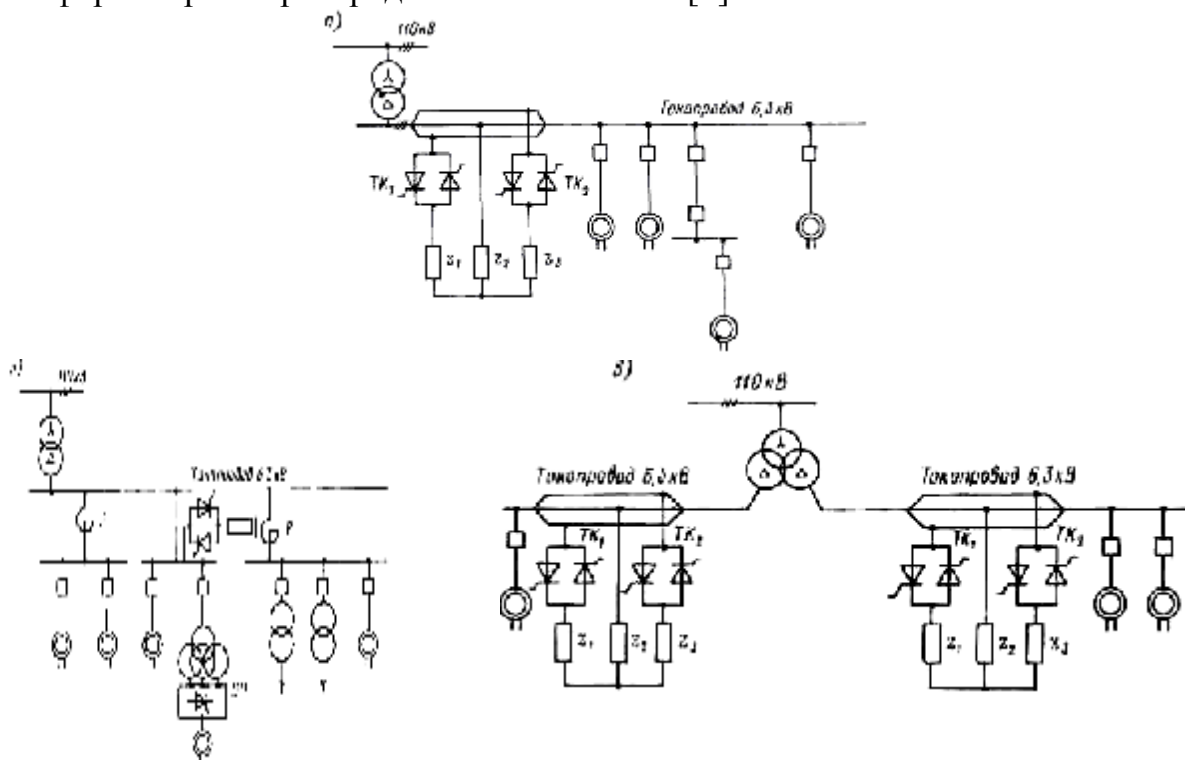


Рис. 2. Схемы включения БКРА на промышленных объектах

На рис. 2б приведена схема включения БКРА на участке токопровода, к которому подключена ударная нагрузка. Вентильный привод в этом случае подключается к токопроводу без реактора Р.

На рис. 2в показана схема включения БКРА на трансформаторе с расщепленными обмотками. В зависимости от параметров сети и нагрузки в схеме рис.2в может реализовываться раздельная или совместная работа БКРА.

При действии БКРА в системе электроснабжения цепь КЗ шунтируется, и сеть делится на ряд контуров. При этом в системе электроснабжения происходит новое токораспределение. , поскольку уровень токов КЗ должен быть снижен до величины коммутационной способности выключателей, используемых в сети, то БКРА должна быть включена последовательно с токоограничивающим резистором $z_{т.к}$ (рис.2а), сопротивление и место его включения определяет требуемую степень токоограничения.

Для различных конфигураций промышленных сетей и мест включения БКРА можно составить ряд типовых расчетных схем замещения.

На рис. 3 приведены трехконтурные расчетные схемы для определения параметров $z_{т.к}$ и токораспределения в сети при работе БКРА, а также направленные графы этих схем. Схемы содержат два источника E_1 и E_2 и три контура. К таким схемам сводится, в частности, схема электроснабжения, содержащая двухобмоточный трансформатор, токопровод и подстанции, подключенные через кабельные вставки (E_1 и E_2 эквивалентны ЭДС сети и подпитки неповрежденных электродвигателей). Каждая из схем однозначно характеризуется структурным числом A в соответствии с ее направленным графом. Для всех трех схем структурное число A имеет следующий вид [3]:

$$A = [z_1 z_2 \parallel z_2 z_3 z_4 \parallel z_4 z_5] = \begin{vmatrix} z_1 z_1 z_1 z_1 z_2 z_3 z_3 \\ z_2 z_2 z_3 z_3 z_4 z_3 z_3 z_4 \\ z_4 z_5 z_4 z_5 z_5 z_4 z_5 z_5 \end{vmatrix} \quad (1)$$

Определитель структурного числа

$$\det A = z_1 z_2 z_4 + z_1 z_2 z_5 + z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_4 z_5 + z_2 z_3 z_4 + z_2 z_3 z_5 + z_2 z_4 z_5.$$

Алгебраические производные числа A

$$\frac{\partial A}{\partial z_1} = \begin{vmatrix} z_2 z_2 z_3 z_3 z_4 \\ z_4 z_5 z_4 z_5 z_5 \end{vmatrix}; \quad \frac{\partial A}{\partial z_2} = \begin{vmatrix} z_1 z_1 z_3 z_3 z_4 \\ z_4 z_5 z_4 z_5 z_5 \end{vmatrix};$$

$$\frac{\partial A}{\partial z_4} = \begin{vmatrix} z_1 z_1 z_1 z_2 z_2 \\ z_2 z_3 z_5 z_3 z_5 \end{vmatrix}; \quad \frac{\partial A}{\partial z_5} = \begin{vmatrix} z_1 z_1 z_1 z_2 z_2 \\ z_2 z_3 z_4 z_3 z_4 \end{vmatrix}.$$

Для схемы замещения рис.3а имеем: $I_2 = k_{12} E_1 + k_{52} E_2$ - ток через тиристоры БКРА; $I_4 = k_{14} E_1 + k_{54} E_2$ - ток в цепи выключателя поврежденного присоединения.

Здесь

$$k_{12} \frac{I_2}{E_1} \Big|_{E_2=0} = \frac{\underset{z}{\text{Sim}} \left(\frac{\partial A}{\partial z_1}; \frac{\partial A}{\partial z_2} \right)}{\det A} = \frac{z_3 z_4 + z_3 z_5 + z_4 z_5}{\det A};$$

$$k_{52} \frac{I_2}{E_2} \Big|_{E_1=0} = \frac{\underset{z}{\text{Sim}} \left(\frac{\partial A}{\partial z_5}; \frac{\partial A}{\partial z_2} \right)}{\det A} = \frac{z_1 z_4}{\det A};$$

$$k_{14} \frac{I_4}{E_1} \Big|_{E_2=0} = \frac{\text{Sim}_z \left(\frac{\partial A}{\partial z_1}; \frac{\partial A}{\partial z_4} \right)}{\det A} = \frac{z_2 z_5}{\det A};$$

$$k_{54} \frac{I_4}{E_2} \Big|_{E_1=0} = \frac{\text{Sim}_z \left(\frac{\partial A}{\partial z_5}; \frac{\partial A}{\partial z_4} \right)}{\det A} = \frac{z_1 z_2 + z_1 z_3 + z_2 z_3}{\det A},$$

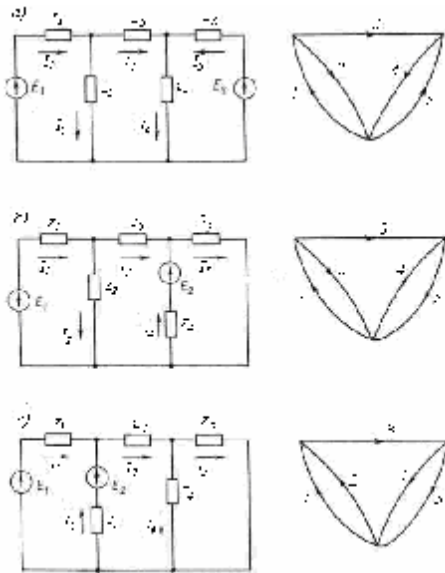


Рис. 3. Трехконтурные схемы замещения для определения параметров токоограничивающего контура

Тогда:

$$I_2 = \frac{(z_3 z_4 + z_3 z_5 + z_4 z_5) E_1 + z_1 z_4 E_2}{\det A}; \quad (2)$$

$$I_4 = \frac{z_2 z_5 E_1 + (z_1 z_2 + z_1 z_3 + z_2 z_3) E_2}{\det A}; \quad (3)$$

Из (2) получаем значение токоограничивающего сопротивления

$$z_2 = \frac{z_1 z_3 E_2 - I_4 (z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_4 z_5)}{I_4 (z_1 z_4 + z_1 z_5 + z_3 z_4 + z_3 z_5 + z_4 z_5) - z_5 - (z_1 z_3) E_2}. \quad (4)$$

Здесь параметры схемы замещения (рис.3а): z_1 - сопротивление понижающего трансформатора и участка цепи до точки включения БКРА; z_3 — сопротивление цепи от места включения БКРА до точки повреждения; z_4 — сопротивление поврежденного фидера; z_5 — эквивалентное сопротивление неповрежденных электродвигателей.

