ВЕСТНИК НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА "ХПИ"

Сборник научных трудов

8'2009

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.
АИ. 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.
В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.
В.И. Кравченко, д-р техн. наук, проф.
О.К.Морачковский, д-р техн наук, проф.
П.Г. Перерва, д-р энон. наук. проф.
Н.И. Погорелов, д-р техн. наук, проф.
М.И. Рыщенко, д-р техн. наук, проф.
В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.
В.П. Себко, д-р техн. наук. проф.
В.И. Таран, д-р техн. наук, проф.
Ю.В. Тимофеев, д-р техн. наук, проф.
А Ф. Шеховцов, д-р техн. наук, проф
Е.И. Юносова. д-р фил. наук, проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Ответственный редактор
Е.И. Сокол, д-р техн .наук, проф.

Ответственный секретарь
О.В. Саввова, канд. техн. наук

Г.И. Львов, д-р техн.наук, проф.
А.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.
И.В. Кононенко, д-р техн. наук, проф.
Л.Г. Раскин, д-р техн. наук, проф.
В.Я. Заруба, д-р техн. наук, проф.
В.Я. Терзиян, д-р техн. наук, проф.
М.Д. Узунян, д-р техн. наук, проф.
Б.А. Перепелица, д-р техн. наук, проф.
Л.Л. Брагина, д-р техн. наук, проф.
В.И. Шустиков, д-р техн. наук, проф.
В.И. Тошинский, д-р техн. наук, проф.
Р.Д. Сытник, д-р техн. наук, проф.
В.Г. Данько, д-р техн. наук, проф.
В.Б. Клепиков, д-р техн. наук, проф.
Б.В. Клименко, д-р техн. наук, проф.
Г.Г. Жемеров, д-р техн. наук, проф.
В.Т. Долбня, д-р техн. наук, проф.
Н.Н. Александров, д-р техн. наук, проф.
П.Г. Перерва, д-р энон. наук, проф.
Н.И. Погорелов, д-р энон. 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- 2009. -№ 8 - 108 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 № 4 від 10.04.2009

Національний технічний університет „ХПІ" 2009

УДК 665.3

Ф.Ф. ГЛАДКИЙ, докт. техн. наук, професор, НТУ «ХПІ»
О.П. ЧУМАК, канд. техн. наук, професор,
К.В. МАРКОВ, мол. наук. співр.,
Л.В. ГАСЮК, старший. наук. співр.,
О.В. ЗИМНЕНКО, аспірант,
В.Ю. ЛОГАЧЕВ, наук. співр., НТУ «ХПІ» (м. Харків)

ДО ПИТАННЯ ПРО ФЕРМЕНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДИФІКУВАННЯ ТА ОЧИСТКИ ЖИРІВ

Розглянуто результати досліджень перетворень супутніх жирам речовин (фосфоліпідів, жирних кислот) за допомогою ферментних препаратів. Визначено нові шляхи розвитку методів очистки жирів, основні закономірності перетворення жирів (ацилгліцеринів) під впливом ферментів, зокрема етанолізу і гідролізу. Здійснено модифікування ацилгліцеринів шляхом переетерифікації з етиловими ефірами відповідних жирних кислот за участю специфічних ліполітичних ферментних препаратів, що дало можливість одержання спеціальних кондитерських жирів високої якості.

Рассмотрены результаты исследований преобразования сопутствующих жирам веществ (фосфолипидов, жирных кислот) с помощью ферментных препаратов. Определены новые пути развития методов очистки жиров, основные закономерности преобразования жиров (ацилглицеринов) под влиянием ферментов, в частности етанолиза и гидролиза. Осуществлено модифицирование ацилглицеринов путем переэтерификации с этиловыми эфирами соответствующих жирных кислот при участии специфических липолитических ферментных препаратов, что дало возможность получения специальных кондитерских жиров высокого качества.

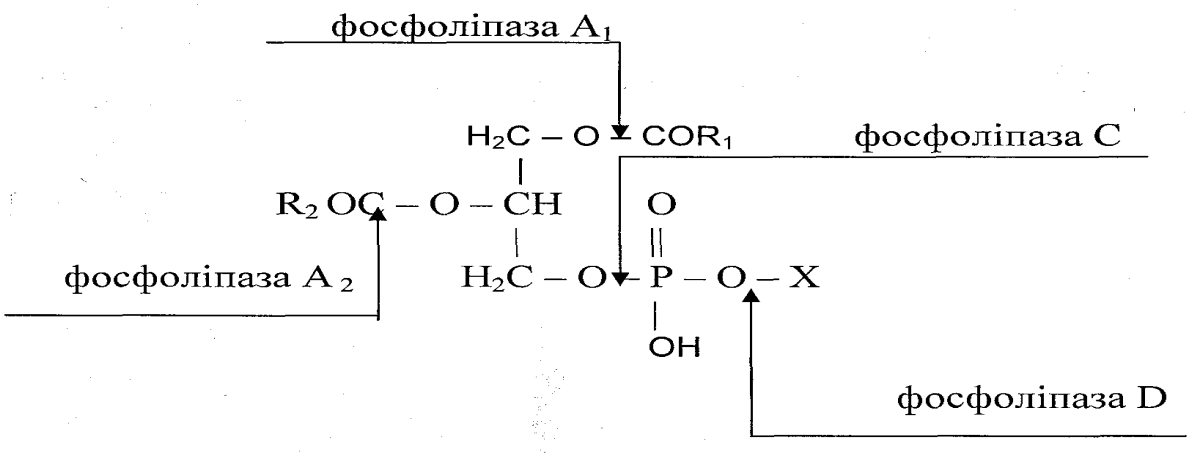
It was observed the results of transformation investigations of accomplying to fats substances (phospholipids, fatty acids) by enzymatic preparation. It was defined new ways of developing methods of fats refining, basic regularities of fats transformation (acylglycerols) by enzyme, particularly by ethanolysis and hydrolysis. It was realized modification of acelglycerols by interesterification with respective fatty acid ethyl ether with specific fat-splitting enzyme preparation. These results gave an opportunity to obtain high quality special confectioner fats.

В теперішній час в Україні, як і в інших країнах очистка жирів від супутніх речовин (рафінація) здійснюється традиційними методами із застосуванням хімічних реагентів (лугів, кислот і таке інше). Частина супутніх речовин видаляються з жирів під вакуумом. Все це потребує великих енергетичних затрат і сприяє утворенню великої кількості відходів. Тому дослідження перетворень супутніх жирам речовин за допомогою ферментів (ензимів) є актуальною задачею.

До речовин, що супутні ацилгліцеринам в жирах, належать жирні кислоти, воски, фосфоліпіди, речовини, що обумовлюють забарвлення жирів, смак та запах жирів, вітаміни, стероли, а також неспецифічні супутні речовини.

Об'єкт досліджень – група ліполітичних ферментів (ензимів), як специфічних, так і неспецифічних, на носіях і водорозчинних та речовини супутні жирам, такі як фосфоліпіди і жирні кислоти.

Існуючі розробки та технології ферментної гідратації ґрунтуються на реакції гідролізу фосфоліпідів олії за допомогою ферментів підкласу гідролаз (за міжнародною класифікацією К. Ф 3.1) – фосфоліпаз. Вони каталізують перетворення фосфоромістивних сполук жирового походження (так званих фосфоліпідів), тобто сприяють гідролізу складно- ефірного зв'язку молекули фосфоліпіду. Серед них – фосфоліпази A_1, A_2, С і Д, які розрізняються характером дії на субстрат. Принципова дія ферментів на фосфоліпіди має вигляд:



де R_1, R_2 – насичені або ненасичені жирні вуглеводні залишки жирних кислот;
X - водень, азотисті основи або залишок поліолу.

Фосфоліпази A_1 (К.Ф. 3.1.1.32, фосфатид-1-ацилгідролази), каталізують гідроліз складно ефірного зв'язку молекули фосфоліпіду в α-положенні, міститься у сокові підшлункової залози тварин і людини [1].

Фосфоліпази A_2 (К,Ф, 3.1.1.4, фосфатид-2-ацилгідролази), що каталізує гідроліз складно ефірного зв'язку молекули фосфоліпіду в β-положенні, прийнято розділяти на 3 класи: ферменти отрут (комах, змій, скорпіонів, бджіл, ос, кобр); травні ензими; внутріклітинні, які містяться у тканинах рослин і мікроорганізмів [2]. Вони суттєво розрізняються за структурою, субстратною специфічністю, біологічною дією та фізико-хімічними властивостями [3]. Активний і найбільш вивчений ензим цього типу знаходиться в отрутах [1-4].

Фосфоліпаза С (К,Ф, 3.1.4.3, каталізує гідроліз складно ефірного зв'язку між діацилгліцерином та заміщеною фосфорною кислотою; відомі фосфатидилхолін-холінфосфогідролаза та фосфатидилінозитол-інозитфосфогідролаза) входять до складу бактерійних токсинів. У невеликих кількостях вона знайдені у зв'язаному стані в тканинах тварин, у тому числі у тканинах мозку [1,5,6].

Фосфоліпаза D (К,Ф, 3.1.4.4, каталізує гідроліз склано ефірного зв'язку між фосфатною групою та спиртом, у молекулі фосфоліпіду) міститься в рослинних тканинах (листя капусти, коренеплоди редьки, насіння бавовнику та ін.), а також в тканинах деяких тварин, а саме – пацюків [1,2].

Проаналізувавши асортимент фосфоліпази і вивчивши ринок ензимних препаратів цього типу, для досліджень було обрано доступні для України промислові препарати фосфоліпази А датської фірми «Novozymes», а саме фосфоліпази A_2 (Lecitase 10 L) та A_1 (Lecitase Novo, Lecitase Ultra).

Була поставлена мета – визначення умов застосування ензимів типу гідролаз для одержання лізоформ фосфоліпідів і етерифікації жирних кислот, що містяться у жирі, виявлення основних закономірностей біоконверсії речовин, супутніх жирам.

Основні наукові результати виконаних досліджень полягають у визначенні закономірностей перетворень речовин, супутніх жирам – фосфоліпідів і жирних кислот за участю ліполітичних ферментів. Визначено також склад і вміст фосфоліпідів, жирних кислот у нових сортах соняшнику, що надані Академією аграрних наук України.

Досліджено кінетику гідролізу фосфоліпідів, визначено максимальну швидкість реакції, константу Міхаеліса та ефективну температуру.

Доведено, що у складі фосфоліпідів після ферментної гідратації збільшується вміст лізоформ, головним чином лізофосфатидилетаноламінів і лізофосфатидилхолінів.

Доведено також можливість етерифікації жирних кислот, що містяться в соняшниковій олії, етиловим спиртом. Це відкриває можливість створення нового харчового продукту, а саме олій збагачених компонентами, що легко засвоюються (етиловими ефірами жирних кислот).

Достовірність наукових результатів підтверджена даними, що отримані в промислових умовах на Пологівському олієекстрактивному заводі.

Відомо очищення олій від жирних кислот шляхом дистиляції, при якій використовуються понижені тиски і високі температури.

Недосконалістю способу є те, що в процесі утворюються речовини з темним кольором і неприємним запахом, а сам спосіб є високо енергозатратним.

Відомий спосіб рафінації олій та жирів, за яким їх обробляють лужними реагентами, наприклад водним розчином гідроксиду натрію при температурах 40 – 90 ^{0}C [7].

Недолік цього способу полягає в тому, що жирні кислоти, які видаляються при обробці лужним реагентом перетворюється в солі жирних кислот – мила. При цьому утворюються водні розчини мил, які емульгують олію чи жир, утворюючи жировмістний відхід виробництва – соапсток, кількість якого тим більше, чим більше кислотне число олії чи жиру. Крім того гідроксид натрію є небезпечною речовиною, яка потребує спеціальних заходів для безпечного використання способу.

Була поставлена мета – спростити технологія очищення олій та жирів від жирних кислот за допомогою ферментних препаратів.

Поставлену задачу було досягнуто при використанні замість лугу гліцерину, яким обробляли олії та жири в присутності специфічного ліполітичного імобілізованого або неімобілізованого ферменту, підтримуючи співвідношення мас олії чи жири : гліцерин : фермент рівним 100 : 0,5÷5 : 0,1÷10, температуру 30 – 80 ^{0}C, тиск 20 – 50 мм рт. ст. впродовж 0,5 – 15 годин.

Зміна кислотного числа олій після проведення рафінації ферментативним методом наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Зміна кислотного числа олії після рафінації при використанні ферментів

№ п/п	Фермент	Вихідне КЧ, мг КОН/г	Кінцеве КЧ, мг КОН/г	Час реакції, год
1	Ліпозим RMIM	4,5	0,3	7
2	Новозим 435	5,2	0,2	3,5
3	Новозим 435	5,8	0,25	7
4	Ліпозим TLIM	3,0	0,3	6

Переваги такого способу рафінації полягають в тому, що: рафінацію здійснюють в одну стадію; жирні кислоти не видаляються з олій чи жирів, а перетворюються в ацилгліцерини; при здійсненні способу не утворюються відходи; зменшено втрати вихідної олії чи жиру; гліцерин, як реагент, екологічно чистий, безпечний продукт порівняно з о-фосфорною кислотою та каустичною содою.

На дану технологія було отримано патент №30031 «Спосіб рафінації олій та жирів» від 11.02.2008р.

Практична ж цінність виконаних досліджень полягає у визначенні нових шляхів розвитку методів очистки жирів за допомогою ензимів від супутніх речовин.

Слід зазначити, що в теперішній час в Україні, як і в країнах СНД, виробництво харчових добавок – етилових ефірів жирних кислот, моно- і діацилгліцеринів, що можна класифікувати як покращувачі якості харчових продуктів, здійснюється із застосуванням хімічних реагентів (лугів, кислот і т. ін.). Технологія цих продуктів досить складна і потребує великих витрат енергії. До того ж очистка кінцевих продуктів призводить до утворення значної кількості відходів. Так, наприклад, синтез моно- і діацилгліцеринів потребує спеціального обладнання (цільова фракція моноацилгліцеринів виділяється шляхом молекулярної дистиляції) [8,9].

Тому дослідження перетворень жирів за допомогою ферментів і винайдення умов одержання цільових продуктів зі значно меншими енергетичними витратами і високим виходом є актуальними і необхідними.

Мета, яку поставила перед собою група дослідників була у визначенні основних закономірностей перетворення жирів (ацилгліцеринів) під впливом ферментів, зокрема етанолізу і гідролізу.

Кінцева мета роботи була реалізована через такі ступені:

- оцінка властивостей ферментних препаратів відповідного класу, що виробляється промисловістю або має статус дослідно-промислових зразків; визначення зовнішніх факторів на перебіг відповідних реакцій;
- визначення раціональних умов одержання складних ефірів жирних кислот і неповних ацилгліцеринів.

Основними науковими результатами виконаної роботи стали такі.

Доведено можливість використання ферментних препаратів на носіях Ліпозим TLIM, Ліпозим RMIM і Новозим 435 щодо перетворення ацилгліцеринів (жирів) зокрема алкоголізу за участю моно- і багатоатомних спиртів.

Виявлено, що при реакції етанолізу максимальна ступінь перетворення триацилгліцеринів за допомогою ферментного препарату Ліпозим TLIM становить 82% масових, за допомогою ферменту Ліпозим RMIM становить близько 80% масових, і максимальна ступінь перетворення становить 94% масових за допомогою ферментного препарату Новозим 435.

Встановлено, що при реакції гліцеролізу ступінь перетворення триацилгліцеринів за допомогою ферментного препарату Ліпозим TLIM становить 34,4% масових, за допомогою ферментного препарату Ліпозим RMIM – 17,4 % масових, і максимальна ступінь перетворення становить 85,5% масових за допомогою ферментного препарату Новозим 435.

Визначено раціональні умови алкоголізу, а саме: тривалість періоду найбільшої швидкості реакції – 2 години; температура для ферментних препаратів Ліпозим TLIM і Ліпозим RMIM 30 – 35 ^{0}C, для ферментного препарату Новозим 435 60 – 70 ^{0}C; співвідношення компонентів стехіометричне.

Достовірність одержаних результатів підтверджується їх кореляцією за умов використання різних способів вимірювання. Наприклад, дані щодо складу продуктів реакції, визначені за допомогою тонкошарової хроматографії, підтверджувалися розділенням цих продуктів на колонках з адсорбентом, вимірюванням в’язкості, коефіцієнту рефракції, а також хімічними методами.

Актуальною є також проблема виявлення основних закономірностей ферментативної переетерифікації ефірів одно- і багатоатомних спиртів, як метода модифікування жирів.

Перспективність і своєчасність досліджень підтверджується можливістю створення на основі їх результатів нових технологій жирів спеціального призначення, у тому числі для кондитерських виробів.

В теперішній час такі жири зазвичай імпортуються.

Наукова актуальність роботи підтверджується відсутністю в літературі даних щодо ферментативної переетерифікації ефірів жирних кислот моно- і багатоатомних спиртів.

Виробництво спеціальних кондитерських жирів високої якості можливо шляхом багатофункціонального фракціювання пальмової олії і деяких інших. Цей метод трудомісткий і потребує значних енергетичних затрат. Використання як спеціальних кондитерських жирів частково гідрогенізованих олій (наприклад соняшникової, ріпакової, соєвої та ін..) не дозволяє одержати кондитерські вироби високої якості, до того ж в таких жирах міститься значна кількість транс ізомерів ненасичених жирних кислот, які на думку деяких спеціалістів можуть міститися в харчових продуктах в обмеженій кількості.

Можливим шляхом виходу з такої ситуації є модифікування ацилгліцеринів (жирів) за допомогою специфічних ліполітичних ферментів.

Нами здійснено модифікування ацилгліцеринів (жирів) шляхом переетерифікації з етиловими ефірами відповідних жирних кислот за участю специфічних ліполітичних ферментних препаратів, що дало можливість одержати симетричні ацилгліцерини зокрема діпальмітоіл і дістеароілгліцерин, а також

несиметричні ацилгліцерини, якщо використовувати суміші етилових ефірів жирних кислот.

На дану технологія було отримано патент № 79728 «Спосіб одержання модифікованих жирів». Розробка нагороджена золотою медаллю на III Міжнародному салоні винаходів та нових технологій «Новий час» у м. Севастополі.

Аналіз досліджень підтвердив перевагу ензимних (ферментних) технологій – зниження собівартості продукції, екологічна безпека виробництва, можливість одержання продуктів різноманітного призначення, створення безвідходних технологій і т ін.

Практична цінність виконаних досліджень полягає в тому, що доцільно розробити і впровадити в промисловість нові енерго- та ресурсозберігаючі технології виробництва: етилових ефірів жирних кислот, як харчових добавок і компонента палива для двигунів внутрішнього згорання; моноацилгліцеринів, що використовуються як харчові ПАР; жирів, збагачених діацилгліцеринами, як компонента харчових продуктів – салатних олій, маргаринів, спредів, кондитерських жирів спеціального призначення і т. ін.

Список літератури: **1.** *Арутюнян Н.С., Корнена* Е.П. Фосфолипиды растительных масел. – М.: Агропромиздат, 1986. – 256с. **2.** Краткая химическая энциклопедия / Под ред. Кнунянц И.Л. – М.: изд-во «Советская энциклопедия». Т.5, 1967. – 1184с. **3.** *Литвиненко Н.М., Кисель М.А*. Эндогенные фосфолипазы A_2: Структура и функция. – Минск: Навука і техніка, 1991. – 270с. **4.** *Муратова Р.И., Борников В.Т., Саатов Т.С.* Фосфолипаза A_2 и реацилирование фосфолипидов // Биохимия. – 1987. – Т.52, вып. 7. – С.1068-1071. **5.** *Воронин М.В., Селищева А.А., Василенко И.А., Щвец В.И.* Особенности кинетики гидролиза фосфолипидов фосфолипазой С из Bacillus cereus. Гидролиз фосфатидилхолина в присутствии дезоксихолата//Биохимия. – 1990. – Т.55, вып.1. – С.75-77. **6.** *Евстратова Н.Г., Кленова Ю.Б., Серебренников Г.А.* Получение биоспецифических сорбентов для выделения фосфолипазы С Clostridium perfringens методом аффинной хроматографии // Биотехнология. – 1992. - №6. – С.69.**7.** *Тютюнников Б.Н., Бухштаб З.І., Гладкий Ф.Ф. и др.* Хімія жирів. – Харків: НТУ "ХПІ». – 2002. – 452 с. **8.** *Krog N.* Food emulsifiers in Lipid Technologies and Applications end by Gunstone FD, Marcel Dekker, New York/ 1997, pp.421-534. **9.** *Hassenheuttl G.L.* Synthesis and commercial preparation of surfactants in the food industry, in Lipid Synthesis and Manufacture, end by Gunstone FD, Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, 1999, pp. 371-400.

Поступила в редколлегию 15.12.2008

УДК 665.37, 542/543

Є.І. ШЕМАНСЬКА, аспірант,***М.І .ОСЕЙКО,*** докт. техн. наук., професор,
Національний Університет Харчових Технологій

ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ ПРОДУКТІВ

Визначено показники складу та якості вітчизняних фосфоліпідних продуктів, що отримані з рослинних олій. Досліджено екстракти фосфоліпідів (концентрат, емульсія).

Характерне поглинання фосфоліпідів доцільно використати для методів їхньої ідентифікації та визначення фосфоліпідів, меланофосфоліпідів і аналізу продуктів, що містять фосфоліпіди.

The indexes of the composition and quality are studied of phospholipids products which are received from vegetable oils. The extracts phospholipids are investigated (concentrate, emulsion). It is expedient to use characteristic absorption of phospholipids for the methods of the identification and determination of phospholipids, melanophospholipids and analysis of products which contain of phospholipids.

Постановка проблеми

Аналіз складу та якості фосфоліпідних продуктів вимагає трудомістких та тривалих процедур, використання дорогого хроматографічного обладнання та високої класифікації персоналу. Відповідно кодексу Аліментаріус (стандарт 182) необхідно ідентифікувати речовини, які поглинають при довжині хвилі 270 нм. Використання інструментальних методів в технологічному контролі дозволить не тільки підвищити оперативність перевірок, але й привести показники якості та безпеки у відповідність до міжнародних вимог [1, 2] .

Спектральні методи аналізу є ефективними при ідентифікації ліпідів і широко використовуються при вивченні структурних особливостей цих сполук.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Поглинання в ультрафіолетовій області спектру обумовлено збудженням валентних електронів та переходом їх на більш високі енергетичні рівні. Функціональні групи, які містять атоми з нерозділеною парою електронів (карбонільні групи, нітрогрупи), подвійні та потрійні зв`язки, спряжені подвійні зв`язки, сильно поглинають в ультрафіолетовій області спектра. Максимуми поглинання відповідають характерним довжинам хвиль $\lambda_{max.}$ та визначають коефіцієнти молярної екстинкції e_{max}.