Для схемы замещения (рис. 3б) аналогично получаем величину тока через тиристоры I_2 , тока в цепи выключателя поврежденного присоединения I_5 и токоограничивающего сопротивления z_2 :

$$I_2 = \frac{(z_3 z_5 + z_4 z_5 + z_3 z_4) E_1 + z_1 z_5 E_2}{\det A}; \quad (5)$$

$$I_5 = \frac{z_2 z_4 E_1 + (z_1 z_2 + z_1 z_3 + z_2 z_3) E_2}{\det A}; \quad (6)$$

$$z_2 = \frac{z_1 z_3 E_2 - (z_1 z_3 z_4 + z_1 z_3 z_5 + z_1 z_4 z_5) I_5}{I_5 (z_1 z_4 + z_1 z_5 + z_3 z_4 + z_3 z_5) - (z_4 E_1 + z_1 E_2 + z_3 E_2)}. \quad (7)$$

Для схемы замещения рис. 3в:

$$I_4 = \frac{z_2 z_5 E_1 + z_1 z_5 E_2}{\det A}, \quad (8)$$

$$I_5 = \frac{z_2 z_4 E_1 + z_1 z_4 E_2}{\det A}, \quad (9)$$

$$z_4 = \frac{I_5 (z_1 z_2 z_5 + z_1 z_3 z_5 + z_2 z_3 z_5)}{z_1 E_2 + z_2 E_1 - I_5 (z_1 z_2 + z_1 z_3 + z_1 z_5 + z_2 z_3 + z_2 z_5)}. \quad (10)$$

Схема замещения рис. 3 и соотношения (2) –(10) позволяют, таким образом, определять параметры систем электроснабжения с ГОУ для большинства конфигураций сетей промышленных предприятий.

В некоторых случаях при расчете сопротивления токоограничивающего резистора можно пренебречь сопротивлением поврежденного фидера, приравняв его нулю, при этом расчетная схема существенно упрощается и параметры токоограничивающего контура и место его включения определяются значительно проще.

Следует учесть, что для обеспечения минимального тока через тиристоры при заданной степени токоограничения следует $z_{Т.К}$ выбирать из условия [4]:

$$\frac{\operatorname{Im} z_{mk}}{\operatorname{Re} z_{mk}} = \frac{\operatorname{Im} z_3}{\operatorname{Re} z_3}. \quad (11)$$

На практике для токоограничивающих резисторов трудно точно выдержать соотношение (11). Поэтому следует принимать в сетях 6-10 кВ, выполненных в виде токопроводов, $z_{Т.К}$ чисто реактивным, а в кабельных сетях — активным.

Таким образом, рассмотренная методика расчета параметров и мест включения БКРА позволяет организовать эффективную защиту сетей 6-10 кВ от сверхнормативных перегрузок и обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителей.

Список литературы: 1. Беллер С., Возняцки Г. Анализ и синтез электрических цепей методом структурных чисел. М.: Мир, 1972, 376 с. 2. Бороденко В. А., Поляков В. Е. О выборе принципа действия пусковых органов АВР // Промышленная энергетика 1981, №5 С. 18-23. 3. Веников В. А. Теория подобия и моделирования. – 3-е изд.- М.: Высшая школа, 1994.- 450 с. 4. Колечицкий Е.С. Расчет электрических цепей устройств высокого напряжения.-М.: Энергоатомиздат,1993, 268 с.

Поступила в редколлегию 21.10.2008

С.Н. ЯЛОВЕНКО

ЧЁРНЫЙ ПРЕДЕЛ. ЧАСТЬ 1

Теория относительности. Новый взгляд

Релятивистская механика базируется на двух постулатах, которые носят названия принцип относительности Эйнштейна и принцип постоянства скорости света. В основу теории относительности легло положение, согласно которому, никакая энергия и никакой сигнал не может распространяться со скоростью превышающей скорость света в вакууме, а скорость света в вакууме постоянна, и не зависит от направления распространения.

В релятивистской механике скорость света ограничивается $C =$ константа вместо бесконечности и абсолютизируется но одновременно вводятся другие бесконечные(или бесконечно малые) величины. Само понятие бесконечности физически может реализоваться и должно пониматься только как диалектическая периодичность - это ставит под сомнение

законченность теории и призывает к дальнейшему анализу процессов происходящих на скоростях сравнимых со скоростью света (С).

Рассмотрим движения протонов и электронов при скоростях близких к скорости света.

Как известно сила взаимного притяжения двух масс равна $F = GMm / R^2$. Энергию необходимую, затратить на преодоление гравитации равна $E = GMm / R = mV^2/2$ приравнявая скорость убегания V к скорости света С откуда находим $R_{кр} = 2GM / C^2$ - это радиус черной дыры условие при котором свет или другое тело не может покинуть поверхность тела или $M_{кр} = RC^2 / 2G$ массой какой должен обладать объект для тех же условий,

При движении любого тела с зарядом q тело переместившись на новое место должно восстановить свое поле, то есть привести его в соответствие своему новому положению в пространстве. Это эквивалентно распространению электромагнитной волны от него, которой соответствует энергия E(L). Для удаления этой волны с нового места тела с зарядом q необходимо совершить работу против его гравитационных сил, при этом – энергия, затраченная на это будет равна $\Delta E(L) = GMm / R$, где m находится из уравнения $E = mC^2$. При приближении скорости тела с зарядом q к скорости света энергию которую нужно затратить для восстановления поля будет увеличивается прямо пропорционально массе M и обратно пропорционально R радиусу(объему) из-за того что тело не всегда сфера то в общем случае прямо пропорционально плотности тела и в предельном случае энергия затраченная на преодоление гравитационного поля будет равна энергии волны необходимой для его восстановления. Запишем уравнение пропорциональности характеризующее степень убывания энергии восстанавливающей волны при приближении скорости тела V к скорости света С .

$$K(v) = \frac{E - \Delta E}{E} = 1 - \frac{\Delta E}{E} \quad (1)$$

Как видно из K(V) коэффициент пропорциональности или коэффициент взаимодействия будет противодействовать увеличению массы тела при приближении V к С то есть формулу $M(V) = M / \sqrt{1 - V^2 / C^2}$ теперь надо переписать с учетом противодействия как $M(V) = MK(v)L(V)$

где $L(V) = 1 / \sqrt{1 - V^2 / C^2}$ -коэффициент пропорциональности получающийся из Лоренцевых преобразований С учетом выше изложенного введем поправку в Лоренцевы преобразования получим $y=y$; $z=z$; $x=(x-vt)K(V)L(V)$; $t=(t-(v/C^2)x)K(V)L(V)$, а также $q(V)=q K(V)$ где заряд также относителен скорости(плотности) инерциальной системе отчета. Выражения для длины и времени переписываются как $t=t_0L(V)K(V)$; $l=l_0L(V)K(V)$. Из коэффициента взаимодействия видно, что G -гравитационная постоянная есть характеристика **ρ плотности вакуума**. Из характеристик q(V) видно что приближении скорости V к скорости света С (относительной плотности ρ к плотности критической $\rho_{кр}$ – плотность черной дыры)заряд тела будет уменьшаться как бы лысеть и не за что будет уцепиться что придать телу дополнительную энергию. Прделав приблизительные расчеты зная что $\rho=10^{15}$ кг/м³ –плотность ядра; $r=10^{-15}$ м – радиус ядра; $\rho_{кр}$ - критическая плотность сколлапсировавшего вещества при сжатии его до сферы радиуса Шварцшильда $R=10^{-15}$ м . Взяв производную от $M(V)=MK(V)L(V)$ и приравняв ее нулю найдем максимум $M(\max)=M_0 10^{20}$ при $V=C(1-10^{41})$ что далеко от возможной области эксперимента. Расхождение с теорией относительности возникает в областях, недоступных области эксперимента, так как на современных ускорителях получают $M(V)=2000M_0$ что значительно отличается $M(\max)$ но возможны в областях изучаемых астрофизикой.

Так произведем вычисления для заряженной частицы массой M коэффициент K(v) будет равен

$$K(v) = \frac{m_0 c^2 - GMm_0/r}{m_0 c^2} = 1 - \left(\frac{G}{c^2}\right) \frac{M}{r} = 1 - \left(\frac{G}{c^2}\right) \frac{M_0 \sqrt{1-v^2/c^2}}{r_0 \sqrt{1-v^2/c^2}} = 1 - \left(\frac{GM_0}{c^2 r_0}\right) \frac{1}{1-v^2/c^2} \quad (2)$$

В этой формуле сделано допущение что (r) стремится к нулю во всех направлениях что не совсем так для скоростей близких к скорости света но даёт представление о тенденциях.

Найдем более точное значение $K(v)$ с учётом того что сфера при v стремящейся к скорости света (C) будет стремиться к эллипсоиду как показано на рис 1. Видно что

$$\Delta m = \rho h \Delta R \Delta L = K_1 \Delta L$$

где $K_1 = \rho h \Delta R$ – коэффициент вводимый для упрощения; ρ – плотность. Тогда сила действующая на дело на расстоянии X_0 по оси будет равна

$$F = 2F \cos \alpha = 2 \frac{G \Delta m X_0}{y^2} = \frac{K_2 \Delta L X_0}{y^2}$$

где $K_2 = 2GK_1$ – коэффициент, тогда суммарная сила будет равна

$$F = \sum F_i = \frac{K_2 X_0}{y^3} \sum \Delta L = \frac{K_2 X_0}{y^3} \pi R = K_3 \frac{X_0 R}{y^3} = K_3 \frac{X_0 R}{(X_0^2 + R^2)^{3/2}} = K_4 \frac{X_0 R \Delta R}{(X_0^2 + R^2)^{3/2}}$$

- по кольцу ΔR . Где $K_3 = K_2 \pi = 2G\pi K_1 = 2G\pi \rho h \Delta R = K_4 \Delta R$

Где $K_4 = 2G\pi \rho h$

Тогда по цилиндру, сделав замен $R=Y$ – суммарная сила по оси, будет равна

$$F = \sum F_{\Delta R} \text{ или } F_{\Sigma} = \int_0^R K_4 \frac{X_0 Y dY}{(X_0^2 + Y^2)^{3/2}} = K_4 X_0 \int_0^R \frac{1/2 d(X_0^2 + Y^2)}{(X_0^2 + Y^2)^{3/2}} = \frac{K_4 X_0}{2} \int_0^R \frac{dz}{z^{3/2}} = -K_4 X_0 z^{-1/2} \Big|_0^R$$

$$F = -K_4 \frac{X_0}{\sqrt{X_0^2 + Y^2}} \Big|_0^R = K_4 - K_4 \frac{X_0}{\sqrt{X_0^2 + R^2}}$$

Вычислим энергию (E) необходимую затратить на удаление до $X_0 \rightarrow \infty$

$$E = \int_{h/2}^{\infty} \left(K_4 - K_4 \frac{x}{\sqrt{x^2 + R_0^2}} \right) dx = K_4 x - K_4 \int_{h/2}^{\infty} \frac{1/2 d(x^2 + R_0^2)}{\sqrt{x^2 + R_0^2}} = K_4 x - K_4 \sqrt{x^2 + R_0^2} \Big|_{h/2}^{\infty} =$$

$$= 0 - (K_4 \frac{h}{2} - K_4 \sqrt{(\frac{h}{2})^2 + R_0^2}) = K_4 \sqrt{(\frac{h}{2})^2 + R_0^2} - K_4 \frac{h}{2}$$

Где $K_4 = 2G\pi \rho h$ где плотность $\rho = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} 2\pi R^2 R \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m}{2\pi R^3 (1 - \frac{v^2}{c^2})}$ где $h = R \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ тогда

$$K_4 = 2\pi G \frac{m}{2\pi R^3} \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{K_5}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

где $K_5 = \frac{Gm}{R^2}$ перепишем формулу необходимой энергии как

$$E = \frac{K_5}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \sqrt{\frac{R^2}{4} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) + R^2} - \frac{K_5}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \frac{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{2} = \frac{K_5}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \sqrt{\frac{R^2}{4} \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) + R^2} - \frac{K_5 R}{2}$$

При $\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \rightarrow 0$ формулу можно записать как

$$E \approx \frac{K_5 R}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - \frac{K_5 R}{2} = K_5 R \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right) \approx \frac{K_5 R}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

подставив K_5 , получим

$$E = \frac{R}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \frac{Gm}{R^2} = \frac{Gm}{R\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Запишем коэффициент пропорциональности для сфероида

$$K(v) = \frac{E - \Delta E}{E} = 1 - \frac{\Delta E}{E} = 1 - K_6 \frac{m_0}{c^2 m_0 \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1 - \frac{K_6}{c^2} \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 1 - K_7 \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (3)$$

где $\Delta E = \frac{Gm m_0}{R\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = K_6 \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ где $E = m_0 c^2$ и где $K_7 = \frac{K_6}{c^2} = \frac{Gm}{Rc^2}$ где $K_6 = \frac{Gm}{R}$

$$\text{или } K(v) = 1 - \left(\frac{Gm}{Rc^2}\right) \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \quad (4)$$

Построим графики для массы заряда, чтобы наглядней просмотреть процессы (для длины и времени будут аналогичные, но обратные функции) Для лучшей видимости произведем преобразование по оси $Y = \log \frac{m}{m_0}$ и по оси X сделаем замену $V = (1 - \frac{1}{10^n})c$ что позволит лучше проследить функцию при $V \rightarrow C$

$$Y = \log \frac{m}{m_0} = \log \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = -\frac{1}{2} \log \left(1 - \frac{(1-\frac{1}{10^n})^2 c^2}{c^2}\right) = -\frac{1}{2} \log 10^{-n} (2 - 10^{-n}) = \frac{1}{2}n - \frac{1}{2} \log(2 - 10^{-n})$$

При $n \gg 1$ функция $Y \approx \frac{1}{2}n$ (5)

Посчитаем $K_7 = \frac{GM}{c^2 R} = \frac{G}{c^2} \frac{M}{R} = K_8 \frac{M}{R}$ где $K_8 = \frac{G}{c^2}$ видно коэффициент K_7 зависит от соотношения $\frac{M}{R}$ рассчитаем для электрона соотношение K_7

$$K_7 = \frac{GM}{c^2 R} = \frac{6 \times 10^{-11} \times 9 \times 10^{-31}}{(3 \times 10^8)^2 \times 2.8 \times 10^{-15}} \approx 2 \times 10^{-40} \quad (6)$$

Для протона соотношение K_7

$$K_7 = \frac{GM}{c^2 R} = \frac{6 \times 10^{-11} \times 1.6 \times 10^{-27}}{(3 \times 10^8)^2 \times 0.8 \times 10^{-15}} \approx 1.3 \times 10^{-38} \quad (7)$$

Где $G = 6.6 \times 10^{-11} \frac{M^2}{кг \times м^3}$; $C = 3 \times 10^8 \frac{M}{с}$; $R_e = 2.8 \times 10^{-15}$ метра; $R_p = 0.8 \times 10^{-15}$ метра
 $m_e = 9 \times 10^{-31}$ кг; $m_p = 1.6 \times 10^{-27}$ кг (хотя по логике $\frac{GM}{c^2 R}$ должна быть одинаковой и константой)

Для построения графика $M(v)$ для протона мы сделали замену $V = (1 - \frac{1}{10^n})c$ тогда функция

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{(1-\frac{1}{10^n})^2 c^2}{c^2} = 1 - \left(1 - \frac{1}{10^n}\right)^2 = 1 - \left(1 - 2\frac{1}{10^n} + \frac{1}{10^{2n}}\right) = 2 \times 10^{-n} - 10^{-2n} =$$

$$= 10^{-n}(2 - 10^{-n}) \approx 2 \times 10^{-n}$$

так как при $n \gg 1$ значение $10^{-n} \rightarrow 0$ тогда

$$1 - \frac{v^2}{c^2} \approx 2 \times 10^{-n} \quad (8)$$

Функция массы $M(V)$ с учётом коэффициента взаимодействия по уравнению (2) для протона будет выглядеть как

$$M(V) = m_0 K(v) L(v) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(1 - \left(\frac{GM_0}{c^2 r_0} \right) \frac{1}{1 - v^2/c^2} \right) \quad (9)$$

$$M(V) = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(1 - 1.3 \times 10^{-38} \frac{1}{1 - v^2/c^2} \right)$$

$$\log \frac{M(V)}{m_0} = \log \frac{M(1 - \frac{v^2}{c^2})}{m_0} = \frac{1}{2} n + \log \left(1 - 1.3 \times 10^{-38} \frac{1}{2 \times 10^{-n}} \right) = \frac{1}{2} n + \log(1 - 0.6 \times 10^{-38+n})$$

$$\log \frac{M(V)}{m_0} = \frac{1}{2} n + \log(1 - 0.6 \times 10^{-38+n}) \quad (10)$$

На рис.2 построены классические графики функции $M(v)$ на рис.3 тот - же график в логарифмическом масштабе. На рис.4-8 те же графики в логарифмическом масштабе с учетом функции взаимодействия. На рис.11 показан график зависимости заряда q от скорости для классической модели, где $q = \text{constanta}$ и не зависит от скорости тела, на рис 9,10 график зависимости заряда q от скорости с учетом функции взаимодействия (2) в логарифмическом масштабе. На рис.12 график зависимости для длины R_0 от скорости с учетом функции взаимодействия (2) в логарифмическом масштабе. На рис.13,14 обобщающие графики для массы и длины.

Из графиков рис.5 видно что образовалась отрицательная масса ΔM заштрихованная область что соответствует Томсоновскому излучению в вакууме $E = \Delta M C^2 = \hbar \omega$. Для среды надо (C) - скорость света в вакууме заменить на ($C_{\text{среды}}$) - скорость света в среде и все расчеты в формулах (1-10) проделать для $C_{\text{среды}}$ и получим Томсоновское излучение для среды частота которого равна

$$\omega_{\text{среды}} = \frac{\Delta M_{\text{среды}} C_{\text{среды}}^2}{\hbar}$$

Обобщим полученные формулы

$$M(V) = M_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}} \left(1 - \frac{\Delta E}{E} \right)$$

$$L(V) = L_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \frac{1}{\left(1 - \frac{\Delta E}{E} \right)}$$

$$T(V) = T_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}} \frac{1}{\left(1 - \frac{\Delta E}{E} \right)}$$