Слід зазначити, що значення $\lambda_{max.}$ для тієї або іншої сполуки може змінюватися в залежності від розчинника, числа спряжених подвійних зв`язків, алкільних та циклоалкільних замісників [3]. Встановлено також, що якщо сполуки мають максимуми поглинання в близьких областях спектру, то максимум поглинання суміші цих сполук зміщується відносно індивідуальних максимумів поглинання [1]. Враховуючи складний хімічний склад фосфоліпідних продуктів, для визначення максимумів поглинання сполук, доцільно реєструвати область спектру з мінімально можливим кроком.

Формування цілей статті (постановка завдання)

Робота пов`язана з комплексними дослідженнями сировини, продуктів і екстрактів на молекулярному рівні (напрям Ф25.4.101).

Мета досліджень: вивчення характеристик фосфоліпідовмісних продуктів в технології селективної екстракції, виявлення залежностей між їхнім складом та кривою спектру поглинання.

Предмет дослідження: фосфоліпідовмісні продукти вітчизняного виробництва, що отримані по традиційній технології водної гідратації, та імпортний соєвий знежирений лецитин.

Виклад основного матеріалу дослідження

На першому етапі роботи визначенні показники складу і якості вітчизняних фосфоліпідовмісних продуктів, що наведені в табл. 1

З даних табл. 1 видно, що за фізико-хімічними показниками та вмістом продуктів окиснення вітчизняні фосфоліпідовмісні продукти, в основному, відповідають вимогам до сировини для виробництва харчових функціональних продуктів. Але мають підвищені значення показників оптичної густини при 232 та 272 нм, а знежирений соєвий лецитин високе кислотне число, що може бути пов`язано з жорсткими технологічними умовами знежирення соєвих фосфоліпідів.

Для характеристики фосфоліпідів у процесі фракціонування визначені спектрофотометричні характеристики гексанових розчинів фосфоліпідовмісних продуктів в ультрафіолетовій (УФ) та видимій області спектру. В якості стандарту використано знежирений соєвий лецитин Centrolex F (97 % нерозчинних в ацетоні фосфоліпідів).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники фосфоліпідовмісних продуктів

Найменування показника	Фосфатидна емульсія (ФЕ)	Кормовий ФК (КФК)	Харчовий ФК (ХФК)	Знежирений соєвий лецитин
Масова частка, %:				
фосфоліпідів				97,0
вологи та летких речовин	15,0	40,0	57,7	0,5
	59,6	1,8	0,4	
речовин, що нерозчинні в ефірі або толуолі	1,93	3,42	0,90	0,10
Кислотне число олії, мг КОН/г	8,2	8,3	7,9	26,0
Перекисне число олії, ммоль ½О/кг	9,3	10,5	7,3	1,0
Коефіцієнти поглинання при довжині хвилі, нм:				
232	0,54	0,74	0,82	0,44
272	0,30	0,43	0,40	0,19

В УФ-спектрах фосфоліпідовмісних продуктів (рис.1) характерне поглинання при λ= 220 нм (D = 0,5-1,3),), λ_{max}= 290 нм 290 нм (D = 0,2-0,5) та λ_{max}= 330 нм (D = 0,3-0,5), що відповідно до літературних даних [3,4] відповідає фосфотидилхолінам, фосфатидилетаноламінам, фосфатидним кислотам. Відсутність інтенсивного поглинання в області 270-290 нм вказує на відсутність у зразках, що досліджені, фурфуролу і оксиметилфурфурола.

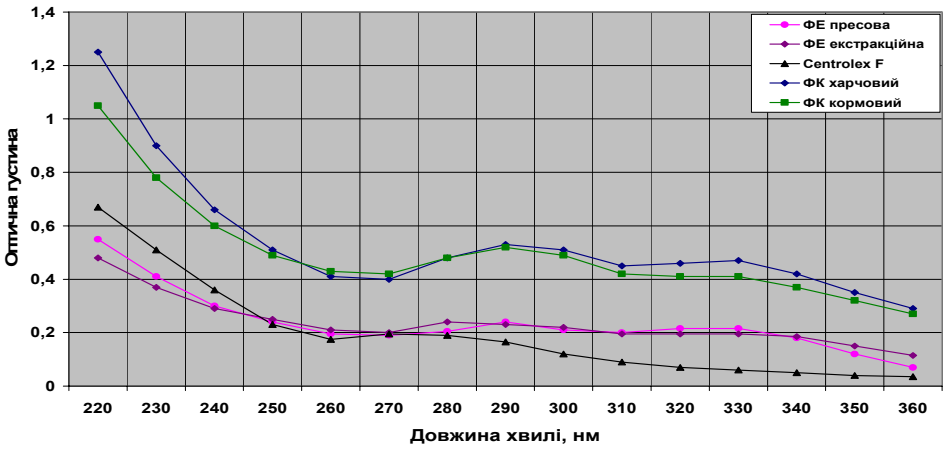


Рис.1. Зміна оптичної густини гексанових розчинів фосфоліпідовмісних продуктів від довжини хвилі в ультрафіолетовій області (концентрація 0,1 г/дм^3)

Відомо, що меланофосфоліпіди в фосфоліпідовмісних продуктах можуть бути визначені за інтенсивним поглинанням світла в області 400-500 нм, а окремі їхні види – по поглинанню в області 300-380 нм [5].

При збільшенні концентрації фосфоліпідів у гексанових розчинах до 1 г/дм^3 смуга поглинання чітко проявляється при λ_{max}=355-365 нм (рис 2), що підтверджує наявність меланофосфоліпідів у досліджуємих зразках. Виявлену залежність доцільно використати для характеристики фосфоліпідних продуктів та в аналізі вмісту меланофосфоліпідів.

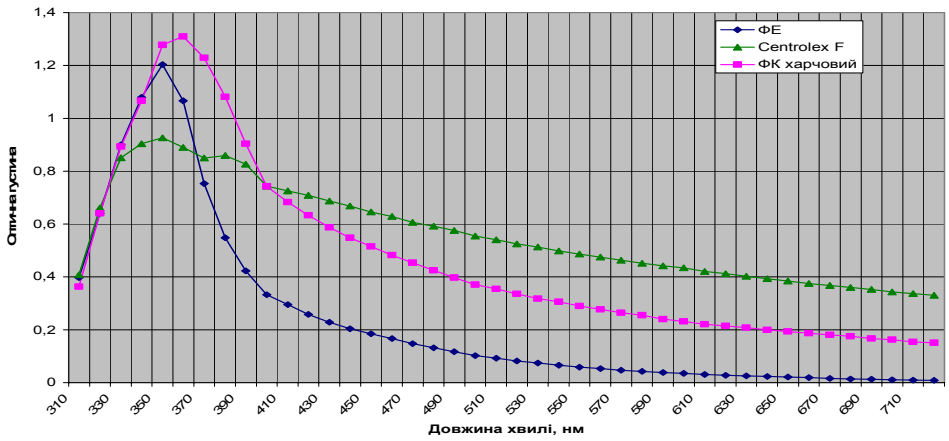


Рис. 2. Зміна оптичної густини гексанових розчинів фосфоліпідовмісних продуктів від довжини хвилі в видимій області (концентрація 1 г/дм^3)

На другому етапі роботи досліджено фракціонування фосфоліпідної емульсії, що отримана при гідратації пресової олії, з метою селективного виділення фракцій ФОЛ, вивчення їх оптичних характеристик та фізико-хімічних показників. Екстракцію фосфоліпідної емульсії проведено з використанням в якості екстрагентів ізопропілового та етилового спирту при гідромодулі 1:2 та температурі 60˚С. Процес контролювали за оптичною густиною екстрактів ФОЛ в діапазоні довжин хвиль 220-360 нм. Збільшення оптичної густини в отриманих

екстрактах ФОЛ (рис. 3, 4) вказує на наявність концентраційних зон і, відповідно, на вміст ліпофільної та гідрофільної фракції ФОЛ в отриманих екстрактах.

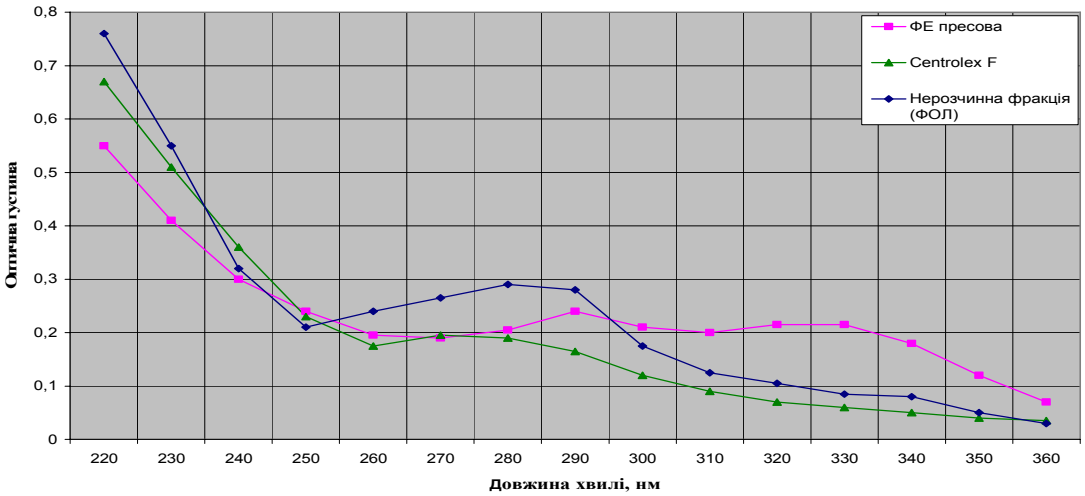


Рис. 3. Екстракція ізопропіловим спиртом.
Зміна оптичної густини гексанових розчинів фракцій фосфоліпідів від довжини хвилі в ультрафіолетовій області (концентрація 0,1 г/дм^3)

В УФ-спектрах (рис. 3) нерозчинної в ізопропіловому спирті фракції, до складу якої входить основна кількість ФОЛ, характерно поглинання при λ= 220 нм (D = 0,75) та λ_{max}= 280 нм (D = 0,30). В порівнянні зі стандартом максимуми довжин хвиль, на яких відбувається поглинання, співпадають.

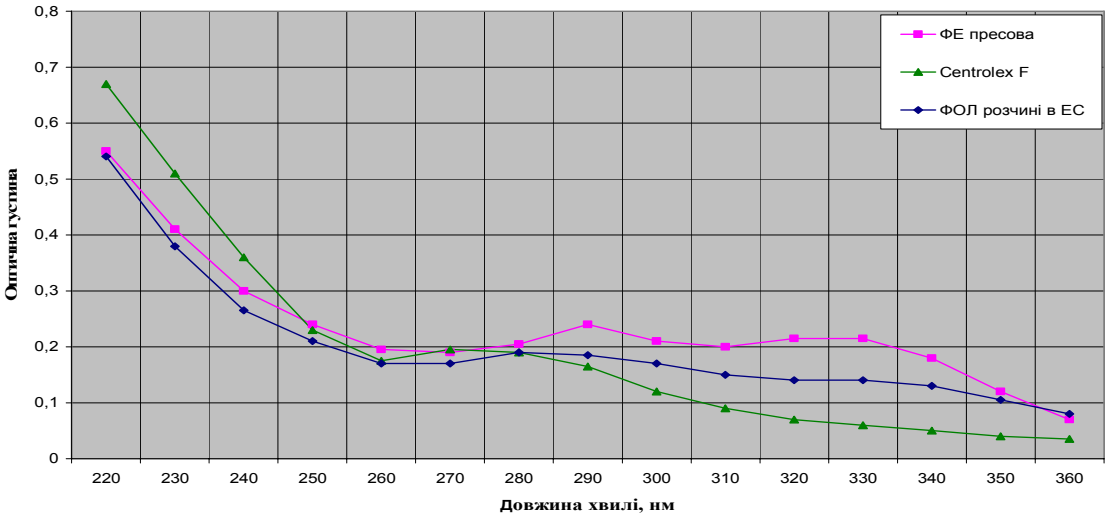


Рис. 4. Екстракція етиловим спиртом. Спектрофотометричні характеристики гексанових розчинів фракцій фосфоліпідів (концентрація 0,1 г/дм^3)

В УФ-спектрах (рис. 4) розчинної в етиловому спирті фракції характерно поглинання при λ= 220 нм (D = 0,55), λ_{max}= 280-290 нм (D = 0,20).

Виявлено, що з використанням спектрофотометричного методу можна проаналізувати гексанові розчини фосфоліпідних продуктів відповідно встановленим методикам концентрацією 1 г/дм^3, але за умов розведення розчинником.

В останні роки використовуються методи оцінки харчових продуктів за допомогою інфрачервоної спектроскопії (ІЧ), які грунтуються на вибірковій взаємодії електромагнітних хвиль з коливальними рухами атомів та молекул у структурі речовини. Весь спектр інфрачервоних коливань умовно поділяється на далекий, середній та ближній діапазони. Основні моди молекулярних коливальних рухів речовин у конденсованому стані проявляються в середньому інфрачервоному діапазоні (400-4000 см$^{-1}$), у ближньому інфрачервоному (4000-12000 см$^{-1}$) проявляються вищі тони молекулярних коливань та їх складові комбінації. На відміну від аналізу та індентифікації окремих смуг поглинання в середньому діапазоні ІЧ частот, тобто спектрометричний підхід, у ближньому діапазоні використовується хемометрична методика, що полягає у встановленні кореляції між вмістом окремого компонента у суміші та інтенсивністю відповідних коливань у спектрі [6].

В дослідженні для характеристики складу фосфоліпідних продуктів (фосфатидні концентрати, фосфатидну емульсію та гідрофуз вітчизняного виробництва, знежирені фосфоліпіди іноземного виробництва) було використано хемометричні методи аналізу на спектрометрі MPA фірми «Bruker». Характерні ІЧ спектри відбивання фосфоліпідовмісних продуктів представлено на рис. 5.

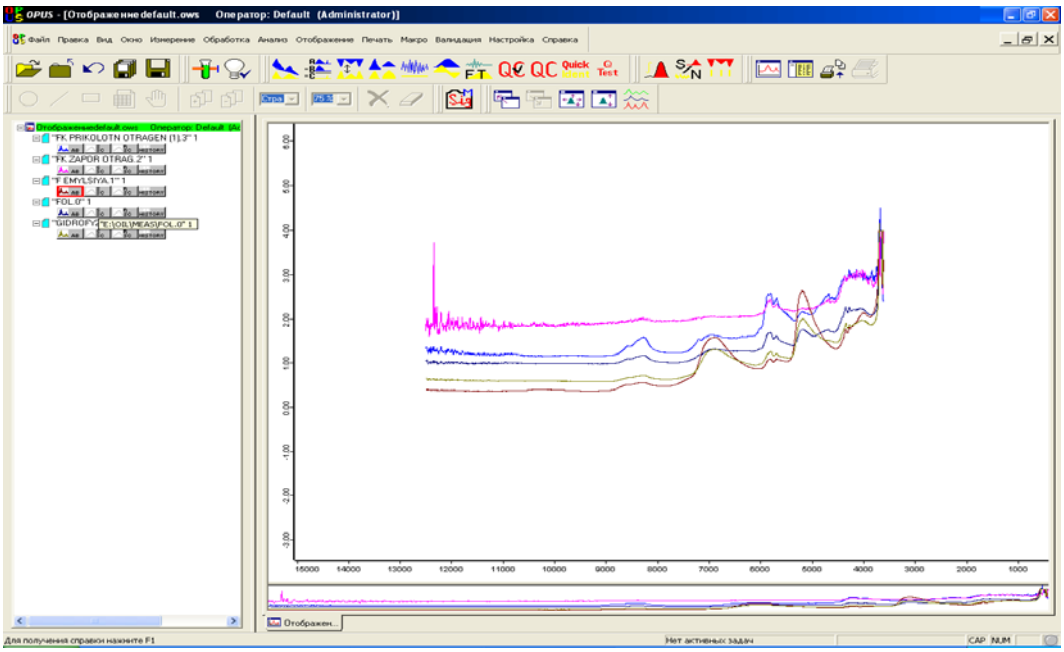


Рис. 5. ІЧ спектри ближнього діапазону фосфоліпідовмісних продуктів

Як видно із даних рис. 5, форми спектрів фосфоліпідовмісних продуктів суттєво відрізняються в області 4000–9000 см$^{-1}$.

Аналіз спектрограм та статистичну обробку експериментальних даних проведено за допомогою аналітичного програмного забезпечення OPUS. Результати порівняльного ідентифікаційного аналізу фосфоліпідовмісних продуктів наведено на рис. 6.

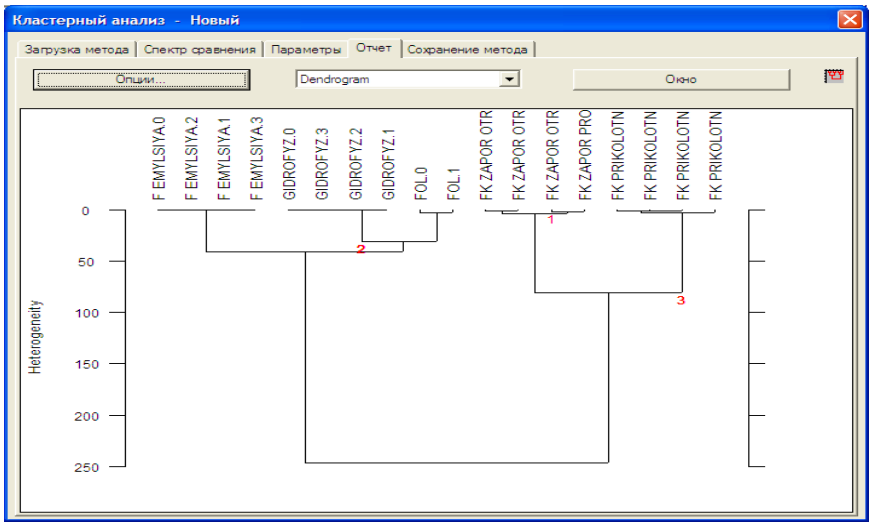


Рис. 6. Кластерний аналіз фосфоліпідних продуктів

Як видно, за складом більш близькі фосфатидна емульсія, гідрофуз та знежирені фосфоліпіди, а фосфатидні концентрати виділено в окрему групу.

Висновки

Наявність характерного поглинання розчинів фосфоліпідів доцільно використати для розробки методів ідентифікації та визначення фосфоліпідів, меланофосфоліпідів і аналізу складу фосфоролієвмісних продуктів.

Використання ІЧ – спектроскопії ближнього діапазону дозволяє виконувати прискорений аналіз фосфоліпідовмісних продуктів щодо їх якості та складу, уникаючи похибок і неточностей при тривалих лабораторних дослідженнях.

Перспективи подальших розвідувань пов’язані з виявленням залежностей між зміною складу фосфоліпідів при фракціонуванні з використанням як спектрометричних, так і інших сучасних інструментальних методів щодо оцінки показників якості і безпечності харчових фосфоліпідовмісних продуктів і біологічно-активних добавок.

Список літератури: 1. Ливинская С.А., Владимирский П.В., Паронян В.Х. Идентификация сопутствующих веществ растительных масел и продуктов окисления спектрометрическими методами // Масложировая промышленность. – 2005. - № 3. – С.26-27. 2. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: Підручник. - К: Варта. - 2006. - 280 с. 3. Арутюнян Н.С., Корнена Е.П. Фосфолипиды растительных масел.- М.: Агропромиздат, 1986. - 256 с. 4. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производств в масложировой промышленности: В 6 т. / Под ред. Ржехина В.П., Сергеева А.Г. – Л.: ВНИИЖ , 1967. – Том I. Общие методы исследования жиров и жиросодержащих продуктов (книга первая и вторая) – 1054 с. 5. Руководство по методам исследования, технохимическому контролю и учету производств в масложировой промышленности: В 6 т. / Под ред. Ржехина В.П., Сергеева А.Г. – Л.: ВНИИЖ , 1967. – Том III. Специальные методы анализа и технохимический контроль в рафинации и гидрогенизации жиров и масел и в производстве пищевых жиров. – 494 с. 6. Манк В.В., Пешук Л.В., Радзієвська І.Г. Використання інфрачервоної спектроскопії ближнього діапазону для аналізу жирів та їх сумішей // Харчова промисловість. – 2008. - № 6 – С. 31-34

Поступила в редколлегию 17.12.2008

УДК 664 871; 001. 08

***І.В. ЧОНІ*, канд. техн. наук,** Полтавський університет споживчої кооперації

ЗМІНИ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ГРЕЧАНОЇ ТА РИСОВОЇ КРУПІВ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА ЯК СКЛАДОВОГО СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ ТА НОВИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Доведено доцільність використання гречаного та рисового круп'яного борошна замість крупи шляхом вивчення харчової цінності та амінокислотного складу в соусах емульсійного типу.

1. Вступ.

Відомо, що в основу технології виробництва продуктів емульсійного типу покладено процес отримання високодисперсних емульсій.

Емульгування – складний процес, на який впливає багато факторів, в тому числі вид механічного впливу, температура, співвідношення фаз, природа емульгатора тощо.

В останні роки найбільш часто в технологіях виробництва продуктів з емульсійною структурою застосовуються стабілізаційні системи, які містять полісахариди. При цьому стабілізація емульсій досягається шляхом підвищення в'язкості дисперсійного середовища, що, в свою чергу, покращує гідродинамічний фактор стійкості емульсій за рахунок зниження швидкості коагуляції дисперсної фази [1].

Комплексне використання полісахаридів у складі рослинної сировини дозволяє значно зменшити собівартість продукції, що виробляється, та сприяє отриманню продукту з низькою калорійністю та підвищеною харчовою цінністю.

2. Мета дослідження

Проведений експертний аналіз показав, що найбільш проблемним питанням у технології виробництва більшості соусів є отримання стабільної консистенції, використовуючи при цьому природні стабілізуючі компоненти. Одним із таких природних компонентів є борошно, яке може бути головним структуроутворювачем із функцією згущувача. До основних складових борошна відносять білкову та крохмальну фракції. Різні види борошна в своєму складі мають від 10% до 50% білку та від 25% до 75% вуглеводів (включаючи 16…70% крохмалю). Все це дає можливість розглядати борошно як комплексний білково-вуглеводний стабілізатор.

Згідно визначеної технологічної концепції наших досліджень перспективним є використання борошна гречаної та рисової крупів як емульгаторів та стабілізаторів соусів емульсійного типу [2].

З метою обґрунтування використання борошна гречаної та рисової круп у складі соусів нами вивчались зміни харчової цінності крупів у процесі виробництва борошна, визначалась ступінь збереження білків, амінокислот, зольних елементів, харчових волокон.

3. Дослідження та отримані результати

Таблиця 1.