$$Q(V) = Q_0 \left(1 - \frac{\Delta E}{E} \right)$$

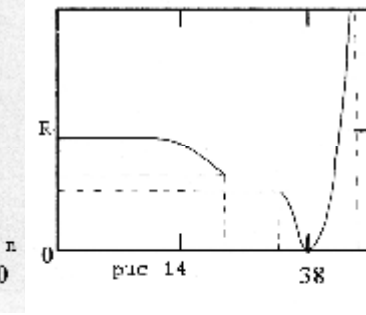
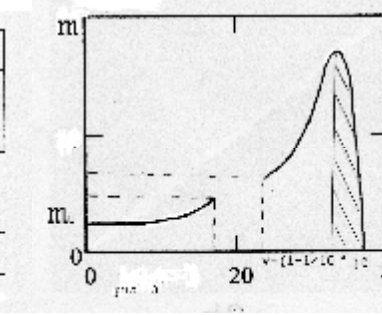
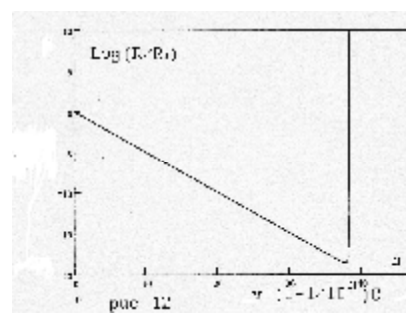
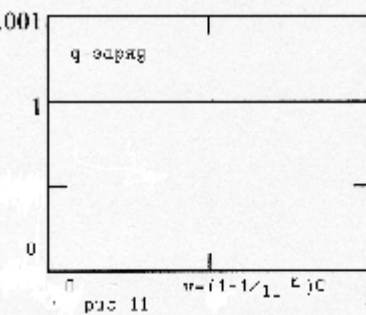
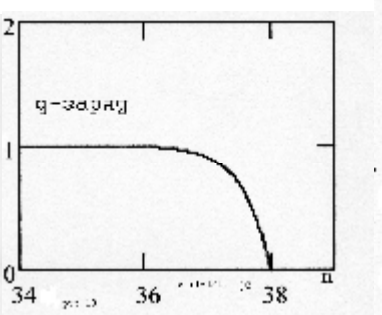
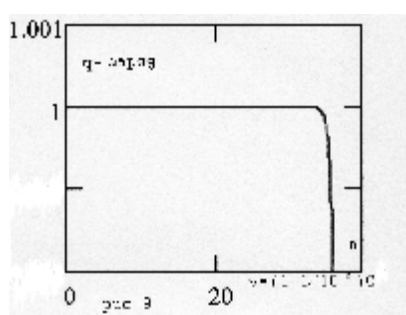
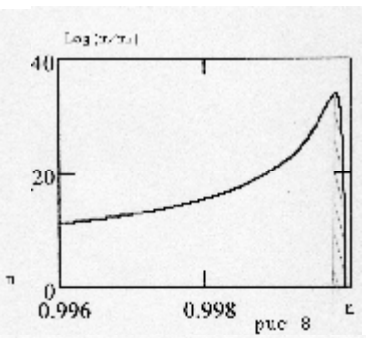
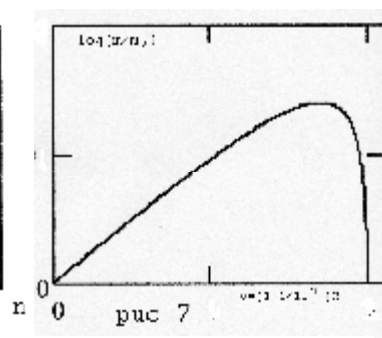
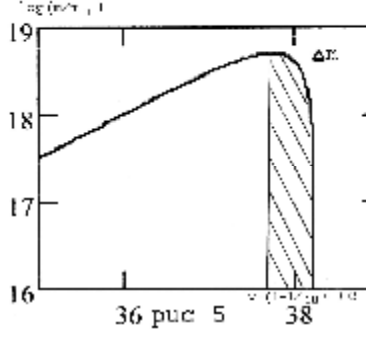
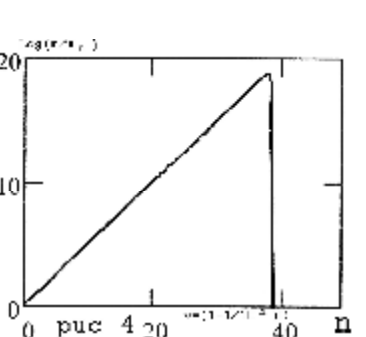
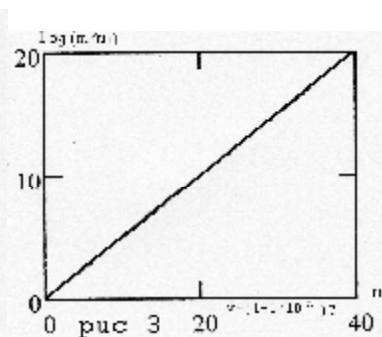
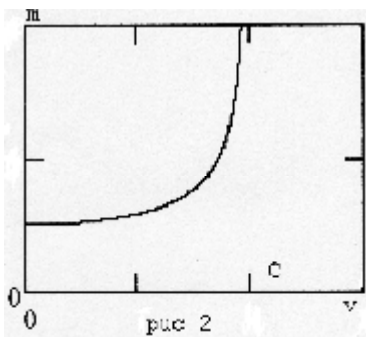
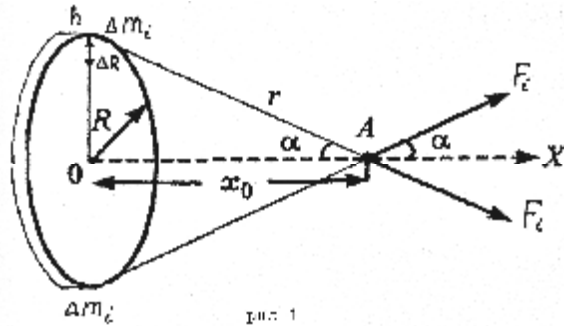
Из формул видно что ограничив скорость света мы получили бесконечную массу, введя ограничение на массу - ограничим массу черной дырой, то есть ни одно тело при $V \rightarrow C$ не может превзойти массу черной дыры, к которой оно стремится $M_{\text{черной}} = \text{КОНСТАНТА}$ мы получили новые бесконечные по времени и длине $L(V) \rightarrow \infty$ и относительность заряда тела $Q(V) \rightarrow 0$

То есть мы получили бесконечность по времени и длине. Зададимся вопросом, а есть ли ограничения по времени и длине. Вероятно – да и эти ограничения связаны с размерами нашей

вселенной, то есть $L(V)$ стремится не к бесконечности, а к (R) – радиусу вселенной, начиная с момента большого взрыва, как минимум и времени её существования в этом смысле длина и время связаны проявлением одной сущности. То есть записав

$$M(V) = M_0 \times L(V) \times K(V) \times (???)$$

Третье, недостающее выражение, остаётся под вопросом и его влияние на окончание графиков рис.13 и рис.14 будет существенным. Рассмотрим это влияние в дальнейших частях.

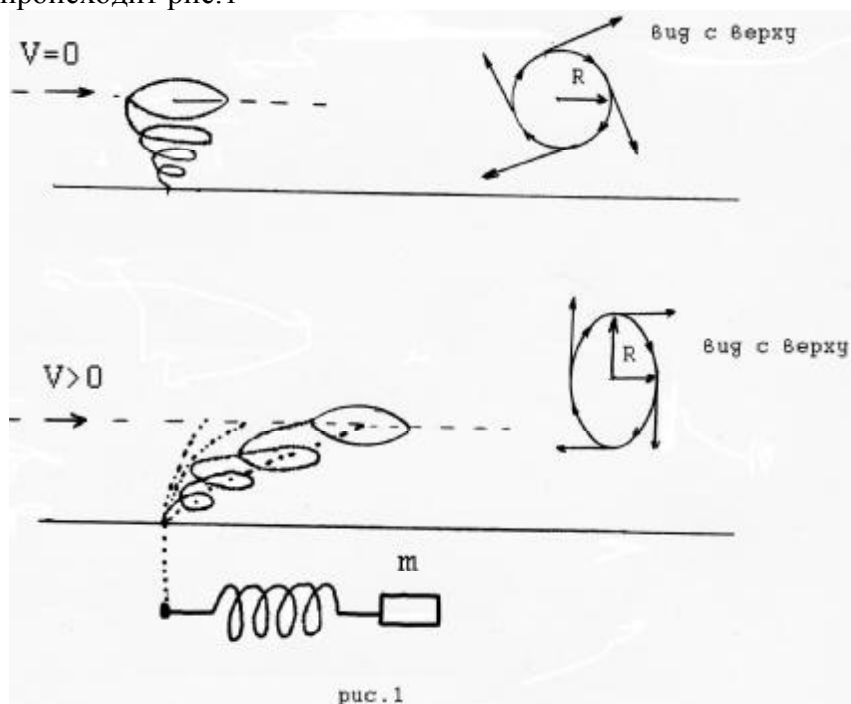


ЧАСТЬ 2

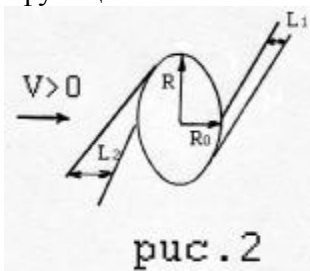
Эксперименты в ванной комнате

ВОДОВОРОТЫ

Поставим эксперименты на воде как наиболее близком и доступном аналоге эфира. Создадим водоворот, но как водоворот заставить двигаться (если гора не идёт к Магомеду то Магомед идёт к воде) оставим водоворот не подвижным а воду сделаем подвижной и понаблюдаем что происходит рис.1



Можно заметить что радиус R изменяется в зависимости от скорости V пропорционально $\sim \sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{\text{содн}}^2}}$ где $C_{\text{содн}}$ максимальная скорость при которой водоворот срывается, видно что угол наклона ведет себя как инерциальная масса и тоже оказывает сопротивление пропорциональное $\sim 1/\sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{\text{содн}}^2}}$ и хорошо описывается этой формулой на определённом участке, но при приближении $V \rightarrow C_{\text{содн}}$ это соотношение нарушается - почему? Также разворачиваются и линии водоворота уплотняясь в перидии и разворачиваясь сзади рис.2 меняя свой угол наклона из-за сложение скоростей $V + V_{\text{содн}}$ как векторов, что приводит к увеличению сопротивления среды, и нарушает зависимость $\sim 1/\sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{\text{содн}}^2}}$, чем ближе $V \rightarrow C_{\text{содн}}$ тем крутизна увеличивается и описывается более высокой степенной функцией.



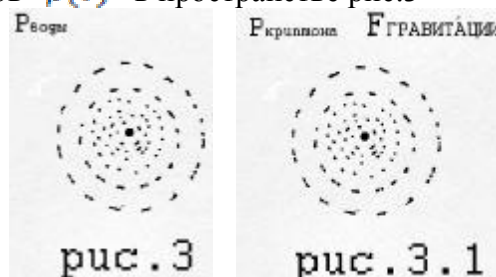
Обозначим дополнительно противодействующую функцию $\Psi(V)$ -функцией вязкости ($\sim 1/\sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{\text{содн}}^2}}$ $\Psi(V)$) которая добавит необходимую степень и скомпенсирует расхождение при $V \rightarrow C_{\text{содн}}$.

Можно произвести эксперимент по аннигиляции встречных водоворотов, заметить что водоворот имеет момент вращения, и что для поддержания стабильных водоворотов нужны определенные условия, другие водовороты распадаются и скорость их распада обратно пропорциональна $\sim \frac{1}{|f - f_{резонансная}|}$ отклонению частоты вращения от резонансной частоты, и прямо пропорционально силе раскрутки $\sim F$, чем сильнее раскрутили тем дольше τ времени живет водоворот, но чем дальше его частота от резонансной (при той же силе раскрутки) тем меньше времени живет водоворот (много общего с жизнью элементарных частиц если ввести определенные правила). Тогда общее время жизни водоворота $\tau \sim K \frac{F}{|f - f_{резонансная}|}$ где (K) коэффициент пропорциональности.

Интересно отметить, что при изменении плотности воды создаётся аналог гравитации между объектами. Так два встречных корабля идущих на встречу друг к другу притягиваются. Но как создать стабильно поддерживающуюся плотность- пожалуй только с помощью водоворотов. Интерес представляли бы опыты во сверх текущих средах из-за отсутствия трения в них в отличии от воды, но проведения их нет возможности. Хотя и основные тенденции и закономерности и на воде можно проследить, но наличие трения может исказить картину. Также заранее убираем и учитываем Кориолисовый эффект.

Далее ведём понятие криптона. Криптон-это дискретный элемент пространства, не эфир. Эфир это нечто проходящее сквозь нас, если сравнивать с эфиром, то мы и есть эфир. Криптон - ни волна и не частица это дискретный элемент пространства, если сравнить с водной моделью, то это аналог дискретной молекулы воды. Будем переносить водную модель на модель пространства, ставя опыты в одной модели (водной) и переносить их на пространственную модель (криптоновую) предполагая их схожесть (приблизительно конечно).

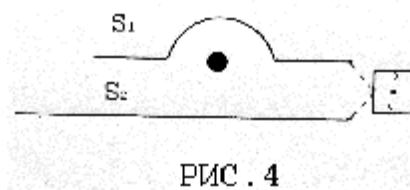
Фактически заметив что изменения плотности в воде вызывает эффект притяжения, перенесём это на криптоновую модель пространства предположив что гравитация есть следствие изменения плотности криптонов $\rho(v)$ в пространстве рис.3



Тогда замечаем что изменением $\rho_{воды}$ плотности воды изменяется и скорость распространения звука $C_{звук}$, где $C_{звук}(\rho)$ -функция плотности, $C_{воздуха} \approx 300 \text{ м/с}$ воздуха а для воды $C_{звук} \approx 1500 \text{ м/с}$ тогда $C_{звук} \rightarrow C_{воздуха}$. Тоест при уменьшении плотности воды скорость звука в воде будет уменьшатся и в прделе стремится нулю $C_{звук} \rightarrow 0$ при $\rho_{воды} \rightarrow 0$.

Тогда приняв что атомы и другие частицы есть водовороты (для воды выполняется принцип суперпозиции-сложения) с учетом принципа суперпозиции сделав перенос на пространственную криптоновую модель в близи больших масс скорость света должна уменьшатся $C_{света} \rightarrow 0$ Тоест $C_{света}(\rho)$ есть функция плотности криптона.

Эксперимент 1. На рис.4 изображены два одинаковых пути $S_1 = S_2$ который проходит свет, но первый путь проходит в близи массивного объекта массой М который искривляет его путь.



Вопрос $\frac{S_1}{C_{света}} = \frac{S_2}{C_{света}}$

Или

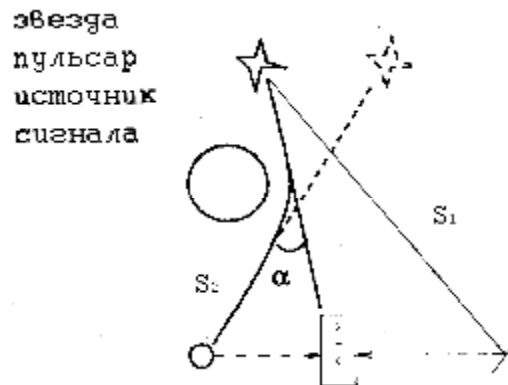
$$\frac{s_1}{c_{\text{света}}} \neq \frac{s_2}{c_{\text{света}}}$$

2

В первом случае скорость света постоянна, а во втором она определённую часть пути прошла со скоростью $V \neq c_{\text{света}}$ в вакууме, а следовательно скорость света изменялась из за изменения плотности ρ криптоновой модели.

$$\frac{s_1}{c_{\text{света}}} - \frac{s_2}{c_{\text{света}}} = \Delta t$$

3



Эксперимент 2 рис.5 Задача та же эксперимент по искривлению пути света возле солнца. Если получается неравенство (2) то часть пути свет прошёл с $V \neq c_{\text{света}}$. И тогда

$$c(\rho(F)) = c_{\text{света}} \left(1 - \frac{F_{\text{гравитация}}}{F_{\text{кривизна}}} \right)$$

4

Рассмотрим водоворот в движении с боку рис.6.

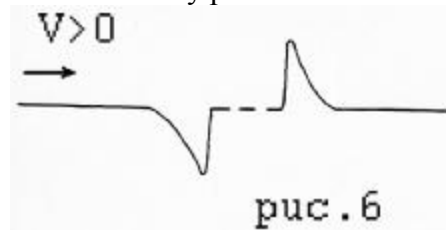


рис. 6

Можно заметить загребной вал впереди и обратный вал сзади, что соответствует увеличению плотности впереди и уменьшению плотности сзади. Можно предположить, сколько впереди прибыло, столько сзади убыло. На рис.7 аналогичная вакуумная криптоновая модель пространства.

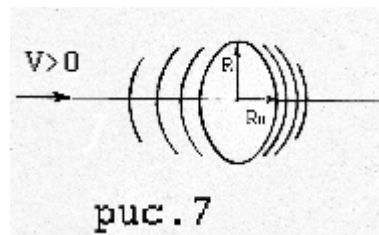


рис. 7

Рассмотрим два водоворота в движении, пошлём между ними сигнал.

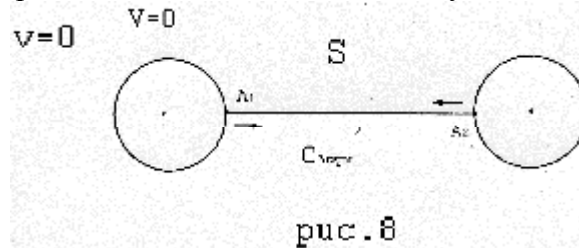


рис. 8

На рис.8 водовороты не движутся и время прохождения сигнала

$$t_{\text{недвижущийся}} = 2S/c_{\text{воды}}$$

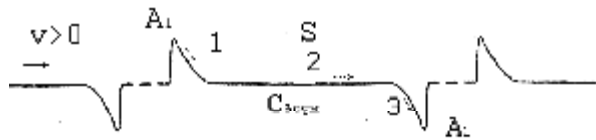
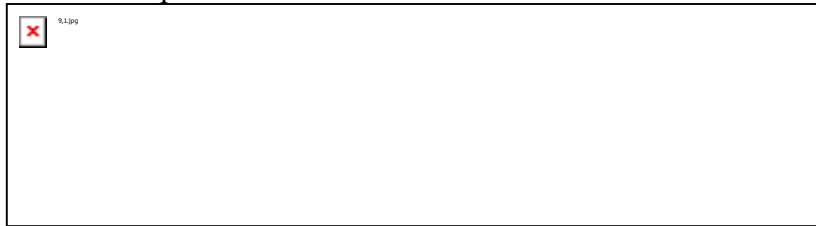


рис. 9

На рис.9 движущиеся водовороты.



На рис.9.1 упрощённая модель, экспоненты заменены прямыми линиями, так легче понять суть и рисовать. Если мы пошлём сигнал от одного водоворота к другому от точки A_1 до точки A_2 путь увеличится и время

$$t_{\text{движущейся}} = 2(S_1 + S_2 + S_3)/(C_{\text{воды}} + v) \quad 5$$

$$t_{\text{движущейся}} = t_{\text{недвижущейся}} \quad 5.1$$

И время прохождения не изменится

Для криптоновой модели рис.9.2 если мы пошлём сигнал от одного водоворота к другому то участок

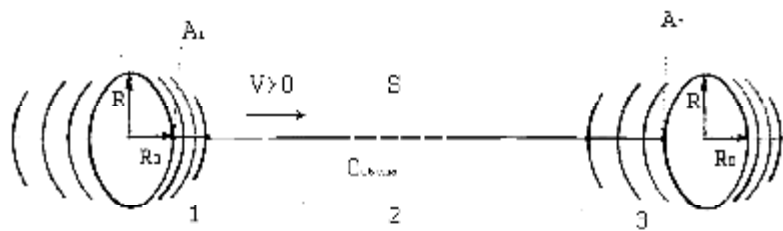


рис. 9.2

1-первый участок он пройдёт со скоростью большей скорости света $C_1 > C_{\text{света}}$

2-второй участок со скоростью света $C_{\text{света}}$

3-третий участок он пройдёт со скоростью меньшей скорости света $C_3 < C_{\text{света}}$

А суммарное время будет такое же как и для стоящего криптонового водоворота (5)

$$t = 2\left(\frac{S_1}{C_1} + \frac{S_2}{C_{\text{света}}} + \frac{S_3}{C_3}\right)$$

$$t_{\text{движущейся}} = t_{\text{недвижущейся}}$$

То есть для наблюдателя в водовороте ничего не изменится так как из за изменяющейся плотности криптонов в вакууме часть пути свет проходит со скоростью большей скорости света из за увеличивающейся плотности криптона ,а часть пути со скоростью меньшей скорости света так как плотность криптона уменьшается . Это аналог опыта Майкельсона-Морли с движущимися зеркалами.