Харчова цінність гречаної крупи та отриманого з неї борошна

№	Назва показника	гречана	
		крупа	борошно
1.	Білок	14,5±0,1	13,5±0,1
2.	Цукор	1,60±0,12	1,47±0,06
3.	Декстрини	1,45±0,07	1,93±0,07
4.	Крохмаль	74,1±1,5	74,7±1,8
5.	Харчові волокна	7,45±0,19	6,49±0,22
	в тому числі:		
	геміцелюлози	4,45±0,13	3,79±0,07
	α-целюлоза	1,83±0,05	1,61±0,08
	лігнін	1,20±0,01	1,12±0,06
6.	Зола	2,03±0,02	1,9±0,01

Отримані дані щодо вмісту білків, цукру, декстринів, крохмалю, золи у гречаній та рисовій крупах та борошні співпадають з результатами інших дослідників. Найбільшу питому вагу у загальному об'ємі харчових волокон крупів та борошна, що досліджувались, складають геміцелюлози, менше α-целюлози та лігнін. Виробництво борошна з крупи супроводжується зниженням вмісту білків, золи, харчових волокон та відносним збільшенням крохмалю. Найбільші втрати приходяться на частку харчових волокон, потім золи та білків [3].

Целюлоза, геміцелюлози, слизи та пектинові речовини є основними структурними компонентами рослинної кліткової стінки та складають до 90% її сухого залишку.

Для харчування організму людини важливе значення має збалансований амінокислотний склад білків.

За вмістом лізину гречка має переваги над рисом, пшеницею, житом і наближається до соєвих бобів за вмістом треоніну над просом, за вмістом валіну над рисом. За вмістом триптофану гречка не поступається продуктам тваринного походження, за вмістом валіну гречка може бути прирівняна до молока, за лейцином до яловичини, фенілаланіном – до молока і яловичини. Білки гречки непогано збалансовані за вмістом незамінних амінокислот (виняток становить ізолейцин). В зерні риса білка від 5,4 до 10,4%. Білки в зерні риса розподілені нерівномірно. Фракційний склад білків рису залежить від сортових властивостей. Альбумінів міститься від 9,66 до 11,29, глобулінів від 6,05 до 11,89 проламінів від 4,23 до 5,48 і глютелінів – від 50,68 до 55,35% від загального вмісту білка. Глютелін в білках рису називається оризеніном. Розподіл білків за фракціями в різних частинах зерновки неоднаковий. У складі білків рису містяться усі незамінні амінокислоти [4].

Досліджено амінокислотний склад гречаної та рисової крупів та борошна. Встановлено, що рисова крупа та борошно має однакову кількість амінокислот, гречане борошно на 10,7% менше чим крупа. Втрати відбуваються за рахунок замінних та незамінних амінокислот [5].

Таблиця 2.

Амінокислотний склад крупів та отриманого з них борошна
(мг на 100 г сухої маси)

№	Показники	Рисова		Гречана	
		крупа	борошно	крупа	борошно
1.	Вологість, %	12,3	11,0	10,9	9,3
2.	Білок, %	7,9	7,8	14,7	13,7
3.	Незамінні амінокислоти в тому числі:	2841	2650	4310	4011
	- валін	538	524	648	617
	- ізолейцин	400	398	529	509
	- лейцин	749	742	859	759
	- лізін	287	291	756	688
	- треонін	269	273	524	499
	- фенілаланін	420	411	660	621
4.	Замінні амінокислоти в тому числі:	4664	4708	9003	8433
	- аланін	410	412	657	633
	- аргінін	595	597	1232	1151
	- аспаргінева кислота	595	607	1224	1168
	- гістідін	172	171	312	291
	- гліцин	407	413	856	783
	- глютамінова кислота	1277	1301	2568	2338
	- пролін	342	348	572	549
	- серін	390	384	687	660
	- тірозін	328	330	477	463
	- цистин	146	145	418	397
5.	Загальна кількість амінокислот	7505	7504	13513	12444

У гречаній крупі відбуваються втрати лейцину–15,7%, лізину–13,1%, глютамінової кислоти–13,1%, гліцину–12,7%, гістидину–11,0%, аргініну–10,9%, фенілаланіну–10,3%.

Втрати амінокислот пояснюються напевне їх термолабільністю та високою концентрацією у поверхневих шарах зерновки крупи.

Розрахунок амінокислотного скору білків рисової крупи та борошна показав, що вони мають однакові лімітуючи амінокислоти – лізин та треонін. Гречана крупа та борошно лімітовані за лейцином та валіном [5].

Досліджено якісний та кількісний склад харчових волокон гречаного борошна, доповнено дані про амінокислотний склад рисового та гречаного борошна.

Втрати харчових речовин при виробництві борошна з крупів проходять за рахунок харчових волокон (16,9…29,8%), зольних елементів (12,6…20,1%), білків (11,1…15,7%), амінокислот (10,0…10,8%).

За експериментальними даними проведено математичну обробку та знайдено емпіричні функції опису різних технологічних процесів у різних крупах та борошні з них. Дослідження в даному напрямку будуть продовжені.

4. Висновок

У результаті проведених наукових досліджень отримані порівняльні дані по харчовій цінності гречаної та рисової крупів та круп'яного борошна. Розглянуті шляхи підвищення біологічної цінності білків крупів та борошна. Проведений аналіз методик оптимізацій рецептур за амінокислотним складом.

Список літератури: **1.** *Дядечко О.В., Бахмач В.А.* Стабілізатори рослинного походження для майонезних емульсій // Сучасні проблеми товарознавства: Зб. наук. праць. –К., 2002. – С. 229-231. **2.** *Восконян О.С., Дорожкина Т.П. и др.* Применение загустителей и структурообразователей в пищевой промышленности. – М.: АгорНИИТЭИПП, 1987. – Вып.2. – С. 26-30. **3.** *Дудкин М.С., Черно Н.К., Казанская И.С., Вайнштейн С.Г., Масик А.М.* Пищевые волокна. – Киев: Урожай, 1988. – 326 с. **4.** *Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексюк О.М.* Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підруч. Полтава, 2003. – 420 с. **5.** *Паносян И.И.* Состав клеточних стенок и технологические свойства некоторых круп: Автореф. дис. … канд. техн. наук / Московского ордена красного знамени институт народного хозяйства им. Г.В.Плеханова. – М., 1982 – 22с.

Поступила в редколлегию 25.02.2009

УДК 664.871:664.324

***І.В. ЧОНІ*, канд. техн. наук,** Полтавський університет споживчої кооперації

ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРАЦІЇ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА РАДІОНУКЛІДІВ У РІЗНИХ ФРАКЦІЯХ ВІВСЯНОГО ТА ПЕРЛОВОГО БОРОШНА ЯК СКЛАДОВИХ НОВИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Досліджено міграцію токсичних елементів та радіонуклідів у залежності від ступеню помелу борошна з крупів.

Якість харчових продуктів може бути оцінена з точки зору їх харчової та біологічної цінності, екологічної чистоти та характеристики мікробіологічних показників продукції щойно приготовленої та в процесі зберігання.

В останні роки на підприємствах харчової промисловості і ресторанного господарства все більше значення набуває проблема надання продукції лікувально-профілактичного призначення, які поряд із задоволенням харчових потреб будуть сприяти виведенню з організму токсичних речовин (свинець, кадмій, ртуть тощо). З огляду на це перспективним є дослідження впливу полісахаридів на ступінь виведення токсичних речовин з організму біологічного об'єкту та вивчення міграції токсичних елементів та радіонуклідів у борошні перлової та вівсяної круп.

На сьогодні однією з найважливіших проблем суспільства є мінімізація негативного впливу довкілля на людину. Ефективним способом оптимізації структури та індивідуалізації харчування населення є розвиток виробництва продуктів оздоровчого призначення шляхом виконання у їх складі інгредієнтів, які містять вітаміни, макро- та мікроелементи, харчові волокна, що дозволяє знищити дефіцит речовин, спрямовано підсилювати і прискорювати введення ксенобіотиків, підвищувати неспецифічну резистентність організму людини немедикаментозним безпечним шляхом. Перспективними для корегування раціонів згідно з сучасними

вимогами нутріціології в умовах організованого харчування у закладах ресторанного господарства є борошно з зерна.

Сировина, умови її зберігання та переробки є факторами, які можуть значно вплинути на санітарно-гігієнічний стан готової продукції. У зв'язку з відсутністю даних про міграцію токсичних елементів та радіонуклідів від ступеню помелу проведені дослідження міграції, як токсичних елементів, так і радіонуклідів у різних фракціях вівсяного та перлового борошна як складових десертів, напоїв, кетчупів [1].

При визначенні крупності помелу для кожної модельної системи брали наважку масою 600 г, яку поміщували на верхнє сито, закривали кришкою, закріплювали її та вмикали електроприбор. Через 8 хв. просіювання, зупиняли, постукували по ячейкам та просіювали ще 2 хв. потім видаляли резинові кружечки та зважували залишок борошна на який пройшов через другі сита.

Середній характерний розмір часток перемелених крупів розраховували за формулою [3]

$$C_{cp}=(C_0a_0+C_1a_1+\ldots+C_{n-1}a_{n-1}+C_na_n)/M,$$

де $C_0, C_{1,\ldots}C_{n-1}+C_n$ – середні характерні розміри часток кожної фракції, мм, визначені як полусума отворів сита через які проходе весь матеріал даної (фракції) крупки та на якій дана фракція (крупка) залишається, тобто:

$$C_0=(Д_1)/2 \text{ – піддон; } C_1=(Д_1+Д_2)/2 \text{ – нижнє сито,}$$

$$C_{n-1}=(Д_1+Д_2)/2, \quad C_n=2Д \text{ – верхнє сито;}$$

$Д_1, Д_2, \ldots Д_{n-1}, Д_n$ – діаметри отворів сит, мм

$a_0, a_1 \ldots a_{n-1}, a_n$ – маса кожної фракції, г,

М – маса наважки, г

Таблиця 1.

Фракційний склад борошна з борошна крупів перед дослідженням міграції

№ з/п	Загальна маса наважки, г	Номер сита	Розмір сита часток, мм	Вихід окремої фракції	
				г	%
Овес					
1.	600	2,2	2,4	1,8±0,5	0,3±1,3
2.		1,0	0,61	54,1±1,2	9,82±1,1
3.		21	0,22	336,1±0,3	56,01±0,5
4.		38	0,09	198,1±1,1	33,02±0,4
5.		38	0,032	5,1±1,1	0,85±0,5
Перловка					
6.	600	2,2	2,4	3,4±1,2	0,57±0,5
7.		0,1	0,61	87,6±0,3	14,6±1,4
8.		21	0,22	370,1±0,5	60,34±1,2
9.		38	0,09	135,7±0,3	22,62±0,3
10.		38	0,032	11,2±0,3	1,87±0,3

Достовірність експериментальних даних оцінювали методом математичної статистики із залученням нових комп'ютерних та програмних технологій.

Метою досліджень було вивчення міграції токсичних елементів та радіонуклідів у залежності від ступеню помелу. У результаті проведених досліджень було визначено вміст токсичних елементів та радіонуклідів у борошні разового помелу у крупній, середній крупці, а також тонкого помелу. Всі отримані значення не перевищують допустимі рівні встановленого МБТіСН№5061ДР-97, результати досліджень наведено в таблиці 2.

Таблиця 2.

Вміст токсичних елементів та радіонуклідів у борошні різного помелу

Назва показника	Допустимий рівень, не більше	Вміст у борошні			
		разового помелу	у крупній крупці	у середній крупці	тонкого помелу
Вівсяне борошно					
Свинець, мг/кг	0,5	<0,008	<0,01	<0,008	<0,01
Кадмій, мг/кг	0,1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Ртуть, мг/кг	0,03	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Миш'як, мг/кг	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,002
Цезій-137, Бк/кг	60	<11,4	<13,1	<18,9	<16,4
Стронцій-90, Бк/кг	100	<18,2	<22,9	<23,4	<19,8
Перлове борошно					
Свинець, мг/кг	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Кадмій, мг/кг	0,1	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004
Ртуть, мг/кг	0,03	<0,008	<0,008	<0,008	<0,008
Миш'як, мг/кг	0,2	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Цезій-137, Бк/кг	60	<10,4	<13,5	<12,4	<19,6
Стронцій-90, Бк/кг	100	<23,4	<15,5	<19,8	<14,1

Дослідження міграції токсичних елементів показало, що їх вміст не перевищує допустимого рівня, що свідчить про екологічну чистоту отриманої сировини.

Ртуть, кадмій, свинець та миш'як в усіх фракціях вівсяного та перлового борошна були присутні в дуже малих кількостях. Вміст кадмію, ртуті та миш'яку в борошні разового помелу для обох видів борошна не перевищувало допустимого рівня і стало 0,008мг/кг та 0,02мг/кг відповідно. Вміст свинцю в борошні разового помелу менше 0,008мг/кг для вівсяного та менше 0,01 мг/кг у перловому. В усіх фракціях борошна разового помелу (крупна крупка, середня крупка та борошні тонкого помелу) вміст кадмію, ртуті та миш'яку не перевищує допустимого рівня і становить менше 0,004 мг/кг, 0,008 мг/кг та 0,002 мг/кг відповідно для всіх видів круп [2].

Розподіл свинцю за фракціями борошна разового помелу практично однаковий. Серед фракцій вівсяного борошна найменшим вмістом свинцю відрізняється середня крупка – 0,008 мг/кг, в інших фракціях (крупна крупка, борошно тонкого помелу) – менше 0,01мг/кг. Питома активність радіонуклідів:

стронцій-90 та цезій-137 нище максимально допустимого рівня. В усіх фракціях вівсяного та перлового борошна вміст цезію-137 нище вмісту стронцію-90 [4].

Проведені дослідження міграції токсичних елементів та радіонуклідів у залежності від ступеню помелу показало, що в аналізованих фракціях борошна всіх видів крупів вміст токсичних елементів та радіонуклідів значно нище допустимого рівня.

Крім цього також встановлено виражену здатність компонентів борошна вівсяної та перлової крупів утворювати незасвоювані комплекси із свинцю та нітратів, що вказує на високі детоксикуючі властивості десертів, напоїв, кетчупів з їх використанням і дозволяє рекомендувати для лікувально-профілактичного харчу-вання за хронічної свинцевої та нітратної інтоксикації [5].

Спостерігається рівномірний розподіл токсичних елементів у різних фракціях борошна разового помелу круп та збільшення радіонуклідів у фракціях з найбільшим розміром часток, що пов'язано з анатомічною структурою зерна.

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

Це дає підставу передбачати можливе використання борошна перлової та вівсяної крупи в складі напоїв, десертів, кетчупів для лікувального харчування в зонах підвищеного забруднення.

Список літератури: **1.** ДР – 97. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 в продуктах харчування та питної води (25.06.1976) **2.** *Грищенко С.В., Гринь Н.В., Степанова М.Г., та ін.* Комплексная гигиеническая оценка суммарного суточного поступления тяжелых металлов в организм жителей экокризисного региона // Довкілля та здоров'я. – 2004. – №2 (29). – С. 5-8. **3.** Сборник технологических инструкций, правил, методических указаний и нормативной документации по безалкогольной промышленности / под. Редакцией к.т.н. Рудольфа В.В., изд. пятое, переработанно и дополнено, М. 1991.– 324 с. **4.** *Корзун В.Н.* Роль пищевых веществ в накоплении цезия-137 и стронция-90 в организме // Врачебное дело. – 1980. – №2. – С.99-101. **5.** *Горішна О.В.* Клініко-патогенетичні механізми формування порушень стану здоров'я дітей в умовах нітратного забруднення навколишнього середовища та шляхи їх профілактики та реабілітації. Автореф. дис. … доктора мед. наук / Київський медичний університет. – К., 2002. – 49 с.

УДК 661.961.1

Н. Н. ЗИПУННИКОВ, В. Б. ТРОШЕНЬКИН, канд. техн. наук, НТУ «ХПИ»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА В БАЛЛОННОМ РЕАКТОРЕ

У даній роботі наведені результати дослідів процесу отримання водню у газогенераторі АВГ-45 із різними сплавами. Узагальнення дослідних даних проведено на основі рівняння Гіббса-Фольмера. Встановлено залежності для розрахунку тепломасообміну між фазами.

The results of research of hydrogen reception process in gasgenerator AVG-45 on different alloys are given. The generalization of the experience date has been provided on the foundation of Gibbs-Folmer equations. The dependencies for calculation heat-mass exchange process between phases are determinated.

Введение

В настоящее время для производства водорода на автономных объектах основным является силиколевый способ с применением стандартного сплава ФС 75 [1]. Совершенствование процесса газогенерирования заключается в подборе сплавов, более эффективно взаимодействующих с водой.

Методы исследования

Исследование проведено на установке со стандартным баллонным одногорловым газогенератором емкостью 45 л и рабочим давлением 15 МПа (тип АВГ-45) рис. 1.

Во время опытов порошок сплава и гранулированную щелочь засыпают в реактор, затем заливают требуемое количество воды. После проведения процесса реактор охлаждают. По давлению и объему свободной части баллона определяют количество образовавшегося водорода. Сброс газа в атмосферу производят через конденсатор, сепаратор и расходомер ГСБ-400. Объем сливаемой пульпы измеряют мерной емкостью. Для наблюдения за процессом газогенератор снабжен контрольно-измерительными приборами, характеристики которых даны в работе [2].

Поскольку среда в реакторе агрессивна, термопары размещены в трубках из нержавеющей стали ($d = 8 \cdot 10^{-3}$м). Трубки введены в газогенератор через головку специальной конструкции на высоту 0,02 м и 1,17 м от дна баллона. Одновременно фиксируют температуру наружной стенки баллона.

Ранее была исследована активность сплавов ферросиликоалюминия (ФСА) с содержанием алюминия до 30 % [2].

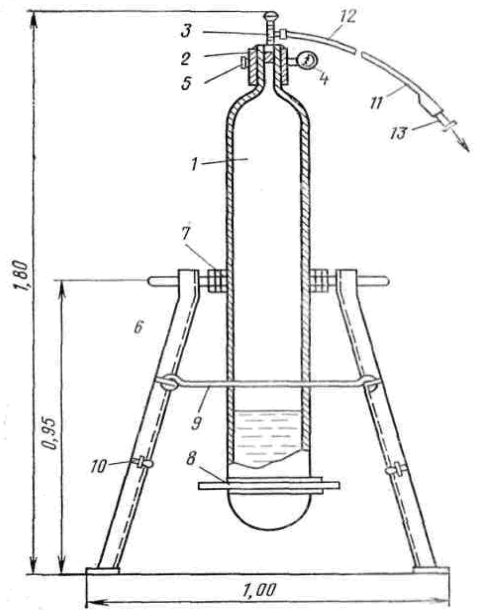


Рис.1. Баллонный газогенератор АВГ-45
1 - реактор, 2 - головка, 3 - вентиль, 4 - манометр, 5 - клапан предохранительный,
6 - штатив, 7 - обойма верхняя с полуосями, 8 - обойма нижняя с рукоятками,
9 - крюк сборочный большой, 10 - крюк сборочный малый, 11 - шланг дюритовый,
12 - наконечник шланга с накидной гайкой, 13 - патрубок шланга.

В настоящей работе исследованы сплавы следующего химического состава (масс. %): ФС 75 Ба1 (Si-78.4, Fe-19.3, Al-1.3, Ba-1.0), ФС 75 Ба4 (Si-75.1, Fe-18.1, Al-2.0, Ba-4.8), ФСА 15 гранулированный (Fe-7, Si-78, Al-15), ФСА 30 (Fe-10.3, Si-59.9, Al-29.8), ФСА 30 Мн1 (Fe - 10, Si - 56.83, Al - 31.6, Mn - 1.57). Для разогрева смеси реагентов на начальной стадии реакции применен сплав на основе алюминия А-98КаМг (Al-98.4, Ca-0.8, Mg-0.8).

Результаты исследований представлены в таблице 1 и рисунках 2, 3. В скобках указано время индукционного периода. Номера опытов в таблице 1 соответствуют номерам кривых на рис. 2.

Таблица 1

Результаты испытаний газогенератора АВГ-45

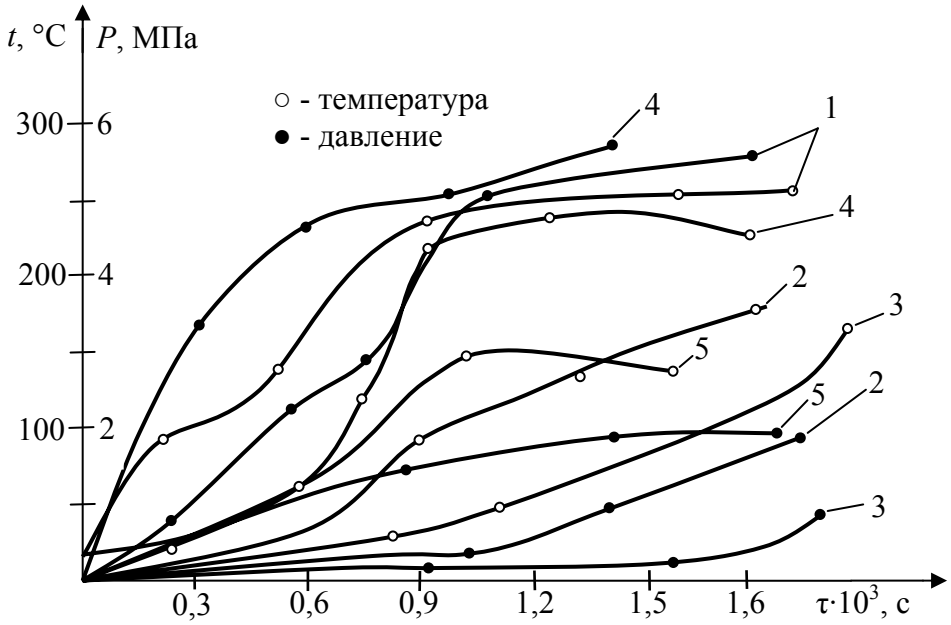
№	Тип сплава, кг	Концентрация щелочи, %	Максимальная температура в зоне реакции, °С	Давление в реакторе, МПа	Общее время реакции, мин	Количество выделившегося водорода, $м^3$
1	ФСА 30 Мн1	13,3	258	5,4	40 (3)	1,31
2	ФСА 30	13,3	174	3,75	58 (16)	1,03
3	ФСА 15	13,3	164	3,76	69 (31)	0,97
4	ФС 75 Ба1	10	240	5,62	25 (12)	1,64
5	ФС 75 Ба4	13,3	145	4,31	32 (12)	1,14

* - добавлено 30 грамм сплава А-98КаМг.

Дисперсный состав сплавов: ФС 75 Ба1, ФС 75 Ба4 - $(0,3\text{-}1,2)\cdot10^{-3}$м, ФСА 30 и ФСА 30 Мн1 - $(0,1\text{-}0,5)\cdot10^{-3}$м, ФСА 15 - $(0,63\text{-}1,5)\cdot10^{-3}$м. Температура газа в верхней части баллона во время реакции находится в пределах 90-105 °С, после охлаждения реактора - не превышает 50 °С.

Судя по графикам рост температуры реагирующей смеси, как правило, опережает рост давления. Таким образом, очевидно, что в начальный период реакции происходит частичное вскипание воды.

В холодное время воду, подаваемую на реакцию, необходимо разогревать до 50-60 °С, так как при заливке холодной воды (t = 10-15 °С) реакция не развивается.



1 - ФСА 30 Мн1, 2 - ФСА 30, 3 - ФСА 15, 4 - ФС 75 Ба1, 5 - ФС 75 Ба4

Рис. 2 - Изменение температуры и давления внутри газогенератора АВГ-45

Установлено, что продукты взаимодействия сплава ФСА 15 невозможно выгрузить из реактора. По-видимому, данное обстоятельство возможно связано со снижением температуры процесса. Наибольшая производительность реактора наблюдается при использовании сплава ФС 75 Ба1. Продукты реакции сплавов с добавками бария - ФС 75 Ба1 и ФС 75 Ба4 свободно удаляются из газогенератора.

Как известно, материальный баланс аппарата связывает скорость образования водорода W в реакционном объеме с производительностью [3]

$$W = \Delta V / (m \cdot \Delta\tau) \qquad (1)$$

или

$$W' = \Delta V / (f_{уд} \cdot \Delta\tau) \qquad (2)$$

где ΔV - приведенный к нормальным условиям объем выделившегося водорода, м^3; m - масса сплава, кг; $\Delta\tau$ - время, с; $f_{уд}$ - удельная площадь поверхности порошка сплава, м^2.

Обобщение опытных данных проведено по уравнению Гиббса-Фольмера [3]

$$W' = L \cdot A\ , \qquad (3)$$

где L - феноменологический коэффициент, определяемый экспериментально, м^3/(м^2·с·Дж), A - сродство химической реакции или термодинамический потенциал, Дж/моль.

$$A = \sum \nu_i \cdot \mu_i\ , \qquad (4)$$

где ν_i - стехиометрическое число i-го вещества; μ_i - химический потенциал i-го компонента, Дж/кг.

Экспериментальное значение коэффициента L неизбежно включает в себя как

сопротивление химической реакции, так и сопротивление диффузии.

Объединив уравнения (2) и (3) можно записать (5) [3]

$$L = \Delta V / (f_{уд} \cdot \Delta\tau \cdot A) , \quad (5)$$

Предварительные исследования химической активности рассматриваемых сплавов проведены на кинетическом стенде [4]. Расчетные значения коэффициента L для АВГ-45 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Термодинамические и кинетические данные реакций взаимодействия сплавов с водным раствором щелочи (АВГ-45)

№ опыта	Тип сплава	Удельная энергия Гиббса $-\Delta G$, кДж/кг	Максимальная скорость выделения водорода		Коэффициент $-L\cdot10^8$, м^3/(м^2·с·кДж)
			$W\cdot10^3$, м^3/(кг·с)	$W\cdot10^5$, м^3/(м^2·с)	
1	ФСА 30 Мн1	13344,8	8,81	17,27	1,222
2	ФСА 30	13202,4	1,87	3,46	0,325
3	ФСА 15	14012,7	1,59	5,23	0,501
4	ФС 75 Ба1	10144,8	8,97	21,3	0,184
5	ФС 75 Ба4	10129,3	3,4	5,98	0,639

С ростом размеров аппаратов следует ожидать усиления неравномерности циркуляции потоков, что должно отразиться на интенсивности газовыделения. В этом случае целесообразно представить коэффициент L уравнения (3) в виде зависимости от критерия Re жидкости подъемного потока [2]

$$L = k \cdot \mathrm{Re}^n . \quad (6)$$

В опыте со сплавом ФСА 30 Мн1 для разогрева реактора загружено $30\cdot10^{-3}$ кг сплава А-98КаМг, в результате чего в первые секунды реакции произошло интенсивное вскипание воды. В связи с этим в последующих опытах добавка алюминия снижена до $20\cdot10^{-3}$ кг. Последовательность загрузки реагентов стандартная [1].

Известны зависимости для следующих сплавов [2, 3, 5]:

ФСА 11 с NaOH 16,6 %

$$L = 1{,}5\cdot10^{-5}\ \mathrm{Re}^{-0{,}55}, \quad (7)$$

ФСА 25 с NaOH 10 %

$$L = 0{,}153\cdot10^{-6}\ \mathrm{Re}^{-0{,}17}, \quad (8)$$

ФС 75 с NaOH 15 %

$$L = 4\cdot10^{-6}\ \mathrm{Re}^{-0{,}48}. \quad (9)$$

Авторами установлены зависимости для сплавов:

ФС 75 Ба1 с NaOH 13,3 %

$$L = 0{,}39\cdot10^{-7}\ \mathrm{Re}^{-0{,}38}, \quad (10)$$

ФСА 30 с NaOH 13,3 %

$$L = 0{,}4\cdot10^{-6}\ \mathrm{Re}^{-0{,}28}, \quad (11)$$

ФСА 30 Мн1 с NaOH 13,3 %

$$L = 0{,}416\cdot10^{-6}\ \mathrm{Re}^{-0{,}305}. \quad (12)$$

Уравнения (7), (8) рассчитаны для условий t = 100 °С (373 К), $P \le 0{,}1$ МПа и справедливы в интервале $4\cdot10^4 < \mathrm{Re} < 8\cdot10^5$, (9) - t = 227 °С (500 К), $P \le 1$ МПа, $3\cdot10^5 < \mathrm{Re} < 2\cdot10^5$, (10, 12) - t = 250 °С (523 К), $P \ge 1$ МПа $12\cdot10^4 < \mathrm{Re} < 17\cdot10^4$, (11) - t = 177 °С (450 К), $P \ge 1$ МПа $17\cdot10^4 < \mathrm{Re} < 19\cdot10^4$.

Подтвержден факт снижения коэффициента L с увеличением размеров аппарата для каждого типа реакции. Неравномерность циркуляции потоков усиливается с ростом плотности частиц сплава. Возрастание давления в реакторе сопровождается повышением температуры смеси, т. е. во время резкого снижения давления жидкость вскипает, что вызывает интенсивное перемешивание фаз. За счет пульсации давления сохраняют производительность реактора [2].

На данном этапе исследования формулы (7)-(12) позволяют определить размеры газогенератора в первом приближении. Для расчета аппарата во втором приближении найдены зависимости по теплообмену. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунках 3, 4.

Для сплава ФС 75 теплообмен подчиняется зависимости [3]

$$Nu = 1{,}5\cdot10^{-17}\,\mathrm{Re}^{3{,}7}\,\mathrm{Pr}^{0{,}33} \qquad (13)$$

Зависимость (13) рассчитана на полупериод реакции и справедлива в интервале $7\cdot10^3 < \mathrm{Re} < 2\cdot10^4$, ($t$ = 227 °С (500 К), P > 2,6 МПа).

Значительное влияние критерия Рейнольдса указывает на то, что с ростом температуры происходит интенсивное отслоение оксидного слоя.

В качестве определяющего размера в критериях принят средний диаметр частицы сплава в момент прохождения полупериода реакции.

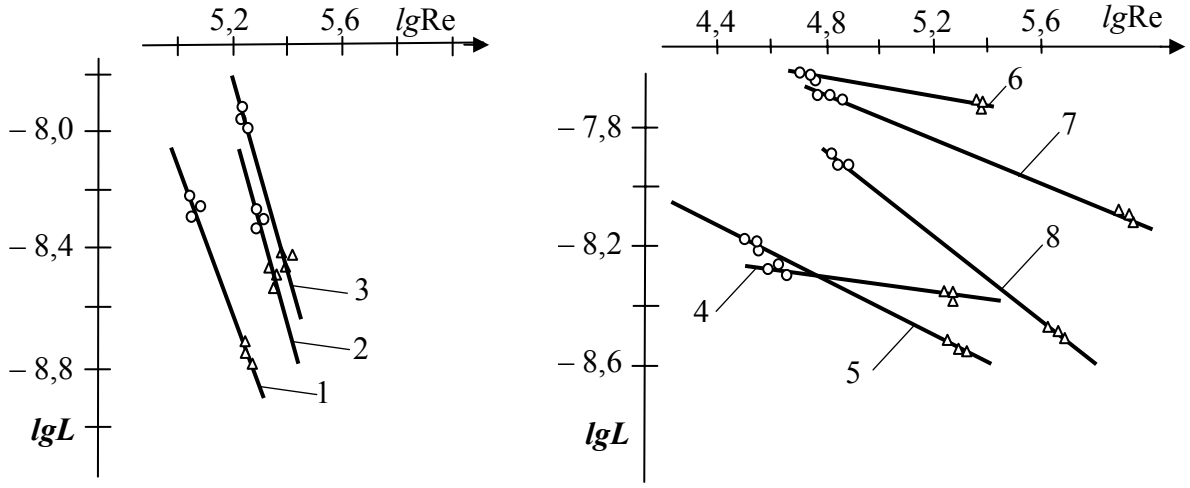


Рис. 3 - Зависимость коэффициента L от числа Re жидкости подъемного потока для реакций:
1 - ФС 75 Ба1, 2 - ФСА 30, 3 - ФСА 30 Мн1, 4 - ФСА 15, 5 - ФС 75 Ба4,
6 - ФСА 25, 7 - ФСА 11, 8 - ФС 75.
1, 6 - 10 % NaOH; 2, 3, 4, 5 - 13,3 % NaOH; 7 - 16,6 % NaOH; 8 - 15 % NaOH;
1, 3 - t = 227 °С, $P \le 1$ МПа; 2, 4, 5 - t = 100 °С, $P \le 0{,}1$ МПа;
Реакторы: ○ - кинетический реактор - $1{,}13\cdot10^{-3}$ м^3; Δ - стандартный АВГ-45 - 0,045 м^3.

На рисунке 4 приведены значения критерия Нуссельта для исследуемых сплавов. Конкретные математические зависимости по интенсивности теплообмена могут быть рекомендованы по мере дальнейшего накопления статистических и опытных данных. Расчет критерия Re проведен по методике изложенной в работе [5].

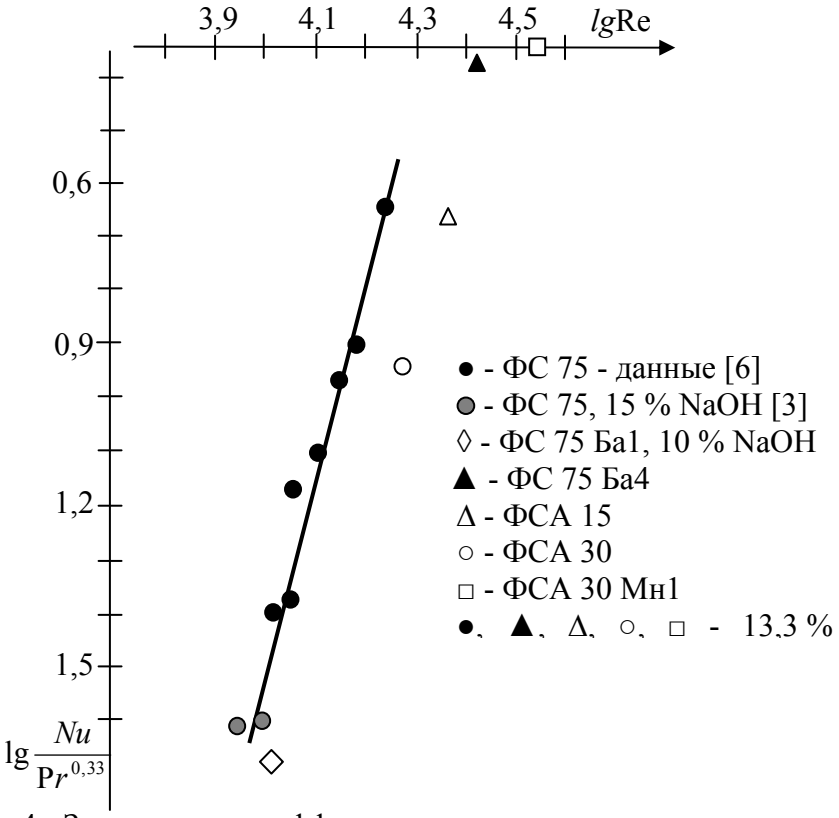


Рис. 4 - Зависимость коэффициентов теплоотдачи порошков различных сплавов в АВГ-45 от числа Рейнольдса подъемного потока для уравнения $Nu = 1{,}5 \cdot 10^{-17}\, Re^{3,7}\, Pr^{0,33}$, ($t$ = 227 °С (500 К), P > 2,6 МПа) [3].

Выводы

В результате экспериментальных исследований установлено, что рост размеров аппаратов существенно отражается на интенсивности газовыделения. С увеличением диаметра аппарата тепломассообмен ухудшается. Высокие значения критерия Re свидетельствуют о значительной турбулизации пограничного слоя контактирующего с реакционной поверхностью потоком пузырей образующегося водорода.

Список литературы: 1. Инструкция по безопасной эксплуатации баллонных газогенераторов АВГ-45 и баллонов с водородом. - М.: Гидрометеоиздат, 1978. - 32 с. 2. Трошенькин В. Б. Совершенствование процесса и реактора по производству водорода из воды при помощи сплавов, получаемых из неорганической части углей: Автореф. дис.… канд. техн. наук. - Х.: Харьк. гос. политехн. ун-т, 1999. - 16 с. 3. Трошенькин Б. А. Возобновляемая энергия. В 2-х частях. - Ч. 2 - Термодинамика литосферы. Геотермические электростанции. - Национальная академия наук Украины. Ин-т проблем машиностроения им. А. Н. Подгорного. - Х.: Изд-во "Форт", 2004. - 156 с. 4. Зипунников Н. Н., Трошенькин В. Б. Разработка процесса получения водорода из воды с использованием сплавов на основе кремния и алюминия/Інтегровані технології та енергозбереження//Щоквартальний науково-практичний ж-л. - Харків: НТУ „ХПІ”, 2008. - 3. - С. 51 - 55. 5. Трошенькин Б. А. Циркуляционные и пленочные испарители и водородные реакторы. - К.: Наук. думка, 1985. - 174 с. 6. Рыбаков Е. Т. Измерение температуры внутри газогенератора АВГ-45//Тр. Главн. Геофизич. Обсерватории, 1961. - Вып.106. - С. 69 - 74.

Поступила в редколлегию 13.01.2009

УДК 504.064.4

А. В. ШЕСТОПАЛОВ, М. А. ЦЕЙТЛИН, докт. техн. наук, профессор, ***В. Ф. РАЙКО,*** канд. техн. наук, доцент, НТУ «ХПИ»

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ УТВОРЕННЯ КАРБОНАТНИХ ІНКРУСТАЦІЙ ПРИ ЗМІШЕННІ І ТРАНСПОРТУВАННІ ПУЛЬПОВОЇ СУСПЕНЗІЇ

Показана можливість утворення карбонатних інкрустацій при змішенні і транспортуванні відходів содового виробництва. Вивчений механізм і причини утворення інкрустацій в трубопроводі при транспортуванні відходів виробництва соди. Представлені результати дослідження утворення відкладень карбонату кальцію за різних умов. На основі експериментальних даних запропонований механізм стабілізації шламу перед транспортуванням до соляних камер.

1. Вступ

Відомо, що в підземних трубопроводах вода охолоджуватиметься до 10ºС. Отже, передбачувана температура пульпової суспензії перед подачею їх в розсільні свердловини може сягати 10°С. За наявності у воді пересичених концентрацій слаборозчинних солей кальцію вони в процесі охолоджування в трубопроводі інкрустуватимуть його стінки [1].

По хімічному складу відходів і розчинності гіпсу у воді, можна передбачити, чи матиме місце процес інкрустації трубопроводів і устаткування свердловин.

Дані хімічного складу твердих відходів ВАТ «Лисичанська сода» показують, що фактичний вміст гіпсу, перерахований на $CaSO_4$, не досягає насичення ні в одному з видів відходів підприємства. Отже, і в сумішах стоків перенасичення по гіпсу не матиме місця, і тому можна не побоюватися гіпсових інкрустацій трубопроводів [2].

Крім небезпеки утворення інкрустацій гіпсом може випадати $CaCO_3$ [3]. За літературними даними розчинність $CaCO_3$ складає при 8ºС-12,8 мг/л, при 25°С - 14,6 мг/л. Таким чином, в процесі транспортування можуть протікати реакції утворення карбонату кальцію. Тому були поставлені попередні досліди по вивченню стабільності хімічного складу пульпової суспензії, призначеної для подачі в підземні порожнини.

2. Постановка задачі

Попередні дослідження полягали в тому, що складали певні суміші твердих відходів з водою і розсолом різних концентрацій в скляному циліндрі і візуально спостерігали зміни, що відбуваються, в об'ємі рідини. При змішенні спостерігалася поява твердої фази. Відстій суміші в циліндрі протягом 1 - 2 годин при кімнатній температурі показав, що на стінках циліндра утворилася біла плівка, яка не змивається водою. Цю плівку вдалося видалити або механічним способом або соляною кислотою.

Хімічний аналіз цієї плівки, змитою соляною кислотою показав присутність іонів кальцію. Іони Mg^{2+} і SO_4^{2-} практично відсутні, тому в утворенні міцних відкладень можливі з'єднання гіпсу і гіпсоокиси магнію не враховувалися.

Щоб уникнути чинників, що важко враховуються, спочатку досліди проводилися з чистими розчинами, приготованими в лабораторіях. Як кількісна характеристика була прийнята величина відкладених на стінках реакційної посудини інкрустацій.

При дослідженні застосовували наступну методику [4]. Готували розчин хлориду натрію. У дві склянки з розчином NaCl додавали розраховану кількість розчинів соди і хлористого кальцію. Потім вміст двох склянок зливався в одну колбу, в якій рідина при перемішуванні витримувалася протягом визначеного умовами експерименту часу при заданих параметрах. Після припинення експерименту рідину з колби зливали в іншу судину і проводили необхідні аналізи, а колбу ретельно промивали кілька разів дистильованою водою. При цьому на стінках колби залишався тонкий шар інкрустацій, що не змивається водою. Цей шар потім розчиняли 7 - 10 мл концентрованої соляної кислоти, одержану рідину розбавляли дистильованою водою і аналізували на зміст іонів Ca^{2+}. Цей результат давав можливість провести розрахунок величини утворених інкрустацій.

В даний час є дві точки зору на механізм утворення твердої фази $CaCO_3$. Згідно однієї з них, вважається, що первинним актом утворення твердої фази є виникнення кристалічного зародка. Для утворення кристалічного зародка необхідне таке орієнтування іонів або молекул, яке відповідає їх положенню в кристалічній решітці даної речовини. Вірогідність створення таких умов залежить від концентрації і швидкості дифузії речовини [5].

Згідно іншої теорії зародком твердої фази є аморфні утворення, усередині яких з часом виникають кристали. Зростання цих кристалів приводить до розпаду кулястої частинки на безліч дрібних кристалічних утворень.

Літературні дані указують, що механізм кристалізації $CaCO_3$ протікає по другому варіанту з отриманням аморфного утворення. Тільки при малій концентрації іонів кальцію в розчині, підвищеній температурі і інтенсивному перемішуванні процес утворення зародків $CaCO_3$ можна ототожнювати з картиною утворення кристалічного зародку.

3. Результати досліджень

Результати дослідження залежності величини інкрустацій від концентрації $CaCO_3$, яка присутня в розчині наступні. Температура проведення експерименту 18ºС, швидкість обертання мішалки 160-180 об/хв. З рис. 1 видно, що максимум кількості міцних відкладень $CaCO_3$ знаходиться в межах 0,5 - 2 г/л концентрації розчиненого карбонату кальцію. Це пояснюється тим, що при підвищенні концентрації $CaCO_3$ велика частина солі кристалізується на завислих частинках, а не на стінках посудини.

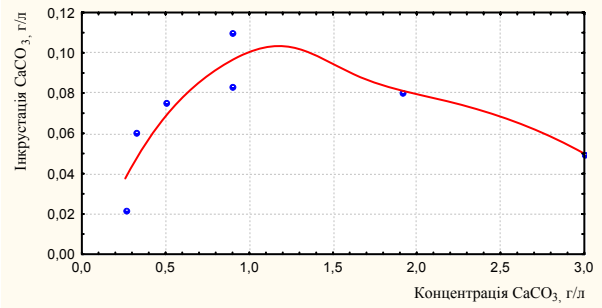


Рис. 1. Залежності величини інкрустацій від концентрації $CaCO_3$

До цього висновку приводить і представлена на рис. 2 залежність процентного відношення величини інкрустації до всього присутнього $CaCO_3$. В цьому випадку максимум доводиться на концентрацію 0,3 - 1 г/л. Величина міцних відкладень залежить не тільки від концентрації $CaCO_3$, але і від гідродинаміки системи.

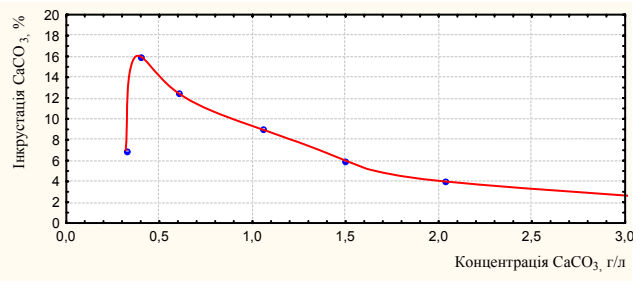


Рис. 2. Залежність процентного відношення величини інкрустації до всього утвореного $CaCO_3$

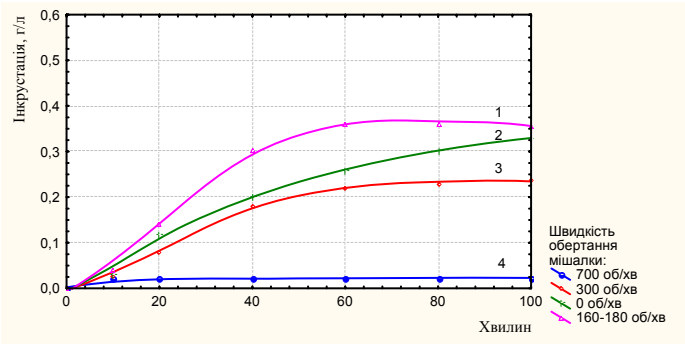


Рис. 3. Залежність швидкості утворення інкрустацій від гідродинаміки та часу проведення опитів

З рис. 3 видно, що при швидкості обертання мішалки 160 - 180 об/хв. швидкість інкрустації максимальна і закінчується десь за 40 - 50 хв.