Можно заметить при остановке движущегося водоворота в воде рис.10,11

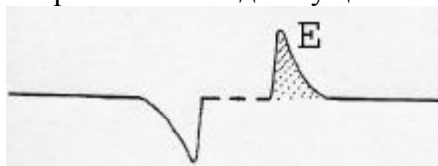


рис. 10

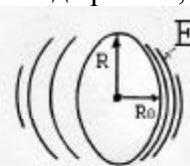
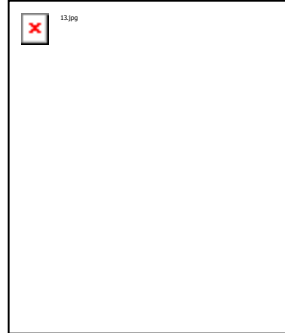
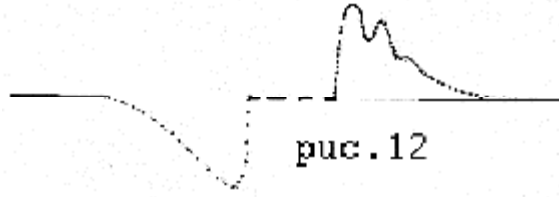


рис. 11

Происходит излучение волны энергией равной $\sim E$ -заштрихованной площади (что происходит с задней частью непонятно из за быстрой остановки планкой водоворот разрушается). Аналогично и для криптоновой модели рис.11 где

$$E = \omega \hbar$$

При больших скоростях $V \gg 0$ в водовороте на гребне появляется гармошка рис.12



Эта гармошка напоминает сдвиг скатерти, не исключено, что при сжатии звезды $M \rightarrow M_{\text{критическая}}$ до чёрной дыры гравитационное поле из пропорционального $1/r^2$ будет вблизи объекта

$$F(r) = GMm (1 + \sin(f(r))) / r^2$$

будет сжиматься в гармошку с определённым периодом T –гравитационным и гравитация тоже волна растянутая в пределе.

Опишем виды водоворотов, для удобства будем их изображать с боку

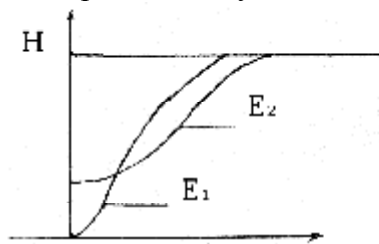


рис. 14

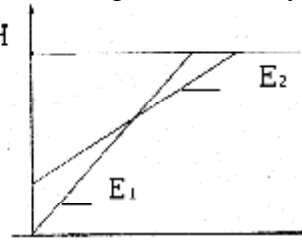


рис. 15

На рис.14 вид водоворота с боку на рис.15 упрощённая модель, как видно из рисунков площади E_1 и E_2 одинаковы и предположительно и энергии водоворотов одинаковы $E_1 = E_2$ но время жизни разное $\tau_1 \neq \tau_2$

При встречных потоках наблюдаются водовороты с противоположным знаком, но очень коротко живущие $\tau_+ \ll \tau_-$ рис.16,рис.16.1

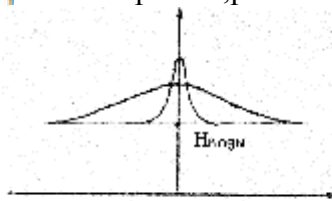


рис. 16

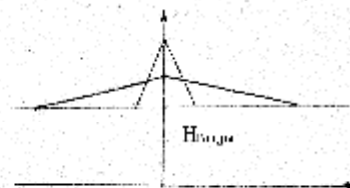


рис. 16.1

Аналогичные модели должны наблюдаться в их криптоновых аналогах с правосторонней закруткой и левосторонней закруткой(по часовой и против часовой стрелки).

Как описывалось раньше при увеличении скорости водоворота рис.17 и рис.18

$V=0$

$V>0$

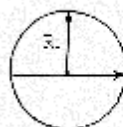


рис. 17

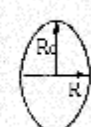


рис. 18

R-продольный радиус уменьшается и в первом приближении описывается как

$$R(v) \sim R_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c_{\text{воды}}^2}}$$

Пропорционально уменьшается и объём водоворота

$$V(v) \sim V_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c_{\text{воды}}^2}}$$

Аналогичные изменения верны и для криптоновой модели с заменой $c_{\text{воды}}$ на $c_{\text{света}}$ но раз уменьшается объём изменяется и ρ плотность внутри водоворота пропорционально а следовательно и скорость внутри водоворота $c_{\text{водоворота}}$ для криптоновой модели изменится, а стало быть и время t внутри движущегося водоворота и стоящего будет разное из за разной плотности внутри их и равно

$$t(v) \sim t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c_{\text{воды}}^2}}$$

Время также дискретно $t(\rho)$ и является функцией плотности криптона, и его можно рассматривать как взаимодействие между криптонами.

Противодействие среды - как аналог увеличения инерционной массы ,как описывалось выше равен

$$m(v) \sim m_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c_{\text{воды}}^2}}}$$

Тоже самое мы должны наблюдать и для их криптоновых аналогов.

В данном случае рассматривалась криптоновая модель со знаком минус где

$$c(\rho) = \frac{\rho(v)}{\rho_{\text{среды}}} c_{\text{света}}$$

Где при создании водоворота плотность уменьшается, и скорость света уменьшается, для водоворотов со знаком минус. Но все изложенные выше рассуждения можно провести и со знаком плюс, где

$$c(\rho) = \frac{\rho_{\text{среды}}}{\rho(v)} c_{\text{света}}$$

Где с созданием водоворота плотность увеличивается, а скорость света уменьшается, для водоворота со знаком плюс который трудно создать экспериментально. Плюсовая и минусовая модель почти симметричны, но в (минусовой модели) одном случае $\rho(v) \rightarrow 0$, а в (плюсовой модели) другом случае $\rho(v) \rightarrow \infty$.

Водоворотная криптоновая модель не противоречит физическим опытам, она лишь интерпретирует, рассматривает их с другой точки зрения.

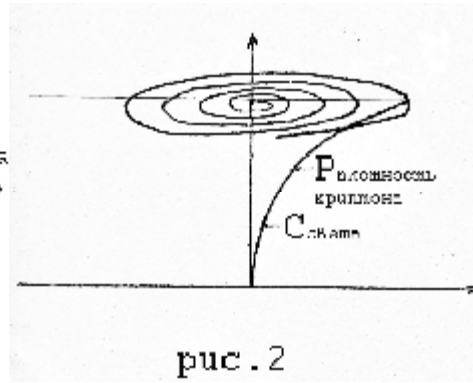
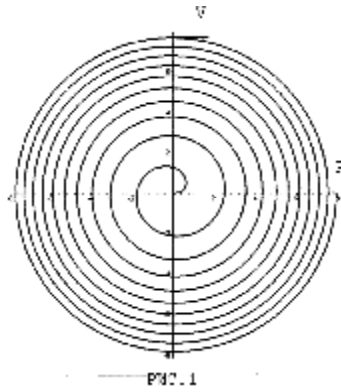
Как ни странно, материю, которую мы наблюдаем, это скорее отсутствие матери с точки зрения криптоновой модели

Часть 3

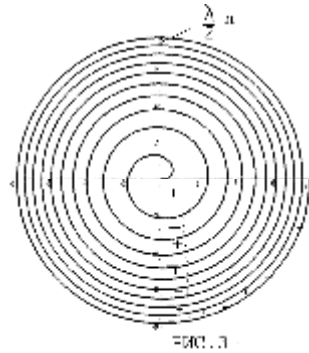
Плоскость - создающая объём

Зададимся вопросом, почему все формулы которые мы знаем (основные) уменьшаются пропорционально $\frac{1}{R^2}$ хотя по логике увеличиваясь в объёме, они должны уменьшатся пропорционально $\frac{1}{R^3}$ кубу?

Совместим водоворотную и криптоновую теорию со светом. Вместо двух встречных потоков встречаются два световых потока, они могут пройти сквозь друг друга, как мы часто видим волны на воде. Но при определенных условиях их векторы напряжённости $E_1 + E_1$ могут создавать водоворот, который захватит два световых потока, превратив поступательную энергию во вращательную создавая спираль.



Но мы знаем что свет движется со скоростью света, а скорость спирали рис.1 по мере приближения к центру стремится к нулю $V_{\text{спирали}} \rightarrow 0$ при $R \rightarrow 0$ что бы удовлетворить этому требованию плотность водоворота $\rho(v)$ при $R \rightarrow 0$ должна стремиться к нулю $\rho(v) \rightarrow 0$ и скорость света при $R \rightarrow 0$ тоже будет стремиться к нулю $C_{\text{света}} \rightarrow 0$. Тогда система будет устойчива и не противоречива. Изменение плотности водоворота к центру приводит к изменению скорости света, создавая условия для стабильной системы.



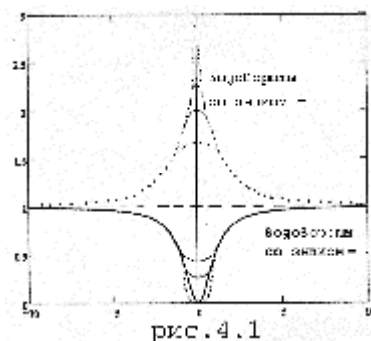
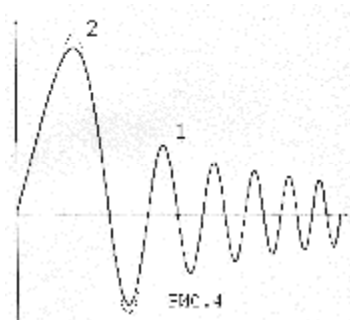
Но световая волна состоит из чередующихся (+ - + - + - +) плюсов и минусов векторов напряжённости электрического (магнитного) полей. Каково их расположение должно быть в спирали, и какое значение упаковка имеет для устойчивости системы (τ -жизни) рис.3

Разумно предположить, что если все (-) минусы будут располагаться против (+) плюсов то это придаст дополнительную устойчивость системе, если часть их будет не совпадать, то чем больше будет эта часть тем меньше будет время жизни системы τ -жизни что приведёт к распаду.