Вірогідно, цей гідродинамічний режим сприяє хорошому перемішуванню розчину і є найбільш сприятливим для дифузії $CaCO_3$ та визначається уповільненням дифузії молекул карбонату кальцію до стінки посудини, в другому випадку перемішування розчину достатньо інтенсивне і може забезпечити хороше зіткнення солей кальцію із стінками посудини, проте висока швидкість руху рідини гальмує процес інкрустації і сприяє утворенню кристалічного зародка в об'ємі рідини. Останню думку дуже добре підтверджує залежність, одержана в дослідах при перемішуванні рідини із швидкістю обертання мішалки більше 700 об/хв. При низькій концентрації твердої фази інтенсивне перемішування відповідає умовам утворення кристалічного зародка і його зростання за рахунок процесу кристалізації.

Крім того, механічна сила турбулентного руху рідини сприяє ослабленню сил зчеплення між стінками посудини і молекулами $CaCO_3$, і тому при бурхливому перемішуванні суміші процес інкрустації інтенсивно пригнічується.

Заслуговує уваги вплив концентрації хлориду натрію на процес утворення інкрустації. Ці дані представлені на рис. 4, з якого видно, що в суспензіях з

низьким вмістом хлориду натрію процес інкрустації сильно інтенсифікувався. Тільки з підвищенням солевмісту до 100 г/л величина інкрустацій декілька падає і досягає мінімуму десь досягши більше 250 г/л NaCl. Це обумовлено тим, що іони Na^+ і Cl^-, що знаходяться в розчині у великих кількостях, можуть адсорбуватися на поверхні апарату і пригнічувати процес кристалізації на ній карбонату кальцію. Ці іони можуть адсорбуватися на кристалах і затримувати їх зростання, і тому процес зняття перенасичення $CaCO_3$ у розсолах, мабуть, затягується.

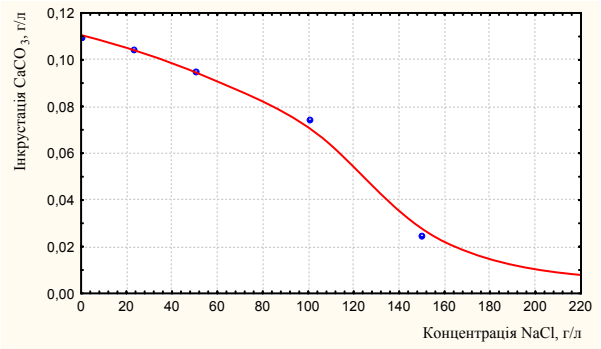


Рис. 4. Вплив концентрації хлориду натрію на процес утворення інкрустації

Результати досліджень, приведених на рис. 5, показують, що величина інкрустацій пропорційна кількості протікаючої через судину рідини. Ці дані були одержані шляхом нашарування міцних відкладень $CaCO_3$ на стінках колби, в яку заливалася досліджувана суміш. Кількість дослідів, що беруть участь в збільшенні шару інкрустацій, рівносильні кількості рідини, що протікає за певний час через колбу. Час тривалості дослідів складає 25 хв., температура 18ºС. Нашарування інкрустацій проводилося при швидкості обертання мішалки 180 об/хв. і рівній кількості рідини у всіх дослідах.

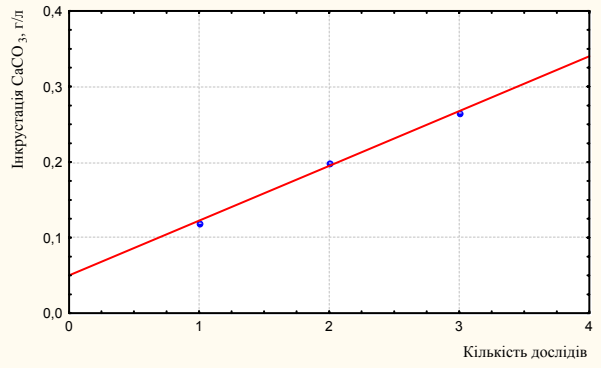


Рис. 5. Залежність кількості інкрустацій від кількості опитів при утворенні відкладень

Таким чином, швидкість випадання інкрустацій карбонату кальцію залежить від багатьох чинників: кількості суспензії, в якій утворюється $CaCO_3$, гідродинаміки, кількості протікаючої рідини.

З рис. 6 видно, що вміст іонів кальцію в розчині різкий падає протягом перших 7 - 9 хв. при перемішуванні рідини (криві 2, 3) і протягом 25 - 30 хв. в спокійній рідині (крива 1). Ці дані вказують на те, що спочатку після утворення $CaCO_3$ знаходиться в розчині в пересиченому стані, і при відсутністі центрів кристалізації поволі утворює тверду фазу. Таким чином, для швидкого зняття

перенасичення $CaCO_3$ у розчині необхідна присутність центрів кристалізації, так званих приманок.

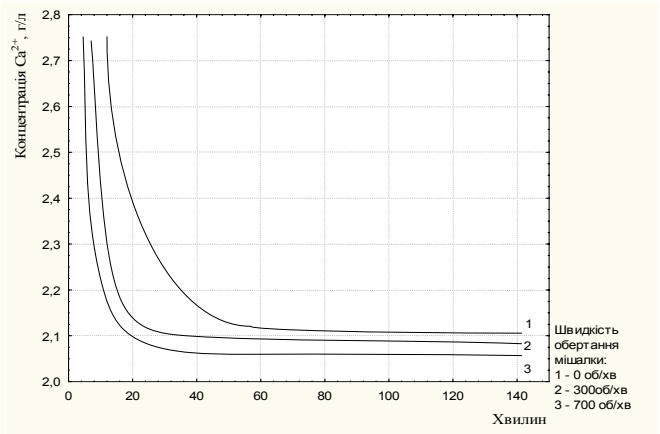


Рис.6. Динаміка зміни концентрації іонів кальцію в розчині в результаті кристалізації $CaCO_3$

З рис. 7 видно, що при концентрації суспензії менше 120 мг/л величина інкрустації різко зростає, отже, в цьому випадку процес зняття перенасичення на поверхні завислих речовин істотно сповільнюється у вигляді недостатності центрів кристалізації.

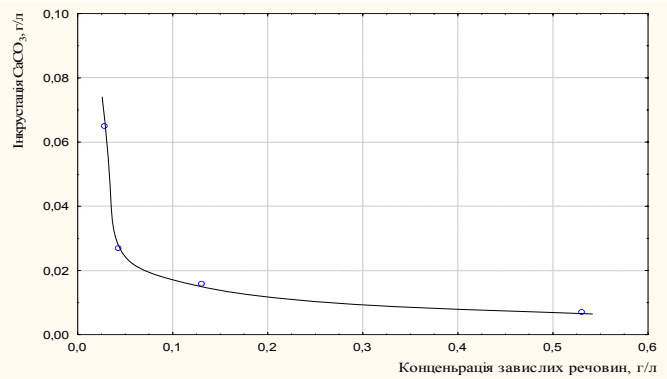


Рис.7. Залежність величини інкрустації $CaCO_3$ від концентрації завислих речовин

4. Висновки

Проведені дослідження показують, що при змішенні кальцієвмісних відходів содового виробництва з рідиною можуть утворюватися пересичені концентрації $CaCO_3$, які в певних умовах можуть давати інкрустації.

Показано також, що вміст при цьому в пульповій суспензії 120 - 140 мг/л завислих речовин, може повністю зняти перенасичення, причому, із значною швидкістю. У зв’язку з тим, що тверді відходи з дослідного шламонакопичувача складаються з дрібнодисперсних часток, можна зробити висновок, що при приготуванні пульпової суспензії у перемішувачі відбуватиметься зняття перенасичення по карбонату кальцію та інкрустація трубопроводі маловірогідна.

Вплив концентрації хлориду натрію на процес інкрустації полягає в уповільненні кристалізації карбонату кальцію і також сприятиме захисту устаткування від інкрустацій.

Список літератури: 1. О механизме образования инкрустаций в дистиллере. Дрозин Н. Н., Овечкин Е. К., Куцина М. И. и др. Тр. НИОХИМ, т. XII, 1959. 2. *Лосев К., Баранов Ш., Левина Р., Химстрой*, №6, 71 (1934). 3. *Ворончихин В. Е.*, ЖХП, 13, 1486 (1936). 4. Методика исследования скорости образования гипсовых и карбонатних инкрустаций. Овечкин Е. К., Дрозин Н. Н., Куцина М. И. и др. Тр. НИОХИМ, т. XIII, 1961. 5. *Кирхнер Ю.* Производство соды по способу Сольвэ, Химтеорет, 1932.

Поступила в редколлегию 13.02.2009

УДК 681.518.52

***Б. А. МАЛИК*,** канд. техн. наук, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Рассмотрены вопросы создания первичных преобразователей в системах пожарной безопасности промышленных объектов. Проанализированы требования к таким преобразователям, возможности их реализации, предложен подход, основанный на использовании фотоприборов с зарядовой связью и микропроцессорной обработкой информации.

Розглянуті питання створення первинних перетворювачів у системах пожежної безпеки промислових об’єктів. Проаналізовано вимоги до таких перетворювачів, можливості їх реалізації, запропоновано підхід, що базується на використанні фотоприладів із зарядовим зв’язком та мікропроцесорним опрацюванням інформації.

Problems of sensing devices creation in fire safety systems of industrial objects are considered. These transducers’ requirements, its application possibilities are analyzed. New approach based on charge-coupled photoinstruments and microprocessor-based information processing is proposed.

В системах, обеспечивающих безопасность промышленных предприятий в частности пожарную безопасность, одним из основных элементов определяющих их надежность являются первичные преобразователи

Информация с таких преобразователей (датчиков) в большинстве случаев поступает в подсистему обработки данных, которая может быть различной степени сложности – от простой логической схемы до универсального микропроцессорного устройства.

Обеспечение безопасности такими датчиками может идти по двум направлениям: использование их как элемент системы предупреждения об опасности и как безопасный элемент в системах контроля и предупреждения [1].

Любые физические явления, в том числе процессы самовозгорания, тления, пожара или взрыва, могут быть идентифицированы по ряду факторов, проявлением которых это явление сопровождается. Общим принципом работы всех автоматических устройств обнаружения загораний является измерение физических величин, связанных именно с этими факторами. Обычно факторы, применяемые для регистрации очагов пожара, делят на две группы: не связанные

с процессом тепломассопереноса в результате передвижения продуктов горения и связанные с ним.

Факторами, по которым может быть обнаружен очаг пожара (самовозгорания, взрыва), являются:

- изменение температуры (локальное повышение, динамика роста и флуктуации в месте возникновения и развития очага);
- изменение газового состава среды (повышение концентрации двуокиси и окиси углерода, углеводородов и других продуктов горения);
- изменение оптических свойств газовой среды (под воздействием тепловыделения очага локально изменяется температура и, как следствие, коэффициент преломления воздуха, кроме того, часть продуктов горения выделяется в виде дыма (аэрозоль), что в свою очередь ведет к появлению интенсивного ослабления и рассеивания световых лучей);
- изменение интенсивности и спектральных характеристик оптического защищаемого объекта;
- изменение спектральных характеристик акустического шума;
- изменение давления.

Датчики обнаружения очага пожара (пожарные извещатели) являются одним из основных элементов системы активной противопожарной защиты. По принципу работы их можно разделить на активные и пассивные; по виду определяемого фактора очага горения - на тепловые, дымовые, оптические (пламени). По типу используемого чувствительного элемента – на фотоэлектрические, барометрические, акустические, ионизационные, сейсмические, магнитоконтактные, электроконтактные, комбинированные.

Такое многообразие датчиков связано, во-первых, с наличием различных факторов пожара, а во-вторых, с наличием большого разнообразия типов объектов, подлежащих защите от загораний. Эффективность применения пожарных извещателей и их работоспособность зависят от оптимального выбора типа датчика, места его установки и условий эксплуатации.

Наиболее полно требованиям малой инерционности отвечают оптические датчики обнаружения очага загорания. Обнаружение загораний по излучению в оптическом диапазоне практически реализуемо лишь при пламенном горении материалов. Спектральный состав излучения, как и интегральная интенсивность излучения, изменяется по мере развития очага горения. При развитии загорания интенсивность излучения увеличивается и при пламенном горении, кроме этого, флуктуирует вследствие «мерцания» пламени. Частотный диапазон флуктуации (от единиц до нескольких десятков герц) зависит от размеров и формы пламени. Интенсивность излучения очага горения различна по направлениям. Характер изменения интенсивности излучения от направления (форма диаграммы направленности излучения) зависит от размеров и формы очага горения, размеров и формы пламени.

Информационными параметрами загорания являются: спектральный состав и интенсивность излучения, флуктуация интенсивности излучения. Обнаружение загораний по излучению пламени можно производить, измеряя его интенсивность в определенном спектральном диапазоне.

В настоящее время задача сводится не столько к обнаружению пламени, сколько к обеспечению достаточно сложной, учитывающей многие параметры окружающей среды, обработке изображений [2]. Существует несколько основополагающих принципов идентификации пламени, которые заключаются в частотной и спектральной селекции источников излучения.

В частотном принципе идентифицирующим признаком является наличие низкочастотных колебаний интенсивности излучения от очага пламени. При спектральной селекции идентификация пламени осуществляется по наличию в спектре излучения контролируемого источника спектральных полос, характерных для продуктов, образующихся при горении.

Основные функциональные параметры, принципы выделения излучения пламени на фоне оптических помех, логика электронной обработки первичных сигналов, эксплуатационные и конструктивные характеристики датчиков всецело определяются электрическими, фотоэлектрическими, оптическими и конструктивными особенностями приемника излучения.

Так, для реализации частотного принципа идентификации пламени необходимо иметь приемник излучения, способный фиксировать низкочастотные колебания пламени (от 2 до 20 Гц). Популярность частотного метода связана с тем, что в очагах пожара, как правило, имеют место низкочастотные колебания интенсивности излучения пламени, что удобно для приема, усиления и регистрации сигнала с таких простых преобразователей как фотодиод или фоторезистор. Определенным преимуществом обладают широкополосные приемники ИК-излучения. Однако, для надежного обнаружения и идентификации пламени они требуют длительного времени, которое можно сократить специальными режимами настройки ценой резкого снижения чувствительности и помехозащищенности. Частотный метод идентификации трудно реализуем при обнаружении тлеющих очагов пожара.

Для реализации принципа спектральной селекции, как правило, используется несколько приемников, способных реагировать на излучение в различных участках спектров излучения источников. Простейший вариант спектральной селекции состоит в том, что для приемника излучения выбирается узкий диапазон спектральной чувствительности, совпадающий с одной из спектральных полос излучения пламени. Более сложная комбинация приемников излучения позволяет регистрировать не только излучение пламени, но и излучение оптических помех. До последнего времени метод спектральной селекции применялся как дополнительная мера обеспечения помехозащищенности извещателей, для которых основным принципом обнаружения пламени оставался частотный.

Некоторые авторы [3, 4] в качестве приемника излучения применяют инфракрасный, многоспектральный, матричный полупроводниковый преобразователь на основе полиматричных кристаллических пленок из твердых растворов химических соединений групп A^4B^6 и A^2B^6, например селенида свинца и кадмия. Главное достоинство этого преобразователя в том, что для его работы не требуется модуляции излучения от объекта обнаружения, а спектральные характеристики чувствительности каждого элемента совпадают с характерными спектрами излучения различных типов очагов пожара (рис. 1).

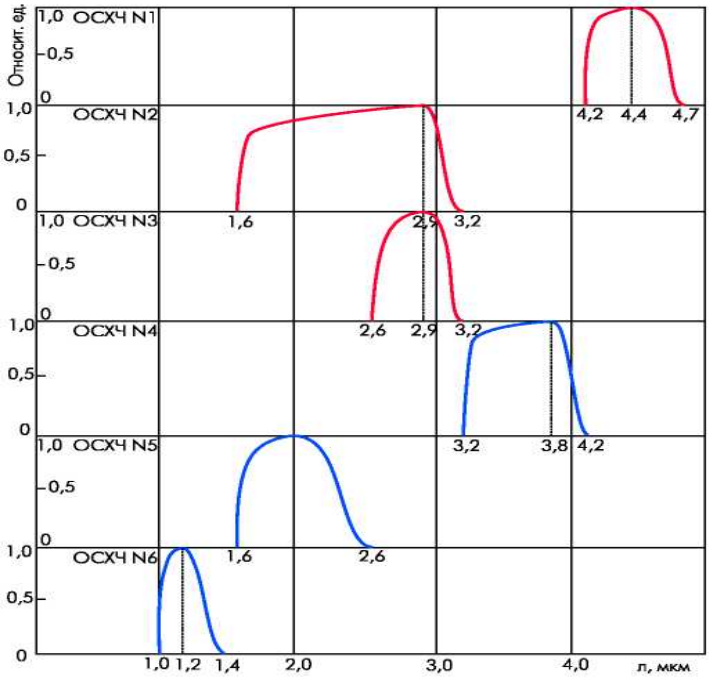


Рис. 1 - Относительные спектральные характеристики чувствительности (ОСХЧ) элементов многоспектрального полупроводникового матричного преобразователя

Это позволяет универсализировать подход к датчикам пламени и реализации требований к ним.

При этом одной из насущных проблем рассматриваемого технического направления является разнообразие требований, предъявляемых потребителями и необходимостью адаптации датчиков к ним. Вопросы оптимальной адаптации решаются созданием многочисленных вариантов конструкций и типов датчиков со специфическими и жестко определенными параметрами.

Наиболее перспективным можно считать применение универсальных широкополосных преобразователей способных воспринимать информацию с больших площадей и возможностью дифференциации по времени, пространству и спектру. Наиболее полно таким требованиям отвечают преобразователи на основе фотоприборов с зарядовой связью.

Благодаря широте своих функциональных возможностей они могут компенсировать недостатки других преобразователей, применяемых в настоящее время. Так инфракрасные извещатели пламени могут применяться только для обнаружения пожаров углеродсодержащих веществ. Они плохо приспособлены для обнаружения горения веществ, не содержащих углерод, например, таких как водород, сера или горючие металлы. Они уменьшают свою чувствительность и могут выработать ложный сигнал тревоги в присутствии мощного модулированного излучения от источников тепловой энергии. Ультрафиолетовое излучение достаточно интенсивно поглощается дымом, загрязняющими веществами, присутствующими в атмосфере и на оптической системе пожарного извещателя, а также газами и парами многих горючих веществ, среди которых можно отметить, например, аммиак, анилин, ацетон, бензол, бутиламин, дихлорбензол, ксилин, метилакрилат, метилметакрилат,

нитробензол, нитрометан, нитроэтан, нитропропан, пентанол, сероводород, стирол, толуол, трихлорэтилен, фенол, хлорбензол, этанол и др. Кроме того, такие извещатели пламени чувствительны к рентгеновским лучам, гамма-излучению и излучению, возникающему при электродуговой сварке, разряде молнии и высоковольтной дуге. Эти виды излучений могут стать причиной ложного срабатывания данного типа извещателей. В поле зрения извещателей пламени не должны находиться предметы, расположенные на пути распространения электромагнитного излучения от предполагаемого источника возгорания, в том числе стеклянные и полимерные поверхности, которые хоть и прозрачны, но существенно поглощают ИК и УФ-излучение.

В некоторых датчиках пламени, например, ДП-01 и ДП-02 используется технология оптического ИК спектрального анализа с цифровой обработкой частоты мерцания, что позволяет: а) обнаруживать пламя в начале возгорания, б) обнаруживать пламя на значительном удалении от датчика (дистанционно), в) обнаруживать пламя в локальных (строго определенных) зонах и иметь возможность включать системы пожаротушения только этих зон, г) снизить вероятность ложных срабатываний от прямых солнечных лучей, искусственного освещения, нагретых приборов, газовой сварки и т.п. до приемных уровней, д) обеспечить высокую надежность и работоспособность в любых рабочих и климатических условиях. Если проводить более общий анализ оптической информации на основе фотоприборов с зарядовой связью и микро процессорных устройств обработки изображений можно разработать пожарные извещатели, которые в зависимости от особенностей защищаемого объекта, ожидаемого характера возгорания, вида очага пожара и характеристик оптических фоновых помех, будут обеспечивать адекватную реакцию на внешнее излучение и решать задачи, решение которых существующими преобразователями было весьма затруднительно. Такие датчики, способны реагировать на наличие неколеблющегося пламени, например, пламени в газовых факелах или в очагах пожара с большой площадью возгорания, они могут использоваться при горении химических веществ, не содержащих углерод. При обнаружении очагов пожара вида ТП-2 и ТП-3 (тление древесины и хлопка) дают повышение чувствительности по отношению к очагам пожара вида ТП-1, ТП-4 и ТП-5 (горение древесины, полимерных материалов и горюче-смазочных материалов с выделением дыма), ТП-6 (горение горюче-смазочных материалов без выделения дыма). Благодаря широким возможностям извлечения и обработки информации можно достичь большого уровня помехозащищенности.

Решение этих задач возможно за счет того, что прием и прямое преобразование в электрическую энергию излучения от очагов пожара, первичных стадий взрывного процесса и фоновых оптических помех, формирование и выдача электрического сигнала о пожаре возложена на один широкополосный матричный преобразователь. Селективно выделяются полосы, которые соответствуют спектрам излучения от нескольких типов очагов пожара и соответствующие спектрам излучения фоновых оптических помех, например Солнцу, искусственным источникам освещения, излучению электросварки, нагревательных приборов.

Более совершенным вариантом такой системы могут служить системы использующие фотоприемники на приборах с зарядовой связью (ФПЗС) и микропроцессорной обработкой сигнала. Хотя не специализированные ФПЗС имеют не очень широкий спектр по сравнению со специально изготовленными узко спектральными преобразователями (рис. 2), их преимущества бесспорны благодаря большому количеству информации получаемой с этих датчиков с большим пространственным . временным и спектральным разрешением.

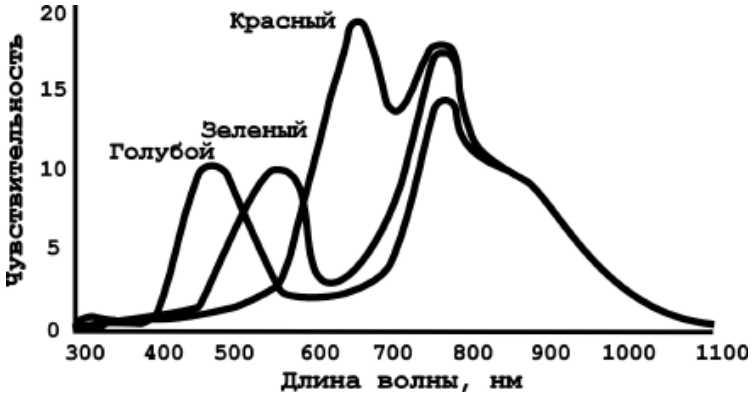


Рис. 2 - Относительные спектральные характеристики чувствительности (ОСХЧ) ПЗС преобразователя

Для того, чтобы очаг пожара был обнаружен простым извещателем пламени, в общем случае необходимо выполнение следующих условий:

- очаг должен находиться в пределах области обзора на расстоянии, не превышающем границы области чувствительности извещателя;
- чувствительность извещателя должна быть достаточной для регистрации разницы температур поверхности очага и фона.

Извещатели с использованием в качестве преобразователя матричных фотоприборов с зарядовой связью могут работать в более сложных условиях. Они способны идентифицировать изменение обстановки на локальных участках контролируемого пространства и выявлять источники возгорания в присутствии значительных помех в различных участках спектра электромагнитных колебаний.

Необходимая чувствительность извещателя основанного на одноэлементных преобразователях зависит от расстояния, типа источника возгорания, температуры горения топлива и времени, требуемого для установления теплового равновесия пламени.

Выражение для дальности обнаружения очага пожара определенным извещателем пламени для конкретного вида горючего материала и заданной площади возгорания имеет вид:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{\tau_0 S_{on} \mathrm{S} \varepsilon \cos\alpha \cos\varphi K \sigma T^4}{\pi B \Phi_{\min}} [Z(\lambda_2/\lambda_m) - Z(\lambda_1/\lambda_m)]},$$

где S_{on} – рабочая площадь поверхности оптической системы чувствительного элемента; S – площадь очага возгорания; ε – спектральный коэффициент излучения; K – коэффициент, учитывающий спектральный состав лучистого потока, излучаемого пламенем, спектральные характеристики чувствительного элемента и пропускания атмосферы; σ – постоянная Больцмана; T – температура

пламени; $\Phi_{\min}$ – минимальный поток, который можно обнаружить (предельная чувствительность); B – коэффициент пропорциональности (B>1) между потоком излучения и предельной чувствительностью $\varphi_\alpha = Bx\Phi_{\min}$; $Z(\lambda/\lambda_m)$ – функции, учитывающие свойства оптических приборов в зависимости от спектра излучения $(\lambda_1 - \lambda_2)$; λ_m – длина волны, соответствующая максимуму спектральной интенсивности плотности лучистого потока; α – угол между нормалью N к элементарной площадке dS и оптической осью чувствительного элемента; σ – угол рассогласования.

На основании этого выражения можно сделать важный вывод о том, что дальность обнаружения очага возгорания для определенного извещателя пламени всегда пропорциональна корню квадратному из величины площади очага возгорания.

Поэтому, зная для данного пожарного извещателя значение его предельной дальности обнаружения стандартного очага возгорания, на основании этой формулы всегда можно рассчитать дальность обнаружения очага возгорания другой площади. Так, для определенного пожарного извещателя при всех прочих равных физических условиях будет справедлива следующая пропорция:

$$\frac{L_{\max test}}{\sqrt{S_{test}}} = \frac{L_{\max n}}{\sqrt{S_n}} \text{ или } \frac{L_{\max test}}{L_{\max n}} = \sqrt{\frac{S_{test}}{S_n}}$$

$L_{\max test}$ – максимальная дальность обнаружения пламени тестового очага возгорания для данного типа извещателя; S_{test} – площадь тестового очага возгорания; $L_{\max n}$ – максимальная дальность обнаружения пламени очага возгорания площадью для данного типа извещателя; S_n – площадь очага возгорания.

Каждый извещатель пламени обладает определенным углом обзора, обусловленным физическими свойствами чувствительного элемента и механической конструкцией самого извещателя. Угол обзора в пространстве образует так называемую область обзора, которая в геометрической интерпретации для большинства извещателей пламени представляет собой конус, в вершине которого расположен чувствительный элемент извещателя. За пределами этой области детектирование пламени невозможно. Любой извещатель пламени имеет максимальную чувствительность вдоль его центральной оптической оси, которая уменьшается при отклонении источника излучения от этой оси и на границе области обзора большинства извещателей пламени составляет около 50 % от максимального значения. Эта особенность влияет на форму области чувствительности извещателя.

Граница области чувствительности представляет собой поверхность, форма которой является результатом тщательных тестовых испытаний извещателя со стандартными очагами возгорания. Удаленность этой границы от извещателя определяется его дальностью обнаружения очага возгорания определенной площади для заданного типа горючего вещества.

Границы областей чувствительности для очагов возгорания иных размеров всегда могут быть найдены на основании данных, полученных при тестовых испытаниях извещателя путем их пересчета согласно закону о пропорциональной

зависимости максимальной дальности обнаружения от корня квадратного из величины площади очага возгорания.

Для матричных ПЗС преобразователей выражение для дальности обнаружения может иметь вид**:**

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{S_{пзс} \mathrm{S} \varepsilon \cos\alpha R K \sigma T^4}{\pi \Phi_{\min}} [Z(\lambda_2/\lambda_m) - Z(\lambda_1/\lambda_m)]},$$

где $S_{ПЗС}$ - рабочая площадь ПЗС преобразователя, R – коэффициент преобразования оптической системы, учитывающий фокусное расстояние и светосилу объектива.

Так как информация, снимаемая с ПЗС датчика, обновляется десятки раз в секунду, а чувствительность превосходит во много раз чувствительность традиционных одноэлементных преобразователей, отпадает необходимость учитывать время, требуемое для установления теплового равновесия пламени. При этом происходит обработка всего изображения контролируемого пространства, что в большинстве случаев позволяет выделить даже низкоэнергетические полезные сигналы на фоне помех, благодаря чему часто требуемая чувствительность заведомо ниже реальной чувствительности преобразователя.

Список литературы: 1. Малик Б.А., Малик С.Б. Первичные преобразователи в системах обеспечения безопасности жизнедеятельности//Тези доповідей науково-методичної конференції "Безпека життєдіяльності". – Харків: НТУ"ХПІ", 2005.– С.70-72. 2. Паранько А.В. Первичные преобразователи в системах обеспечения безопасности технологических процессов 12-й Международный молодежный форум "Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке": Сборник материалов форума – Харьков: ХНУРЕ, 2008. – С.214. 3. Горбунов Н.И., Медведев Ф.К., Дийков Л.К., Варфоломеев С.П. Датчики для систем обеспечения пожаро-взрывобезопасности.- Датчики и системы, 2004.4. Патент USA № 005850182A от 15.12.98, Detector Electronics.

Поступила в редколлегию 21.01.2009

УДК 621.771.073.8:681.3.06

В.С. МЕДВЕДЕВ, канд.техн.наук, НИИ «УкрНИИМет» УкрГНТЦ «Энергосталь»

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ И ЭНЕРГО - СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАТКИ В ФАСОННЫХ КАЛИБРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ

Рассмотрена методика определения формоизменения и энергосиловых параметров прокатки с использованием вариационных принципов механики сплошных сред. На примере прокатки в базовом пластовом тавровом элементе фасонных калибров приведен алгоритм построения кинематически возможного поля скоростей течения металла, расчета деформации металла на свободных поверхностях, усилия, момента и мощности прокатки в фасонных калибрах.

Розглянута методика визначення формозміни та енергосилових параметрів прокатки за допомогою варіаційних принципів механіки суцільних середовищ. На прикладі прокатки в базовому пластовому тавровому елементі фасонних калібрів наведено алгоритм побудови кінематично можливого поля швидкостей плину металу, розрахунку деформації металу на вільних поверхнях, зусилля, моменту та потужності прокатки в фасонних калібрах.

The paper concerns the technique for determining of forming and energy parameters of rolling with using variation principles of continuum mechanics. By the example of rolling in the base bed T-shaped element of section grooves the algorithm of imaging kinematicly possible velocity field of metal flow is presented along with calculating of metal deformation on free surfaces, efforts, moment and capacity of rolling in section grooves.

1. Введение

Разработка технологического процесса сортовой прокатки, основой которого является калибровка прокатных валков, связана с определением формоизменения металла в калибрах (уширения стенок, приращения или утяжки фланцев и других интегральных характеристик) и энергосиловых параметров (усилий, моментов и мощности прокатки).

В работах [1-4] изложены методы расчета формоизменения и энергосиловых параметров прокатки с использованием вариационных принципов механики сплошных сред. При решении задач используются разные методы построения кинематически возможного поля скоростей течения металла и системы допущений, касающиеся геометрии очага деформации, условий на контакте и внутри очага деформации, состояния деформируемой среды и т.д. Решения носят, как правило, частный характер.

В последние годы исследователями разрабатываются единые методологические подходы к вопросам разработки калибровок сложных фасонных профилей и расчета технологических параметров прокатки. Эти

подходы основаны на классификации сортамента сортового проката по признакам геометрического подобия профилей и общности их способов прокатки и калибровки [5-7]. Дальнейшим развитием и углублением такого системного подхода является деление сложных фасонных профилей и формующих их фасонных калибров на типовые базовые элементы с различными граничными условиями на концах этих элементов [8]. Всего выделено 5 базовых элементов: полосовой-клиновой, угловой, пластовый тавровый, ребровой тавровый и крестообразный. Сложные фасонные профили с развитой поверхностью в подавляющем большинстве могут быть составлены в разном сочетании и количестве тремя основными базовыми элементами: угловым, пластовым тавровым и ребровым тавровым. Например, швеллер состоит из двух состыкованных угловых элементов, симметричный полособульбовый профиль – из одного пластового таврового элемента, профиль железнодорожной полкладки – из двух состыкованных ребровых тавровых элементов.

2. Постановка задачи

В настоящей статье представлена общая методика определения формоизменения металла и энергосиловых параметров прокатки в основных базовых элементах калибров, представленных на рис.1 (стрелки показывают порядок теоретического анализа характерных участков очага деформации каждого базового элемента). Во всех случаях анализ базовых элементов профиля проводится в направлении беспрепятственного течения металла.

Методику определения формоизменения и энергосиловых параметров прокатки фасонных профилей изложим на примере деформации металла в пластовом тавровом элементе (рис.1,а и рис.2). Очаг деформации в этом элементе разделен на 8 характерных участков.

Для решения задачи принимаем следующие допущения:

1. Рассматривается только геометрический очаг деформации.
2. Фланцы обжимаются по толщине наклонными поверхностями валков.
3. По всей длине очаге деформации имеет место отставание металла.
4. По высоте очага деформации имеет место равномерная деформация (гипотеза плоских сечений).
5. Законы затухания функций V_z и V_y – линейные.
6. Закон затухания функции V_x – параболический.
7. Внеконтактная деформация учитывается мощностью сил среза.
8. Металл является жестко-пластической средой.

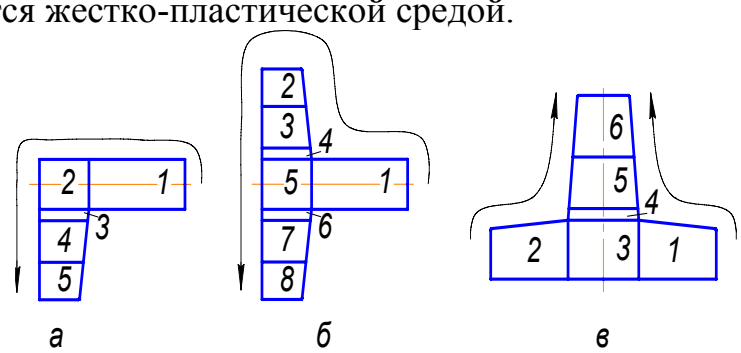


Рис. 1 – Типовые базовые элементы фасонных профилей
а – угловой; б – пластовый тавровый; в – ребровій тавровый.

3. Методика решения задачи.

Построение кинематически возможного поля скоростей производится поэтапно, начиная с основного участка 1 (стенки для углового и пластового таврового элементов или полки для реброваго таврового элемента), где производится прямое обжатие металла, и заканчивая последним j-м участком со свободным течением металла в поперечном направлении.

Участок 1: Сначала на участке 1 определяем вертикальную составляющую скорости V_{z1}. Исходя из принятых допущений, V_{z1} изменяется по линейному закону $V_{z1} = Az + B$, где A и B – коэффициенты, определяемые из граничных условий

$$V_{z1}\Big|_{z=0} = 0, \qquad V_{z1}\Big|_{z=0,5H} = -V_0. \tag{1}$$

Вертикальная составляющая скорости валка на контакте $-V_0 = V_в \dfrac{x}{R_в}$.

С учетом граничных условий (1) получаем

$$V_{z1} = -\frac{2V_в xz}{HR}. \tag{2}$$

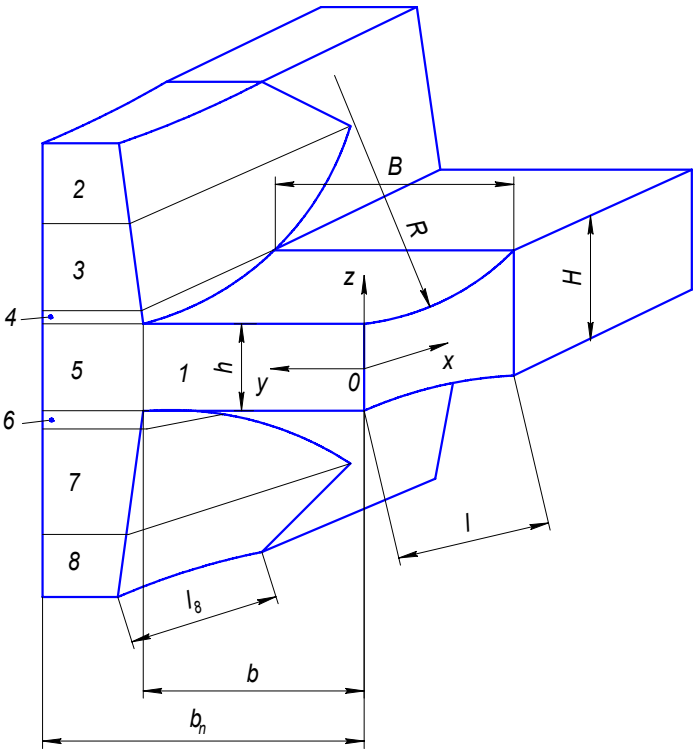


Рис. 2 – Очаг деформации в пластовом тавровом элементе

Продольная составляющая скорости изменяется по параболическому закону $V_{x1} = Ax^2 + B$, где A и B – коэффициенты, определяемые из граничных условий

$$V_{x1}\Big|_{x=0} = -V_в, \qquad V_{x1}\Big|_{x=l} = -\frac{V_в}{\mu}, \tag{3}$$

где μ – коэффициент вытяжки.

С учетом граничных условий (3) получаем

$$V_{x1} = V_в\left[\left(1-\frac{1}{\mu}\right)\frac{x^2}{l^2}-1\right]. \qquad (4)$$

Поперечную составляющую скорости V_{y1} находим из условия постоянства объема

$$\frac{\partial V_x}{\partial x}+\frac{\partial V_y}{\partial y}+\frac{\partial V_z}{\partial z}=0. \qquad (5)$$

Подставив в уравнение (5) зависимости (2) и (4) и выразив из него V_{y1}, находим

$$V_{y1} = -y\left[\frac{2V_в x^2}{l_1^{\,2}}\left(1-\frac{1}{\mu}\right)-\frac{2V_в x}{HR}\right]+C_1, \qquad (6)$$

Постоянная интегрирования C_1 равна

$$C_1 = kV_0+\frac{2Bx}{l}\left[\frac{V_в\left(1-\frac{1}{\mu}\right)}{l}-\frac{V_0}{h(x)}\right],$$

где k – коэффициент, характеризущий положение поверхности раздела течения металла в поперечном направлении при свободном уширении стенки (при ограничении уширения стенки $k=0$).

Коэффициенты μ и k являются варьируемыми параметрами.

Участки 2 – 8: Построение поля скоростей на участках 2 – 8 осуществляется при условии, что продольная составляющая скорости V_{xj} на всех участках одинаковая

$$V_{xj} = V_{x1}, \qquad (7)$$

где j – номер участка, $j = 2\ldots8$.

Исходя из принятых допущений, поперечная составляющая скорости V_{yj} изменяется по линейному закону $V_{yj} = Ay + B$, где A и B – коэффициенты, определяемые из граничных условий

$$V_{yj}\Big|_{y=B_n} = 0, \qquad V_{yj}\Big|_{\substack{y=F_{yj}\\ j=2..4,6..8}} = V_{yj}^k, \qquad V_{yj}\Big|_{\substack{y=B\\ j=5}} = V_{y1}, \qquad (8)$$

где F_{yj} – уравнение поверхности валка на соответствующем участке;

V_{yj}^k – поперечная компонента скорости на контактной поверхности F_{yj}, равная

$$V_{yj}^k = -x\,Sin\varphi\,Cos\varphi\,\frac{V_в}{R_в}. \qquad (9)$$

Тогда, учитывая граничные условия (8), поперечная составляющая скорости V_{yj} определяется следующими зависимостями:

$$V_{yj}\Big|_{j=2..4,6..8} = \frac{-x\ Sin\varphi\ Cos\varphi\ \dfrac{V_в}{R_в}}{F_{yj}-B_n}\left(y-B_n\right), \qquad V_{yj}\Big|_{j=5} = \frac{V_{y1}}{B-B_n}\left(y-B_n\right). \qquad (10)$$

Вертикальную составляющую скорости V_{zj} определяем из условия постоянства объема (5)

$$V_{zj} = -\int\left(\frac{\partial V_{xj}}{\partial x}+\frac{\partial V_{yj}}{\partial y}\right)dz + C_j. \qquad (11)$$

Константы C_j определяются из соответствующих граничных условий.

Скорости деформации на j-х участках описываются следующими дифференциальными уравнениями

$$\varepsilon_{xj} = \frac{\partial V_{xj}}{\partial x}, \quad \varepsilon_{yj} = \frac{\partial V_{yj}}{\partial y}, \quad \varepsilon_{zj} = \frac{\partial V_{zj}}{\partial z},$$

$$\varepsilon_{xyj} = \frac{\partial V_{xj}}{\partial y}+\frac{\partial V_{yj}}{\partial x}, \quad \varepsilon_{yzj} = \frac{\partial V_{yj}}{\partial z}+\frac{\partial V_{zj}}{\partial y}, \quad \varepsilon_{zxj} = \frac{\partial V_{zj}}{\partial x}+\frac{\partial V_{xj}}{\partial z}. \qquad (12)$$

Интенсивность скоростей деформации на j-х участках

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\sqrt{2}}{3}\sqrt{\left(\varepsilon_{xj}-\varepsilon_{yj}\right)^2+\left(\varepsilon_{yj}-\varepsilon_{zj}\right)^2+\left(\varepsilon_{zj}-\varepsilon_{xj}\right)^2+\frac{3}{2}\left(\varepsilon_{xyj}^2+\varepsilon_{yzj}^2+\varepsilon_{zxj}^2\right)}. \qquad (13)$$

Интенсивность нормальных напряжений для жестко-пластической среды принимается равной пределу текучести $\sigma_i = \sigma_s$.

Мощность внутренних сил

$$N_{вн.j} = \sigma_s \iiint\limits_{Vj} \varepsilon_{ij}\ dV. \qquad (14)$$

Мощность сил трения (мощность внешних сопротивлений)

$$N_{тр.j} = \psi\ \tau_s \iint\limits_{Fj} V_{ск.j}\,dF, \qquad (15)$$

где ψ – коэффициент, учитывающий зависимость сил трения от состояния трущихся поверхностей формы очага деформации [2]

$$\psi = f_y + \frac{R}{8\ h}\left(1-f_y\right)\sqrt{f_y}, \qquad (16)$$

где f_y – коэффициент трения в установившемся процессе прокатки [9]

$$f_y = k_n k_m k_v\left(0{,}55-0{,}00024\ t\right), \qquad (17)$$

k_n – коэффициент, учитывающий состояние поверхности и материала валков;

k_n – коэффициент, учитывающий содержание углерода в стали;

k_v – коэффициент, учитывающий скорость прокатки;

t – температура металла, °С.

Мощность сил среза, учитывающая скачкообразное изменение скорости в направлении обжатий на входе в очаг деформации, равна

$$N_{ср.j} = \tau_s \iint\limits_{Fj} V_{ср.j}\,dF, \qquad (18)$$

где $\tau_s = \dfrac{\sigma_s}{\sqrt{3}}$ – предел текучести при сдвиге (условие Мизеса); $V_{ср}$ – скорость перемещения металла в плоскости среза.

Полная мощность прокатки состоит из мощности сопротивления внутренних сил, сил трения и среза

$$N_{\Sigma} = \sum_{j=1}^{8} N_{вн.j} + \sum_{j=1}^{8} N_{тр.j} + \sum_{1}^{8} N_{ср.j} \quad . \tag{19}$$

Варьируемые параметры μ и k определяем из условия минимума полной мощности [10]

$$\begin{cases} \dfrac{\partial N_{\Sigma}}{\partial \mu} = 0; \\ \dfrac{\partial N_{\Sigma}}{\partial k} = 0. \end{cases} \tag{20}$$

Из известных отношений

$$\frac{de_x}{\varepsilon_x} = \frac{de_y}{\varepsilon_y} = \frac{de_z}{\varepsilon_z} = \frac{dx}{V_x} = \frac{dy}{V_y} = \frac{dz}{V_z} = const \tag{21}$$

находим деформацию металла (приращение открытого фланца) на свободной поверхности участка 8

$$e_{zz8} = \int_0^{l8} \frac{\varepsilon_{z8}\big|_{z=0.5H+Hфо}}{V_{x8}\big|_{z=0.5H+Hфо}} dx \tag{22}$$

и деформацию металла (уширение стенки) на свободной поверхности стенки участка 1 (при $k \neq 0$)

$$e_{yy1} = \int_0^{l1} \frac{\varepsilon_{y1}\big|_{y=0}}{V_{x1}\big|_{y=0}} dx \quad . \tag{23}$$

Момент прокатки

$$M = \frac{N_{\Sigma}}{V_в} R, \tag{24}$$

где R – катающий радиус валков.

Усилие прокатки

$$P = \sum_{j=1}^{8} P_j, \tag{25}$$

где

$$P_j = \frac{N_{вн.j} + N_{тр.j} + N_{ср.j}}{\iint\limits_{Fj} V_{zj}}. \tag{26}$$

В практических условиях усилие прокатки можно определить по выражению [11]

$$P = \frac{M}{2\psi\, l\, n_{Ф}}, \tag{27}$$

где ψ – коэффициент плеча момента при прокатке полос; $l = \sqrt{R\Delta h}$ – средняя длина дуги захвата; $\Delta h = \dfrac{S_0}{B_0} - \dfrac{S_1}{B_1}$ – приведенное обжатие; S_0 и S_1 – площадь поперечного сечения пластового таврового элемента до и после прокатки;

$n_{\Phi} = \frac{П_C}{2B_C}$ – коэффициент формы калибра; $П_C$ и B_C – средние периметр и ширина таврового элемента.

Компьютерная реализация математической модели производится с помощью программы MathCAD 13, которая на сегодняшний день является наиболее распространенным прикладным математическим пакетом, позволяющим решать дифференциальные уравнения теории пластичности и вычислять определенные интегралы сложных математических функций.