Заметим что свет характеризуется плоскостными функциями E и H , поэтому полученная система тоже будет характеризоваться плоскостными функциями то есть все зависимости будут пропорциональны $\sim r^2$ или $\frac{1}{r^2}$ а система похожа на завернутый лист. Если сделать срез по середине, то вид будет как на рис.4 график 1. Где график представлен функцией

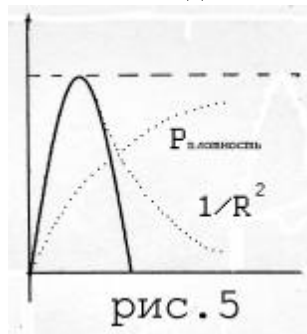
$$A(R) = (A_0/f(R)) \sin(\omega_0 f(R))$$

,где $f(R) = \frac{c(\rho)}{C_{\text{света}}}$ - функция пропорциональности, при $R \rightarrow 0$, $c(\rho) \rightarrow 0$, $f(R) \rightarrow 0$, где $C_{\text{света}}$ средняя величина характеризующая плотность криволиней(вакуума) ω_0 -частота кванта света, A_0 -его амплитуда.



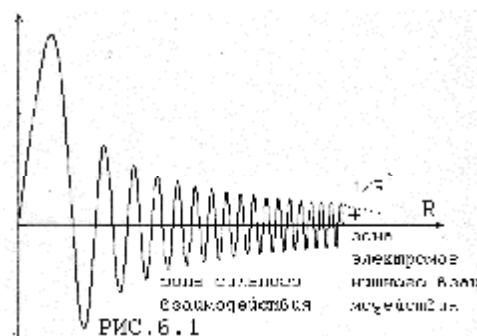
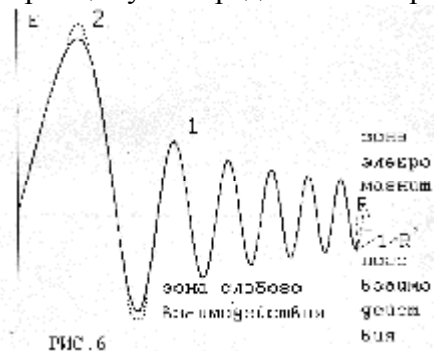
Из-за того, что водоворот лишь в первом приближении обратно пропорционален квадрату, по форме же ближе к перевернутому колоколу рис.4.1 первые синусоиды будут вытянуты график 2 рис.4

Рассмотрим водоворот сделанный половиной длины волны $\lambda/2$, рис.5

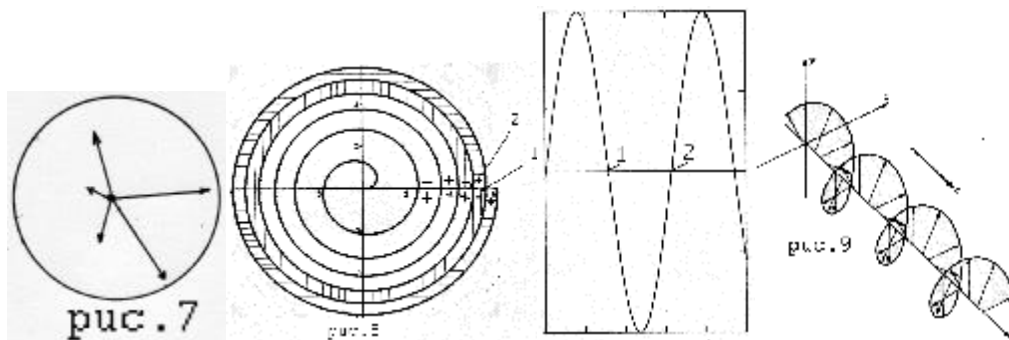


Наложив на половину длины волны водоворота видим, что водоворот вывернет концы синусоиды до бесконечности, концы будут убывать пропорционально $\frac{1}{r^2}$. С учётом сказанного, концы на рис.4 надо переписать и окончательно получим вид рис.6 (для предположительно электрона) и рис.6.1(протона). Концы вывернуты и убывают $\sim \frac{1}{r^2}$ за счёт действия водоворота и плоскостной функции.

При введении понятия криптона как элемента дискретного пространства ничего не говорилось о его свойствах кроме как что это аналог сверх проводящей жидкости, предположим что он так же как и дискретные молекулы совершает хаотические движения во всех направлениях и обладает в сумме бесконечной энергией (которая скорее всего лежит в основе создания нашей вселенной), что близко к модели воды, молекулы которой совершают беспорядочные движения. Тогда центр водоворота будет также хаотически двигаться (Гауссово распределение), удовлетворяя принципу неопределённости рис.7.



По теории большого взрыва наша вселенная сначала имела ограниченный объём потом начала увеличиваться. Попробуем смоделировать этот процесс на водной модели с учётом дрожания водоворотной модели. Возьмём ограниченную ёмкость (тазик) и заставим его дрожать-вибрировать, что мы видим из за ограниченного пространства волны отражаются от стенок и начинают гармонизироваться- это не белый шум с равномерным спектром, при увеличении ёмкости волны делятся и в сверх проводящей среде накапливаются. Это хорошо видно, если вы возьмёте стакан и потрясёте его и посмотрите на рябь моря. Гармоники возникающие в криптоновом пространстве, могут также влиять на стабильность водоворотов и их формирования, и частоту колебания (биений).



Если вид водоворота будет как на рис. 8. То по закону самоиндукции произойдёт деление, водоворот создаст свой противоположный образ, потеряв половину энергии (электрон-позитрон, частица – античастица). Не стоит забывать, что водовороты могут быть как со знаком минус, так и со знаком плюс рис.4.1.

При испускании такой водоворотной антенной электромагнитной волны – кванта света, она будет придавать ему, момент вращения, и будет упаковывать его в виде штопора с изменяющейся плотностью криптона рис.9.

Поэтому квант света как бы вкручивается в пространство и его энергия будет равна энергии электромагнитной волны плюс энергия криптонового буравчика (штопора) рис.9.

$$E_{\text{суммарное}} = E_{\text{волны}} + E_{\text{криптона}}$$

Поэтому интерес представляют квантовые антенны, построенные по аналогичному типу рис.10

Так послав на луну лазерный луч диаметром один сантиметр мы получим луч диаметром двести метров(пятно) . Квантовые антенны это своего рода аналог нарезного ружья в котором за счёт придания пули вращательного момента по сравнению с гладкоствольным ружьём уменьшается рассеивание выпускаемых пуль.

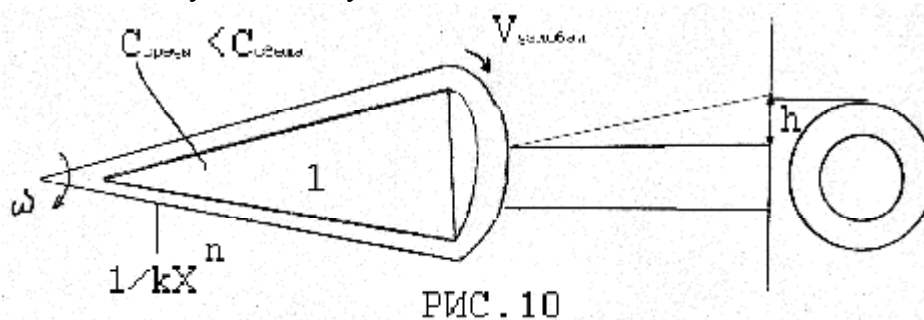


РИС . 10

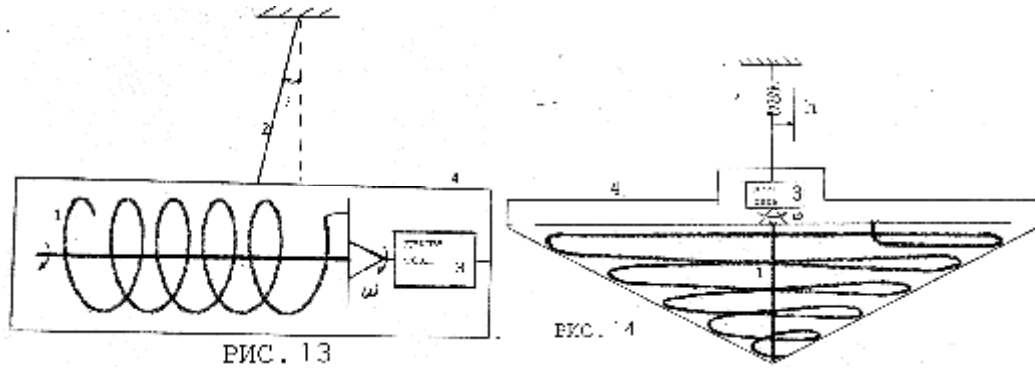
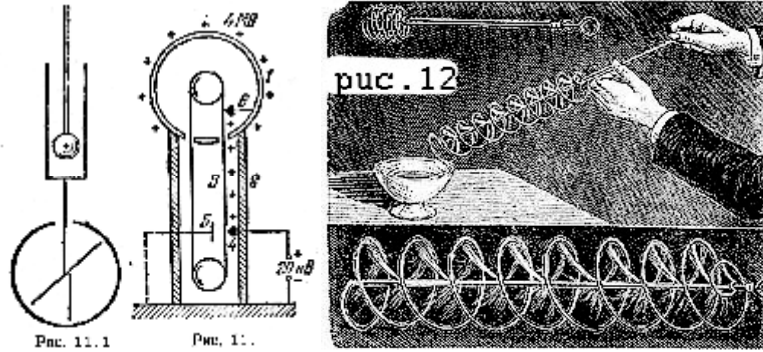
На рис.10 цифра 1- это среда эмитирующая неоднородную плотность криптона, $1/KX^n$ - имитатор разновидности водоворота на поверхности которого находится излучающая функция распределения рис.6 ,рис.6.1; V – угловая скорость, при $V_{\text{угловая}} \rightarrow C_{\text{среды}}$ рассеивание $h \rightarrow 0$

$$h(V) = h_0 \frac{V_{\text{угловая}}}{C_{\text{среды}}}$$

Интерес представляют и квантовые двигатели которые могут быть построены без вращательных деталей (используя индукцию) – вращаются поля. Так если масса фотона $M_{\text{фотона}}$, $E_{\text{фотона}}$ напряжённость электромагнитного поля фотона, то чтобы создать аналогичную тягу для массы тела $M=1$ килограмм необходима напряжённость поля E будет равна

$$E_M = \frac{M}{M_{\text{фотона}}} E_{\text{фотона}}$$

Создав такой буравчик можно создавать тягу, но напряжённости электромагнитного поля требуются огромные.