4. Выводы

Разработана методика определения формоизменения и энергосиловых параметров прокатки фасонных калибров с использованием вариационных принципов механики сплошных сред. На примере прокатки в базовом пластовом тавровом элементе приведен алгоритм построения кинематически возможного поля скоростей течения металла, расчета деформации металла на свободных поверхностях, усилия, момента и мощности прокатки в фасонных калибрах. Методику рекомендуется использовать при разработке калибровок валков и технологических процессов прокатки сложных фасонных профилей.

Список литературы: 1. Вариационные принципы механики в теории обработки металлов давлением / И.Я. Тарновський, А.А. Поздеев, В.Л. Колмогоров и др. – М.: «Металлургиздат», 1963. – 54 с. 2. Теория обработки металлов давлением / И.Я. Тарновський, А.А. Поздеев, О.А. Ганаго и др. – М.: «Металлургиздат», 1963. – 672 с. 3. Тарновский И.Я. Элементы теории прокатки сложных профилей / И.Я. Тарновский, А.Н. Скороходов, Б.М.Илюкович; – М.: Изд-во «Металлургия», 1972, – 352 с. 4. Илюкович Б.М. Алгоритм расчета параметров процесса прокатки в сортовых калибрах / Б.М.Илюкович, М.К. Измайлова, А.В. Шаповалов // Сортопрокатное производство: Отрасл. сб. науч. тр. – Харьков: УкрНИИМет, 1977. – С. 32 –35. 5. Грицук Н.Ф. Классификация сортовых профилей отраслевого и специального назначения / Н.Ф. Грицук, В.С. Медведев, Ф.А. Писаренко // Сортопрокатное производство: Отрасл. сб. науч. тр. – Харьков: УкрНИИмет, 1974. – С. 20–22. 6. Есипов В.Д. Технологическая классификация горячекатаных фасонных профилей // Бюллетень ЦНИИ ЧМ, 1988, вып. 24(1076). – С. 27–28. 7. Илюкович Б.М. Прокатка и калибровка / Б.М. Илюкович, Н.Е. Нехаев, С.Е.Меркурьев. Т.1 (Справочник). – Днепропетровск: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2002. – 506 с. 8. Медведев В.С. Системный подход к вопросу автоматизированного проектирования калибровок валков для прокатки сложных фасонных профилей // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2008. – № 3. – С. 41–47. 9. Грудев А.П. Теория прокатки. – М.: Изд-во «Металлургия», 1988. – 240 с. 10. Качанов Л.М. Основы теории пластичности. – М.: Изд-во «Наука», 1969. – 420 с. 11. Чекмарев А.П. Теория продольной прокатки / А.П. Чекмарев, А.А. Нефедов, В.А. Николаев; – Харьков: – Изд-во Харьковского государственного университета, 1965. – 212 с.

Поступила в редколлегию 26.01.2009

УДК 656.078

О.А. МАЛАХОВА, канд. техн. наук, доцент, ***М.Й. СЕЛЕШІ***, магістр, УкрДАЗТ

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Определенно проблему развития отношений в сфере континентального транспортного соединения в новом формате - расширенная Европа-Украина-Азия. Признаны преимущества интермодального транспорта как содружества разных перевозчиков, в котором железная дорога, в общем и целом теряет свою долю рынка перевозок, потому что как показывает практика, использованию автодорожного транспорта как доминирующего средства перевозки отдается явное преимущество.

Избраны и проанализированы важнейшие факторы повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта, такие как повышение качества обслуживания клиентов, развития международных связей необходимо всестороннее развитие интермодальних перевозок с использованием компьютерных технологий.

Certainly problem of development of relations in the field of a continental transport connection in a new format is extended Europe-Ukraine-Asia. Advantages of intermodal'nogo transport are acknowledged as a concord of different ferrymen, in which railway, in general and whole loses the market of transportations share, because as practice shows, to the use of road-transport transport as a dominant mean of transportation obvious advantage gives oneself up.

Вступ. XXI століття ставить проблему розвитку відносин у сфері континентального транспортного сполучення в новому форматі- розширена Европа-Україна-Азія.

Після 1989 року галузь транспортування вантажів, зокрема інтермодальна, зіткнулася з необхідністю інтеграції економіки країн Східної Європи і колишнього Радянського Союзу в міжнародні транспортні мережі.

Хоча переваги інтермодального транспорту як співтовариства різних перевізників широко визнані в теоретичному плані, щоденна практика показує, що використанню автодорожнього транспорту як домінуючого засобу перевезення віддається явна перевага. Відповідно, залізниця, загалом і в цілому втрачає свою частку ринку перевезень.

Постановка задачі. Один з важливіших факторів підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту - це підвищення та удосконалення взаємодії залізничного та інших видів транспорту. Розвиток змішаних, комбінованих та інтермодальних способів перевезення повинен використовувати найвигідніші функції, можливості, умови та засоби перевезення з використанням різних видів транспорту, з метою ефективного їх використання, зменшення витрат вантажовласників на перевезення вантажів,

підвищення прибутку та стійкості функціонування всього транспортного комплексу України в цілому.

Ефективне Управління вантажними перевезеннями за участю суміжних видів транспорту можливе при створенні єдиного органу оперативного управління всім перевізним процесом, запровадження системи логістичних центрів.

До інтермодальних перевезень відносять транспортно-технологічну систему організації перевезень з використанням в перевізному процесі декількох видів транспорту, при якій перевезення «вантажного місця» виконується з відповідальністю одного перевізника, по єдиному документу, по варіанту «від дверей до дверей» і «точно в термін», оплачується по єдиній наскрізній ставці, із спрощенням для вантажовідправника вибору маршруту, засобів транспорту, портів, складських приміщень, перевантажувального устаткування.

Інтермодальні (мультимодальні, комбіновані і змішані) перевезення отримують все більше визнання, як в міжнародному, так і у внутрішньому сполученні. Інвестування та створення нових управлінських стратегій дозволяють удосконалювати роботу судноплавних ліній, залізниць і морських портів як в окремих елементах, так і при створенні єдиних систем.

Інтермодалізм займає центральне місце в організації вантажопотоків різних країн та підтримують значимість всіх видів транспорту, що беруть участь в перевезеннях вантажів всередині країни і в міжнародному масштабі.

Інтермодальна концепція, що має на увазі безперервне і наскрізне переміщення вантажів, стикається з проблемою роздробленості внутрішньої транспортної мережі як в Європі, так і в США.

У Європі інтермодалізм значною мірою став частиною розвитку контейнеризації з кінця 60-х рр. XX в., коли контейнери і трейлери отримали визнання в інтермодальних перевезеннях. Для координації міжнародних контейнерних перевезень в 1968 р. була створена організація Intercontainer, до складу якої входять 25 європейських національних залізниць.

До інтермодальних можна віднести два типи перевезень, які пропонують залізничні компанії:

- «супроводжуємий транспорт» - контейнерні та контрейлерні перевезення;
- перевантаження з одного виду транспорту на інший з використанням спеціальних термінів.

Світова тенденція до контейнеризації вантажів, що спостерігається в даний час і на транспортному ринку України і країн СНД примушує шукати і знаходити нові шляхи вирішення питань нестандартних транспортувань, постійно і планомірно розробляти і упроваджувати нові технології перевізного процесу.Тому підвищена увага приділяється організації і подальшому розвитку інтермодальних перевезень.

Контейнеризація міжнародних вантажопотоків провела глибоку зміну не тільки в матеріально-технічній базі транспорту, але і в організації міжнародних перевезень. Організатори міжнародних перевезень (оператори) відмовилися від традиційної системи доставки кожним видом транспорту ізольовано один від одного, перейшовши до інтегрованого інтермодального перевезення.

На українському ринку комбінованих перевезень функціонує національний оператор - Український державний центр транспортного сервісу «Ліски».

Створення і успішне функціонування центру «Ліски», що володіє мережею терміналів комбінованого транспорту, необхідними транспортними засобами і спеціальним устаткуванням, системою інформаційного забезпечення, мережею представництв в Україні і за кордоном, поза сумнівом, послужить подальшому розвитку як внутрішнього, так і зовнішнього ринків інтермодальних перевозок.

У веденні УГЦТС «Ліски» знаходяться контейнерні термінали для обробки контейнерів, розташовані на кожній залізниці України. При цьому безпосередньо на митно-ліцензійному складі на території терміналу проводиться огляд і оформлення документів, що прискорює доставку вантажів.

Впродовж багатьох років розвиток інтермодальних перевезень є важливим елементом вдосконалення транспортного комплексу України.

Державною програмою розвитку і функціонування комбінованого транспорту в Україні до 2010 року передбачається створення єдиної системи функціонування залізничного і автомобільного транспорту, що дозволить здійснювати транспортні послуги «від дверей до дверей».

В цілому, інтермодальні перевезення дають вантажовласникові ряд переваг. Вантажовласник звільняється від необхідності укладати договори, вступати у юридичні відносини і вести фінансові розрахунки з великим числом учасників перевезень. Це стосується і оформлення транспортних документів по кожному етапу - автотранспорт, залізниця, морський порт, судно. Оператор інтермодального перевезення скорочує затримки в пунктах перевалки, організовуючи доставку товарів строго по графіку (схема just-in-time), що прискорює обіг основних фондів і скорочує витрати зі зберігання вантажів.

Висновок. На даному етапі основними невирішеними питаннями при організації і здійсненні інтермодальних перевезень є:

- забезпечення максимально можливої прямої передачі контейнерів з одного виду транспорту на іншій;
- ліквідація всієї або, принаймні, більшої частини зайвої документації;
- повна комп'ютеризація всіх фінансових розрахунків;
- об'єднання контейнерів, трейлерів і тому подібне в єдину для всього світу систему транспортних засобів з можливістю міжнародного обміну цими засобами між операторами інтермодальних перевезень;
- відміна або, принаймні, скорочення числа правив і інструкцій, що перешкоджають розвитку ефективних інтермодальних перевезень;
- перевантаження контейнерів блоками.

Таким чином, для ефективного функціонування транспортної системи, підвищення якості обслуговування клієнтів, розвитку міжнародних зв'язків необхідний всебічний розвиток інтермодальних перевезень з використанням комп'ютерних технологій.

Список літератури: 1. Н. Н. Коваленко. Интермодальные перевозки-современная форма доставки грузов./ Логистика (Укр. научно-практ. журнал) – 2007. - №4- с. 46-56.2. Левиков Г. А., Таробанько В. В. "Интермодализм как транспортная концепция"./Транспорт: наука, техника, управление.-2006.-№3-с. 19-23.3. М. В.

Мостовой. Развитие интермодальных перевозок в Украине./ Залізничний транспорт України.- 2004. - №5.

Поступила в редколлегию 13.03.2009

УДК 656.13

ГОРЯИНОВ А.Н., канд. техн. наук, ***ОЛЬХОВА М.В.,*** аспирант, ХНАГХ, г. Харьков

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Проанализированы современные методы и модели транспортного обслуживания с позиции потребителей транспортных услуг и с позиции транспортного предприятия. Выделены достоинства и недостатки. Предложен подход к построению модели транспортного обслуживания логистической системы.

1. Введение

Современные методы и модели способствуют облегчению решения вопроса функционирования транспорта в логистических системах, так же как и в других отраслях. Ключевая роль транспортировки в логистике объясняется не только большим удельным весом транспортных расходов в общем составе логистических издержек, но и тем, что без транспортировки невозможно само существование материального потока [1]. Это говорит, в первую очередь о том, что разработка новых методов и моделей, усовершенствование существующих является актуальным и востребованным.

2. Анализ последних исследований и публикаций

Достаточно подробно проанализирована и представлена классификация моделей и методов в [2]. Предложенная структуризация моделей и методов позволяет решать большинство задач, приведенных в монографиях, учебниках, учебных пособиях по теории логистики. В данной статье остановимся на моделях и методах функционирования транспорта в логистических системах. Наиболее представленными моделями и методами, применяемых в логистических системах касательно транспорта, можно назвать модели, касающиеся выбора оптимального варианта решения из возможных. Такие как выбор логистического посредника, выбор способа транспортировки, выбор вида транспорта, выбора системы доставки и др., рис.1.

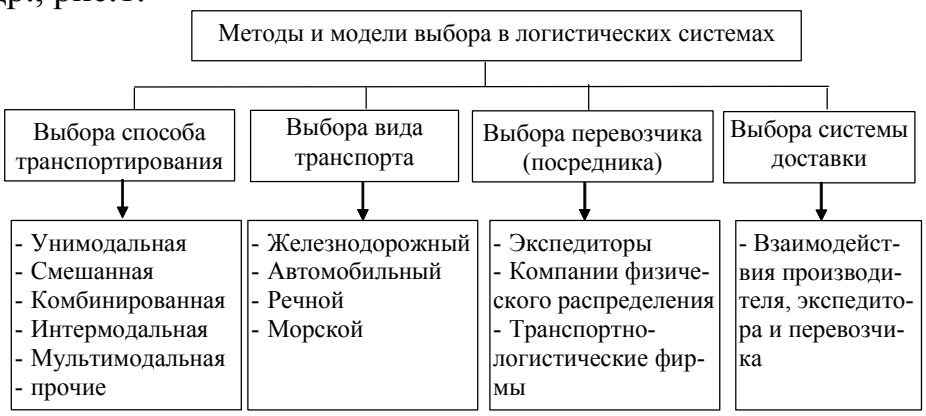


Рис. 1 – Методы и модели выбора в логистических системах касательно вопросов транспорта (на основании [2-8])

Несмотря на большое количество литературы, в которой представлены современные модели функционирования транспорта в логистических системах, она отображает, в большинстве случаев, общий комплекс транспортных операций. Остается недостаточно представленной технология работы автомобильного транспорта в логистических системах.

3. Цель работы

Поэтому цель данной работы заключается в анализе современных методов и моделей транспортного обслуживания в транспортной отрасли, в логистических системах и разработке подхода к построению модели транспортного обслуживания логистической системы.

4. Результаты исследований

Для применения количественных методов исследования в любой области всегда требуется какая-то математическая модель. Создание математической модели – самая важная и ответственная часть исследования операций [9]. Модели и методы транспортного обслуживания логистических систем можно рассмотреть с позиции потребителя транспортных услуг (логистической системы) и с позиции производителя транспортных услуг (транспортное предприятие), соответственно табл. 1, табл. 2.

Методы и модели выбора альтернативных решений в логистических системах в основном основаны на экспертной оценке, так как они основаны на качественных параметрах. Наиболее распространенными критериями выбора вида транспорта, способа транспортировки, перевозчика являются такие параметры: минимальные затраты, время доставки, надежность, мощность, доступность и безопасность (на основании [2-8]). Это те критерии, которые являются первостепенными. Для более детального анализа можно расширять список рассматриваемых критериев, например, коммуникабельность (способность разговаривать на языке доступному покупателю) [1]. Эти методы предполагают, во-первых, большое количество вариантов решения и, соответственно, сложность выбора оптимального, во-вторых, принятие решения основано на субъективном мнении экспертов. Модели и методы, касающиеся работы транспорта давно исследованы многими учеными и представлены в литературе по грузовым перевозкам, например решение транспортной задачи, маршрутизация, закрепление поставщика за потребителями и др. [10]. Но в то же время, недостаточно рассмотренными являются вопросы функционирования транспорта в логистических системах и взаимодействия его с потребителями транспортных услуг. Потребители транспортных услуг выдвигают определенные требования к качеству транспортного обслуживания, которые необходимо учитывать транспортному предприятию. Рассмотрим эти вопросы более подробно.

В [6] предложена модель выбора системы доставки, критерием эффективности которой является прибыль системы или надежность функционирования системы. Рассматриваемая система включает производителя, экспедитора и перевозчика. Недостатком данной модели является представление ее в семантическом виде, недостаточная формализация. Перечисленные условия, которые должны выполняться для работы модели, ограничивают возможность применения модели в других условиях, например, направление доставки должно

соответствовать направлению, по которому экспедитор осуществляет доставку грузов (см. табл. 1).

Функция срочности доставки, представленная Смеховым А.А. в [8], основана на информации о текущих запасах отправителей и получателей грузов и сравнении их с нормативными, а также информации об интенсивности производства и потребления продукции. Эта модель является значимой и необходимой при реализации оперативного планирования транспорта и производства. Позволяет решить задачу выбора приоритетов доставки грузов различным потребителям на основании показателя своевременности доставки. Недостатком представленной функции можно отметить ограниченность применения на более длительный период, не рассматриваются другие параметры требований потребителей к транспортному обслуживанию, например, сохранность, доступность и др. Функция срочности доставки представлена также в [1] (см. табл. 1).

Среди моделей, определяющих качество или эффективность обслуживания, можно выделить модель эффективности транспортно-логистического обслуживания (ТЛО) клиентов [6] и модель определения качества транспортных услуг [7]. Остановимся на них более подробно (см. табл. 1).

Модель эффективности ТЛО клиентов предложено оценивать с помощью сводного показателя эффективности ТЛО клиентов как среднее геометрическое значение частных показателей: комплексный показатель качества ТЛО; комплексный показатель уровня ТЛО; комплексный показатель удобства пользования ТЛО.

Модель включает большое количество параметров качества обслуживания потребителей, иными словами, требований потребителей транспортных услуг к транспортному обслуживанию, но определение исходной информации для расчета модели является сложным, так как требуются данные о работе транспортного предприятия, которые могут быть недоступными, например, фактически выполненный и реально заявленный клиентами объем транспортно-экспедиционных работ у j-го клиента, показатель внетранспортного эффекта, образовавшегося у клиентов данного предприятия вследствие повышения качества ТЛО и др.

В [7] предложена модель оценки комплексного показателя качества транспортных услуг, который состоит из степени удовлетворения спроса грузовладельцев по объему перевозок, степени ритмичности перевозок, регулярности перевозок, уровня выполнения установленных сроков доставки грузов, степени сохранности перевозимых грузов. Модель включает рейтинговые коэффициенты, учитывающие потребительские оценки отдельных показателей транспортного обслуживания и их взаимовлияние. Определяются коэффициенты методом экспертных оценок. Данный метод достаточно прост в расчетах. В сравнении с вышеизложенным методом учитывается меньшее количество параметров. В качестве недостатков этих двух моделей можно отметить отсутствие учета технико-эксплуатационных показателей работы транспортного предприятия (см. табл. 1).

Таблица 1

Методы и модели функционирования транспорта в логистической системы

Название (автор)	Описание
1. Методы выбора перевозчика (Миротин Л.Б.) [6]	Метод J.H. Feddin; метод матриц; стоимостной оценки, абстрактного перевозчика; метод учитывающий технологические параметры; метод элиминирования по параметрам.
2. Методы выбора (Миротин Л.Б.) [6]	Методы выбора вида транспортировки, способа перевозки, посредника. Критерии выбора: минимальные затраты, время доставки, надежность, мощность, доступность и безопасность.
3. Модель выбора системы доставки (Миротин Л.Б.) [6]	1. $E(P, EXP, PER) \to \max$ P – параметры фирмы производителя, EXP – параметры экспедитора, PER – параметры перевозчика $$П_i = d_i - (r_i + p_i), i = 1, N$$ где $П_i$ - прибыль системы; d_i - доходы, r_i - расходы, p_i - непредвиденные затраты 2. $E(P, EXP, PER) = F(HD) \to \max$ где $F(HD)$ - функция надежности системы доставки.
4. Функция срочности доставки (Смехов А.А., Алькема А.У., Федько В.П., Митько О.А.) [1,8]	Решение задачи выбора приоритетов доставки грузов различным потребителям: $w(t) = \dfrac{Q(t)c}{T_д - t}$, где $w(t)$ - потери вследствие «омертвления» оборотных средств, отнесенные к одному часу пребывания груза на складе отправителя, грн/ч; *c*- средняя цена груза,грн; *t* – текущее время интервала доставки $T_д$.
5. Модель эффективности ТЛО (Миротин Л.Б.) [6]	Сводный показатель эффективности транспортно-логистического обслуживания: $$К_{св}^{ТЛО} = \sqrt[3]{К_к^{ТЛО} \cdot К_у^{ТЛО} \cdot К_{уп}^{ТЛО}}$$ где $К_к^{ТЛО}$ - комплексный показатель качества ТЛО; $К_у^{ТЛО}$ - комплексный показатель уровня ТЛО; $К_{уп}^{ТЛО}$ - комплексный показатель удобства пользования ТЛО.
6. Модель определения качества транспортных услуг (Галабурда В.Г.) [7]	Комплексный показатель качества транспортных услуг: $К_о = \alpha_{ус} К_{ус} + \alpha_р К_р + \alpha_д К_д + \alpha_{ст} К_{ст}$ где $\alpha_{ус}, \alpha_р, \alpha_д, \alpha_{ст}$ - рейтинговые коэффициенты, учитывающие потребительские оценки отдельных показателей транспортного обслуживания и их взаимовлияние (определяются опросом и методом экспертных оценок); $К_{ус}$ - степень удовлетворения спроса грузовладельцев по объему перевозок; $К_р$ - степень ритмичности перевозок грузов; $К_д$ - уровень выполнения установленных сроков доставки; $К_{ст}$ - степень сохранности перевозимых грузов.

Таким образом, в определении качества транспортного обслуживания можно выделить два разных подхода – определение среднего геометрического

значения частных показателей и определение суммы произведений рейтинговых коэффициентов на значение показателя.

Далее рассмотрим отдельно модели функционирования транспорта. В табл.2 представлены модели, которые описывают работу транспорта.

Таблица 2

Методы и модели функционирования транспорта

Название (автор)	Описание
1	2
1. Модель (комплексная) функционирования АТП многоаспектной деятельности (Дикий С.А.) [11]	$П = -34592228 + 443135{,}1X_1 - 26005X_2 - 84217X_3 +$ $+ 252132{,}6X_5 + 1963270X_1' + 4121769X_2' + 584961{,}1X_3' +$ $+ 189336b' - (\sum_{i=1}^{n} C_i^p + \sum_{i=1}^{n} C_i^n)$ где $\sum_{i=1}^{n} C_i^p + \sum_{i=1}^{n} C_i^n$ - затраты на перевозку грузов и ремонт автомобилей клиентов, грн; X_1 - коэффициент выпуска автомобилей на линию; X_2 - время погрузки-разгрузки, ч/езд; X_3 - среднее расстояние ездки, км; X_4 - коэффициент использования пробега; X_5 - техническая скорость, км/ч; X_1' - время в наряде, ч; X_2' - коэффициент выпуска автомобилей на линию; X_3'- эксплуатационная скорость, км/ч; b'- разница между фактическим коэффициентом технической готовности и коэффициентом выпуска автомобилей.
2. Модель оптимального значения объема перевозок (Бідняк М.Н.) [12]	Оптимальное значение объема перевозок, которое минимизирует средние затраты: $U = S\int_{x}^{A_{ij}}(q_{ij} - x)dF_{ij}(q_{ij}) + R\int_{0}^{x}(x - q_{ij})dF_{ij}(q_{ij}) +$ $+ S\int_{x}^{A_{ij}}(q_{ij} - x)dF_{ij}(q_{ij}) + R\int_{0}^{x}(x - q_{ij})dF_{ij}(q_{ij})$ где S - затраты при простое на протяжении одного дня; q_{ij} - плотность распределения; A_{ij} - максимальное значение объема перевозок R - стоимость единицы груза при перевозке; x - объем перевозок;
3. Методика выбора оптимальной стратегии поведения субъектов транспортного рынка в условиях конкуренции (Нагорный Е.В, Шраменко Н.Ю.) [13]	Прибыль грузовладельца, полученная в результате ускорения оборачиваемости средств: $S = \frac{R_k Q(1 - P_1(Q))\Delta t_i}{360}$ где R_k- рыночная цена товара; Q - количество товара; $P_1(Q)$ - вероятность повреждения товара для более дорого вида транспорта; i – процентная ставка по депозитам, доли; 360 - количество суток в году, принятое при расчетах; Δt_i - разница между сроками доставки конкурирующих видов транспорта, сут. Функция эффективности для *i*-го вида транспорта: $\Omega_J = \sum_{J=1}^{N} C_j Q_j \to \max$ где C_j - параметры, которые характеризуют работу транспорта; Q_j - удельный вес каждого параметра.