Но как создать такие поля? Из опытов Фарадея рис.11. если тело сделать полым, то ему можно придать сколь угодно большой заряд - электрический генератор Ван-де-Граафа. А для того что бы полю придать нужную конфигурацию лучше подойдет полый протяженный цилиндр рис.11.1 – или проводящая труба, легко гнущаяся в которой заряд также будет скапливаться на поверхности. Конфигурация поля, которую надо создать напоминает мыльный винт рис.12 . Используем ту же конструкцию, построим её полыми проводящими цилиндрами и зарядим внешнюю спираль и внутреннюю ось противоположными зарядами и придадим вращение рис.13 (аналог электромагнитного винта Архимеда). Полученная сила тяги равна

$$F_{тяги} = K \omega \sum_i E_i L_i \sin \beta_i \cdot = K \omega \int_0^L E(a) L(a) \sin \beta(a) dL$$

Где К-коэффициент пропорциональности, ω - частота вращения, $E(a)$ – вектор напряжённости электрического поля, $L(a)$ – длина спирали, $\beta(a)$ - угол пересечения касательной к спирали с осью. На рис.13 , 1-это пустотелый цилиндр, что позволяет заряду, при передаче скапливаться на поверхности, 2 –нить, 3 –мотор, 4 – кожух, что бы исключить эффект отталкивания от воздуха. На рис.14. 2 – это пружина фиксирующая отклонение и силу F . Цилиндрическая конструкция рис.13 при раскрутки вибрирует, конструкция на рис.14 –(юла) более устойчивая.

Сделаем некоторые выводы-

- 1.Водоворотно криптоновая модель связывает теорию относительности с квантовой теорией и рассматривает эксперименты под другим углом зрения.
2. Любое ускорение вызывает изменение плотности криптона $\frac{dv}{dt} = \frac{d\rho(v)}{dt}$ и создаёт гравитацию.
- 3.Скорость света есть функция плотности криптона $C_{эффма}(\rho)$.
- 4.Многообразию водоворотов - соответствует многообразие элементарных частиц (в зависимости от упаковки).
- 5.Пространство и время – дискретны.
- 6.Все константы изменяются и зависят от плотности кроме отношений
- 7.Графитация -это изменение плотности пространства (криптона)

СОДЕРЖАНИЕ

<i>І. ПЕТІК, О. МАЗАЄВА, З. ФЕДЯКІНА, Д. СЕМЕНОВА, Н. СИДОРОВА</i> К ВОПРОСУ ЭКСТРАГИРУЕМОСТИ СОПУТСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ПРОЦЕССЕ ЭТАНОЛЬНОЙ ЭКСТРАКЦИИ	3
<i>В.В. КАРАБУТОВ, Л.М. ГОРШКОВА, М.А. ЛАБЕЙКО, З.П. ФЕДЯКИНА</i> ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ СЕМЯН И ШРОТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	9
<i>М. А. ЛАБЕЙКО, Л. М. ГОРШКОВА, З. П. ФЕДЯКИНА, Л.П. РАДЧЕНКО</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПИТАНИЯ И РОЛЬ БЕЛКОВ В СОЗДАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	13
<i>О.К. КУШНАРЕНКО, З.П. ФЕДЯКІНА, Л.В. РУБІНА, Л.М. ФІЛЕНКО</i> СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ТВЕРДЫХ ЖИРОВ И МАРГАРИНОВОЙ ПРОДУКЦИИ	18
<i>ОСМАНОВА О.В., ВІНОГРАДНИЙ М.М., ГЛАДКИЙ Ф.Ф.</i> ФЕРМЕНТНА ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ ХАРЧОВИХ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН	24
<i>РИЖКОВА Т.М., ТРУСКОВА Т.Ю., КУЗНЕЦОВА Л.М.</i> ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ СІЧУЖНИХ СІРІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ІЗ КОЗИНОГО МОЛОКА ЗА ДОПОМОГОЮ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ	29
<i>НЕКРАСОВ П.О., РЕШЕТНЯК Н.В.</i> БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ ДІАЦИЛГЛЦЕРИНІВ ω-3 НЕНАСИЧЕНИХ ЖИРНИХ КИСЛОТ	32
<i>В.Ю. БАРШТЕЙН</i> СОВРЕМЕННЫЕ ЭКСТРАКЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ	36

<i>І. М. ДЕМИДОВ, Г. І. ЗЛАТКІНА</i>	42
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОДУКТІВ ПЕРЕЕТЕРИФІКАЦІЇ ЕТИЛОВИХ ЕСТЕРІВ ЛИМОННОЇ КИСЛОТИ ІЗ ХАРЧОВИМИ ЖИРАМИ	
<i>Л. В. ПЕШУК, І. Г. РАДЗІЄВСЬКА</i>	46
ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНОГО ЖИРУ В ТЕХНОЛОГІЇ НОВИХ МАРГАРИНІВ	
<i>ЛЕВЧУК І. В., КИЩЕНКОВ. А.</i>	51
МАСЛА И МАСЛОСОДЕРЖАЩИЕ ПРОДУКТЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗ[А]ПИРЕНА МЕТОДАМИ ВЭЖХ И ГЖХ- МС	
<i>А. П. МЕЛЬНИК, Я. І СЕНИШИН, КРАМАРЕВ С. О., МАТВЄЄВА Т. В.</i>	57
ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЄЖИРОВОЇ ТА ВІДНОВЛЮВАНОЇ СИРОВИНИ В ПОВЕРХНЕВОАКТИВНІ РЕЧОВИНИ ТА ПАЛИВА	
<i>Т. Т. НОСЕНКО</i>	63
РОЗВИТОК ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ БІЛКІВ ІЗ ШРОТІВ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	
<i>КОВАЛЕНКО В. А, МОСКАЛЕНКО О. В.</i>	68
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУФАБРИКАТА БЕЛКОВОГО НА ОСНОВЕ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ ДЛЯ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	
<i>І. В. ЧОНІ</i>	79
ОТРИМАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНОМАНІТНИХ ГІПОТЕЗ ПРО ХАРАКТЕР ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОУСІВ НА ЕМУЛЬСІЙНІЙ ОСНОВІ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНГРЕДІЄНТІВ	
<i>Т. В. ТРОЦІЙ</i>	82
РОЗРАХУНОК КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТЕРМОФОРМОВАНИХ ГАРНІРІВ ДЛЯ СУПІВ	
<i>А. А. КОТЕЛЕВСЬКА, О. А. ЛИТВИНЕНКО, М. Д. КОНЄВ</i>	86
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІЇ ТЕПЛА НА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД БІЛКІВ СОНЯШНИКОВОГО ШРОТУ	

М.А. ЦЕЙТЛИН, В.Ф. РАЙКО, М.Э. ДАССУКИ	90
АБСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Б.В. ДЗЮНДЗЮК, Т.Е. СТЫЦЕНКО, И.И. ХОНДАК	94
БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ МОНИТОРОВ	
Д.Л. ДОНСКОЙ	98
О НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ КУРСОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ	
СЕРДЮКОВ О.Э., ПИТАК И.В., ШАПОРЕВ В.П.	101
МАССООБМЕН В ТВЕРДОЙ ЧАСТИЦЕ $MgCO_3$ ПРИ ОБЖИГЕ В АТМОСФЕРЕ С МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ГАЗОВОЙ СМЕСЬЮ	
Ю.Б. КРЮКОВ	107
ВАРЬИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПРОКАТКИ С УЧЕТОМ ИСТИННЫХ ГРАНИЦ ВЫХОДА И ПОПЕРЕЧНОГО ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В НЕСТАЦИОНАРНОМ ОЧАГЕ ДЕФОРМАЦИИ	
В.С. МЕДВЕДЕВ	114
МЕТОДИКА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ КАЛИБРОВОК ВАЛКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЩИЧНЫХ КАЛИБРОВ	
М.А. МАКСИМОВА, А.В. ЧИГРИН, А.В. БЕЛОГУБ	121
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ПРИМЕРАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ПОРШНЕЙ	
Е.П. ВТОРОВ, С.В. СОТНИК, БОЙКО Е.А.	113
ВЫБОР МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЛИТЬЕВОЙ ФОРМЫ	
А. Г. ЖУРИЛО	125
ПОБУДОВА ДЕЯКИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ТІЛ У ДИМЕТРІЇ	

О.А. ЮРЧЕНКО, Г.В. ОЛІЙНИК ВАЛКИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛІВ ІЗ ТРАВЛЕНОЇ ЗАГОТІВКИ І ЗАГОТІВКИ З ПОКРИТТЯМ	128
В. В. КУЛЕШОВ, В. М. КУЛЕШОВ, М. П. НОСЕНКО УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ВАНТАЖНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ	136
ПОЛИЩУК В. Н., ХОМУТОВА Е.Л., В.Ф.РОЙ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ И МЕСТ ВКЛЮЧЕНИЯ БЕСКОНТАКТНОЙ КОММУТАЦИОННО-РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	140
С.Н. ЯЛОВЕНКО ЧЁРНЫЙ ПРЕДЕЛ. ЧАСТЬ 1. Теория относительности. Новый взгляд	144

Наукове видання

**ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"**

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №43

Технічний редактор Т.Л. Коворотний

Відповідальний за випуск В.М. Луньова

Обл.-вид. №188-08

Підписано до друку 08.12.2008. Формат 60x84/16 Папір офсетний. Друк
різографічний. Ум.-друк. арк. 8. Зам. №19

Надруковано у видавництві "Технологічний центр".
61145 Харків, вул. Новгородська 3а
Тел./факс (057) 750-89-90