Таблица 2 (продолжение)

1	2
4.Коэффициент эффективности перевозочного процесса [14]	$$K_{эп} = \frac{a - R_3}{a + R_1 + R_2 + R_4 + R_5 + R_6 + R_7 + R_8 + R_9 + R_{10}}$$ где $a = (S_{пр} + S_{пг} + S + S_x)W_Q$, W_Q - объем транспортной продукции; $S_{пр}$ - себестоимость погрузочно-разгрузочных работ; $S_{пг}$ - себестоимость подготовки грузов к перевозке; S - себестоимость транспортирования; S_x - себестоимость складирования груза; R_1 - затраты, связанные с увеличением расстояния транспортирования груза; R_2 - затраты из-за несоответствия подвижного состава роду и характеру перевозимого груза; R_3 - затраты, связанные с потерей и повреждением груза; R_4 - затраты, связанные с выполнением дополнительных погрузочно-разгрузочных работ; R_5 - затраты, связанные с дополнительным хранением груза; R_6 - затраты, связанные с инерционностью перевозочного процесса; R_7 - затраты, связанные с увеличением себестоимости транспортирования; R_8 - затраты, связанные с увеличением себестоимости погрузочно-разгрузочных работ; R_9 - затраты, связанные с увеличением себестоимости подготовки груза к перевозке; R_{10} затраты, связанные с увеличением себестоимости складирования груза.

Модель функционирования автотранспортного предприятия (АТП) многоаспектной деятельности представляется регрессионной зависимостью. Критерием эффективности выступает прибыль АТП. Модель состоит из трех блоков: производственно-технический, эксплутационный, маркетинговый. Дает возможность прогнозирования деятельности АТП, решать задачи по отдельным блокам. Однако в представленной регрессионной зависимости отсутствуют диапазоны варьирования представленных показателей. Неизвестны результаты проверки модели на адекватность. Интересным является подбор показателей представленных в модели, однако необходимо проверить ее работу применительно к другим предприятиям.

Модель определения оптимального значения объема перевозок, которая минимизирует средние затраты [12]. Предполагает детерминированный характер формирования объема грузов. Модель можно дальше исследовать при анализе, планировании, управлении процессом перевозок грузов на транспортных сетях.

В [10] представлена методика выбора оптимальной стратегии поведения субъектов транспортного рынка в условиях конкуренции. Модель представленная в этой методике направлена на максимизацию прибыли потенциального клиента с учетом основных критериев перевозок. С помощью модели возможно выбрать того перевозчика, при котором прибыль потребителя транспортных услуг будет максимальной из возможной. Включает показатель вероятности повреждений товара – один из показателей качества транспортного обслуживания. Для того чтобы учесть другие показатели качества, можно расширить функцию эффективности. Модель направлена на потребителя транспортных услуг, но не учитывает техническо-эксплуатационные показатели работы транспорта (см. табл. 2).

Таким образом, можно отметить, что представленные в данной работе модели имеют свои достоинства и недостатки. Так, рассматривая модели и методы ориентированные на потребителей транспортных услуг (логистическую систему) и модели и методы функционирования транспорта, можно отметить недостаток в том, что первые не учитывают особенностей технико-эксплуатационных показателей работы транспортного предприятия, в свою очередь, вторые – не учитывают требований потребителей транспортных услуг. Поэтому, рассматривая логистическую систему необходимо разработать такую модель взаимодействия транспортного участника и логистической системы, которая будет учитывать требования логистической системы и возможности транспортного предприятия.

Учитывая все достоинства и недостатки представленных моделей, предложим возможный вариант модели транспортного обслуживания логистической системы, критерием эффективности которой являются затраты на обслуживание логистической системы транспортным предприятием:

$$З_{ТО}^{ЛС} = f(x_1(F), x_2(F), ...x_i(F)) \to \min, \quad (1)$$

где $З_{ТО}^{ЛС}$ – затраты транспортного предприятия на транспортное обслуживание логистической системы; x_i – *i*-ый показатель работы транспортного предприятия (показатели работы транспортных средств, водителей и др.), который является функцией от *F; F* – комплексный показатель уровня требований логистической системы к транспортному обслуживанию. Можно представить его как функцию от параметров качества транспортного обслуживания логистической системы, например:

$$F = f(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, ...y_n) \quad (2)$$

где y_1 – время от получения заказа на перевозку до доставки; y_2 – надежность (своевременность, сохранность, уровень риска, совместимость и др.); y_3 – цена доставки; y_4 – гибкость системы при обслуживании, при оплате; y_5 – доступность (удобство обслуживания, готовность); y_6 – информативность (достоверность информации, оперативность предоставления информации, полнота информации); y_7 – комплексность (возможность оказания основных услуг, максимальный объем работ по виду услуг, возможность оказания дополнительных услуг).

5. Выводы

Проанализировав представленные в данном исследовании модели и методы функционирования транспорта, в том числе, в логистических системах, можно подчеркнуть характерный недостаток: не разработана математическая модель, учитывающая технологию работы транспортного предприятия с учетом комплекса требований логистической системы к обслуживанию. Признаком новизны данного исследования является внесение изменений в существующие модели функционирования транспорта в логистической системе за счет учета комплекса требований логистической системы к транспортному обслуживанию при формировании затрат на транспортное обслуживание. В дальнейшем для формализации представленной целевой функции необходимо описать затраты

транспортного предприятия, определить показатели качества транспортного обслуживания (требования к обслуживанию), а затем определить зависимости. Предполагается получение зависимостей между показателями работы транспортного предприятия (водителей, транспортных средств), затратами на транспортное обслуживание и требованиями к обслуживанию логистической системы.

Список литературы: 1. Альбеков А.У., Федько В.П., Митько О.А. Логистика коммерции. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2001. – 512 с. 2.Модели и методы теории логистики: 2-е изд. / Под ред. В.С. Лукинского. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с. 3.Бауэрсокс Д. Дж., Клосс Д. Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок / Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-бизнес», 2001. – 640 с. 4.Сергеев В.И. Логистика в бизнесе. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 608с. 5. Д. Джонсон, Д. Вуд, Д. Вордлоу, П. Мерфи мл. Современная логистика, 7-е изд.: Пер. с англ. – М.: ИД «Вильямс», 2004. – 624 с. 6. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах. Под ред. Л. Б. Миротина. – М.: Юристъ, 2002. – 414 с. 7.Единая транспортная система. В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А. Тимошин и др./ Под ред. В.Г. Галабурды. 2-ое изд. с измен. и дополн. – М.: Транспорт, 2001. – 303 с. 8. Смехов А.А. Основы транспортной логистики. – М.: Транспорт, 1995. – 197 с. 9. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология / Е.С. Вентцель. – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2006. – 206 с. 10. Бутаев Ш.А., Мадаминов Ю. Совершенствование методов управления процессами автомобильных перевозок грузов. – Ташкент: Фан, 1988. – 152 с. 11. Дикий С.О. Побудова комплексної моделі функціонування АТП багатоаспектної діяльності. Вісник. Збірник наукових праць Транспортної академії України та Українського транспортного університету. – К., РВВ УТУ, 1999. Вип. 3. – 124-127 с. 12. Бідняк М.Н. Формування і реалізація мінімального об’єму транспортних послуг. Вісник. Збірник наукових праць Транспортної академії України та Українського транспортного університету. – К.: РВВ УТУ, 1999, Вип. 3. – 100-107 с. 13. Нагорний Є.В., Шраменко Н.Ю. Методика вибору оптимальної стратегії поведінки суб’єктів транспортного ринку в умовах конкуренції. Сборник научных трудов. Автомобильный транспорт. Вып. №9. – ХНАДУ, 2006. – 127-132 с. 14. Вельможин А.В., Гудков В.А, Миротин Л.Б., Куликов А.В. Грузовые автомобильные перевозки.– М.: Горячая линия «Телеком», 2006. – 506 с.

Поступила в редколлегию 20.02.2009

УДК 681.32

САПРЫКИН А.С., БОЧАРНИКОВА М. В., АДАМОВ А. С., ХНУРЭ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УБЫТКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ

В данной работе проанализирована проблема влияния вредоносных программ на деятельность предприятия и разработана методика подсчета экономического ущерба вследствие их деструктивного действия.

1. Введение

Реалии современного мира экономики таковы, что в условиях агрессивной рыночной среды практически любая компания постоянно сосредоточена на поддержании своей конкурентоспособности. И акцент здесь все больше

смещается от конкурентоспособности продуктов или услуг к конкурентоспособности компании в целом. Очевидно, что основным инструментом ее поддержания является стратегическое бизнес-планирование, направленное на развитие ее адаптивности и повышение устойчивости к воздействию рыночной среды.

Одним из критериев, определяющих финансовую устойчивость компании, являются темпы роста прибыли, опережающие темпы роста затрат на содержание компании. Главная цель любого коммерческого предприятия – получение прибыли и ее максимизация. С экономической точки зрения прибыль - это разница между денежными поступлениями и денежными выплатами. Если эта разница оказывается отрицательной, то предприятие убыточно. Чтобы увеличивать прибыль, руководство стремится минимизировать издержки.

Следовательно, из-за того, что могут возникнуть непредвиденные затраты: влияние вредоносных программ, утечка информации, атаки на компьютерную сеть, предприятие недополучит планируемые финансовые поступления, понесет убытки, может потерять ценных клиентов, деловых партнеров, они с опасением будут относиться к предприятию, которое не может защитить себя от подобных атак [1].

Увеличение количества персональных компьютеров, рост пропускных способностей коммуникационных каналов ведет к тому, что масштабы вирусных эпидемий, а соответственно, и потери от них, растут с каждым годом, поэтому руководству компаний необходимо достаточно серьезно и ответственно подходить к вопросам информационной безопасности своего предприятия.

В современном мире стремительное развитие информационных технологий приводит к более эффективной работе всех структур и подразделений предприятий, но в тоже время с каждым днем увеличивается вероятность проникновения вредоносных программ в компьютерную систему, что может повлечь за собой не только кратковременные сбои в сети, но и полную остановку деятельности предприятия. Убытки, наносимые вредоносными программами по всему миру, исчисляются миллиардами долларов и продолжают ежегодно расти. Деструктивное действие вирусных технологий ощущают как крупные компании, так и компании, среднего бизнеса, где информационной безопасности уделяется достаточно мало внимания, а число компьютеров постоянно увеличивается [2].

2. Цель и задачи исследования

Целью и задачей исследования является разработка методики оценки ущерба от распространения деструктивных вирусных технологий в компьютерных сетях предприятий. Объектом исследования служит структура экономических взаимоотношений всех субъектов предпринимательской деятельности рынка, а субъектом выступает деятельность отдельных предприятий.

3. Разработка методики оценки ущерба от распространения деструктивных вирусных технологий в компьютерных сетях предприятий

С экономической точки зрения деятельность любого предприятия можно представить в виде набора показателей, профессионально оценивая которые можно с определенной долей вероятности судить о настоящем положении дел на

этом предприятии и делать необходимые прогнозы на будущее. Набор этих показателей (показатели ликвидности, рентабельности, устойчивости, показатели производительности труда, роста объема производства, количества затрат и др.) в совокупности дает возможность сделать очень качественную комплексную оценку и характеристику финансового состояния. Объединяя эти показатели в одну многофакторную модель с помощью статистических данных за как можно больший промежуток времени можно выявить закономерности и зависимости, анализируя которые в будущем можно судить об изменениях в работе предприятия. Эти изменения могут происходить как в сторону улучшения конечного финансового результата, так и соответственно его ухудшения и являться следствием воздействия различных внутренних и внешних факторов, наша задача состоит в том, чтобы определить воздействие именно компьютерных вирусных технологий и оценить ущерб от их деструктивной активности. Эти изменения носят разносторонний характер, что связано со спецификой отраслей экономики, с текущими особенностями действующих предприятий, с состоянием экономической среды, в которой они работают.

На рисунке 1 представлена модель финансового ущерба, которая имеет следующий вид:

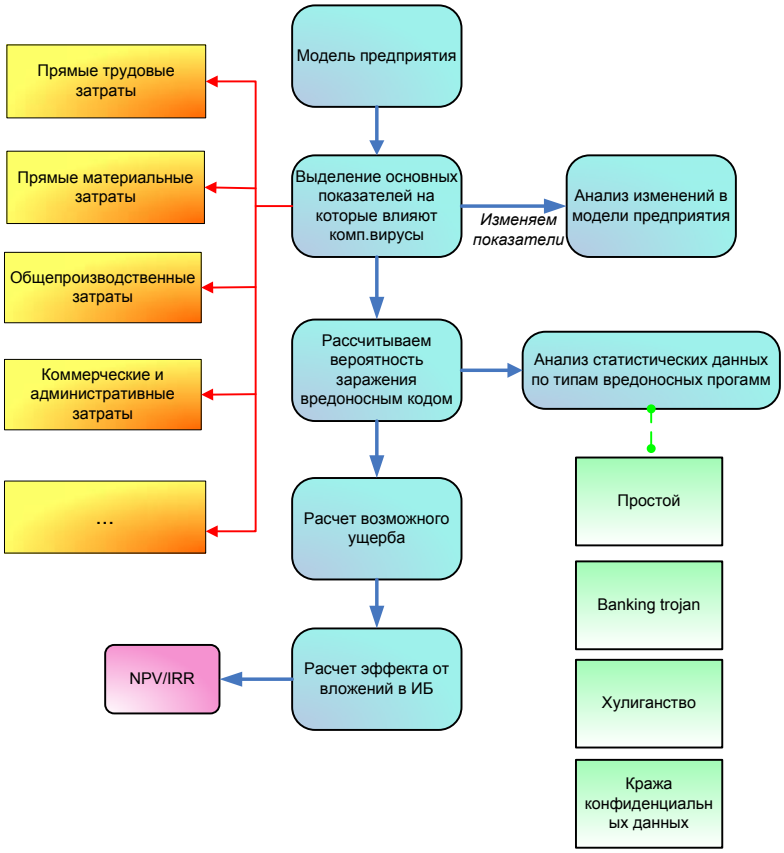


Рис 1. Модель расчета финансового ущерба

Финансовые потери, которые несут предприятия от вирусных атак можно представить следующим образом [3]:

- при ведении электронной коммерции потери, связанные с простоем и выходом из строя сетевого оборудования;
- нанесение ущерба имиджу и репутации компании;

- оплата сверхурочной работы ИТ-персонала и/или оплата работ подрядчикам, которые занимались восстановлением корпоративной информационной системы;
- оплата консультаций внешних специалистов, которые осуществляли восстановление данных, выполняли ремонт и оказывали юридическую помощь;
- оплата ремонта физических повреждений от виртуальных атак;

Чтобы рассчитать потери компании от вирусов (ML), необходимо разделить их на несколько составляющих в зависимости от характера их воздействия на деятельность предприятия:

- сбои (полная остановка работы) в работе компьютеров. Здесь учитывается кол-во компьютеров (шт.), время наладки 1-го компьютера (ч), стоимость наладки (почасовая или в зависимости от сложности);
- мошенничество, кража денег со счетов: количество существующих счетов-депозитов, сумма средств на счетах;
- хулиганство (вирусы, которые мешают работать, отвлекают, засоряют компьютер): кол-во потраченного рабочего времени (ч) в сутки.

Информационную безопасность предприятия представим в виде следующей структуры [4]:

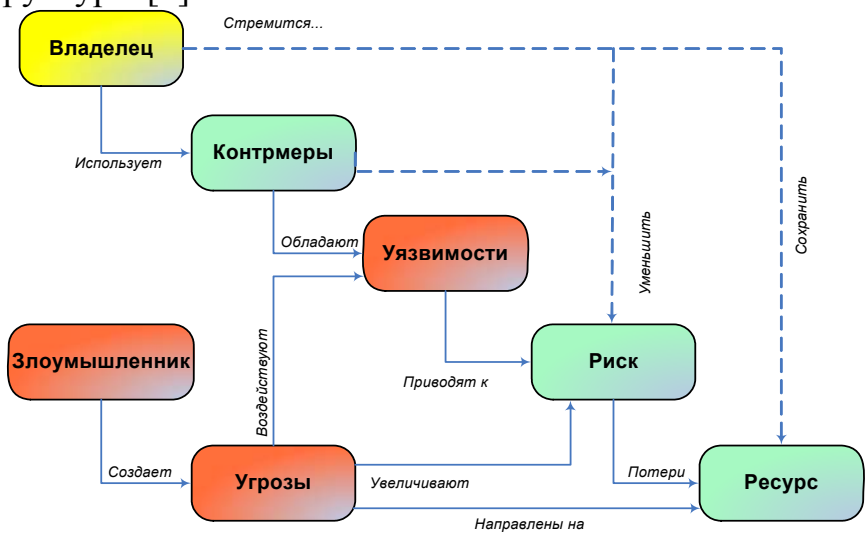


Рис. 2 – Модель информационной безопасности

При расчете эффективности инвестиций в информационную безопасность можно использовать следующие формулы.

Net Present Value, NPV - накопленный дисконтированный эффект за расчетный период. NPV рассчитывается по формуле:

$$\mathrm{NPV} = \sum_{m=0}^{K} ДП_m * \alpha_m(E)$$

где $\alpha_m = \frac{1}{(1+E)^{t_m - t^0}}$ - коэффициент дисконтирования на m-м шаге,

tm - момент окончания m-го шага (в годах),

$ДП_m$ – денежный поток на m-м шаге,

k – количество шагов.

Для признания проекта эффективным необходимо, чтобы NPV проекта был положительным.

- Внутренняя норма доходности (Internal Rate of Return, IRR).
- Внутренняя норма доходности определятся как такое положительное число Ев, что при норме дисконта Е = Ев величина NPV(чистый дисконтированный доход) обращается в 0, при всех больших значениях Е - отрицательна, при всех меньших значениях Е - положительна. Если не выполнено хотя бы одно из этих условий, считается, что ВНД не существует.
- Проекты, у которых IRR > Е, имеют положительный NPV и поэтому эффективны.
- Проекты, у которых IRR< Е, имеют отрицательный NPV и поэтому неэффективны [5].

Главным фактором, который непосредственно оказывает прямое влияние на размер ущерба от вредоносных программ, является простой компьютерной сети. За период времени, в течение которого предприятие не имеет возможности осуществлять свою деятельность в полном объеме, оно терпит убытки, что в последствии выражается в ухудшении всех финансово-экономических показателей ее деятельности. Немаловажными факторами являются также потери ценной информации и ухудшение имиджа фирмы, что выражается в невозможности противостоять вирусным атакам.

Выделим следующие составляющие показателей деятельности и элементы возникающих затрат, которые напрямую позволяют оценить величину ущерба от простоя сети, а именно: затраты времени специалистов на устранение вредоносной программы; стоимость утраченных данных; расходы на аппаратно-технические средства и программное обеспечение; простой системы; потери рабочего времени сотрудников из-за простоя системы; снижение производительности труда; ущерб, нанесенный деловой репутации пострадавшей фирмы.

$$\text{ПРОСТОЙ} = (\text{comp_num} \times \text{fix_time} \times \text{adjuster_hour_payment}) + \text{additional_expences} +$$
$$+\left(\frac{\text{items_day} \times \text{product_price} \times \text{fix_time} \times \text{comp_num}}{8 \times \text{adjuster_num}}\right) + \left(\frac{\text{salary} \times \text{comp_num} \times \text{fix_time}}{8 \times 22 \times \text{adjuster_num}}\right)$$

Где comp_num – количество компьютеров в офисе;

fix_time – время, необходимое специалисту на наладку одного компьютера (ч);

adjuster_hour_payment – стоимость одного часа работы наладчика;

adjuster_num – количество специалистов - наладчиков;

additional_expences - дополнительные затраты на восстановление сети и покупку оборудования;

product_price – стоимость одной единицы выпускаемой продукции;

items_day – кол-во выпускаемых единиц продукции в день;

salary – заработная плата одного работника в месяц;

Также нетрудно вычислить изменения производительности труда (количество произведенной продукции по отношению к средней численности сотрудников), связанные с недозагрузкой рабочего персонала.

Была написана программа, которая, при введении определенных экономических показателей деятельности предприятия считает, каким образом отразились на ее деятельности сбои компьютерной сети.

4. Экспериментальные исследования

На примере компании «Лаборатория Дизайн и Тест» проведем соответствующие расчеты.

«Лаборатория Дизайн и Тест» - это исследовательский и аналитический центр, который организован с целью анализа и противодействия вредоносному коду. Компания сотрудничает с Лабораторией Касперского с 2005 года. Главный офис компании расположен в г. Харькове. В Лаборатории работают 10 аналитиков с уникальным опытом работы в исследовании вредоносного кода. Аналитики сделали уже более 5000 экспертных заключений на вредоносные программы для различных платформ Microsoft Windows 98/Me/2000/XP/2003, Linux, WinMobile, MacOS [6].

Организационная структура компании имеет следующий вид, который представлен на рис. 3:

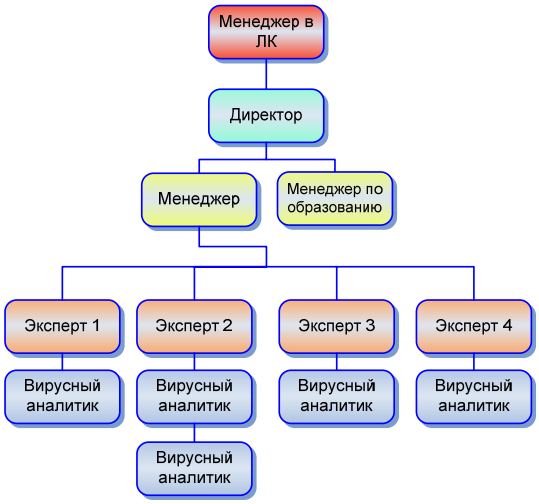


Рис. 3 – Организационная структура компании

Интерфейс программы с расчетами представлен на рис.4:

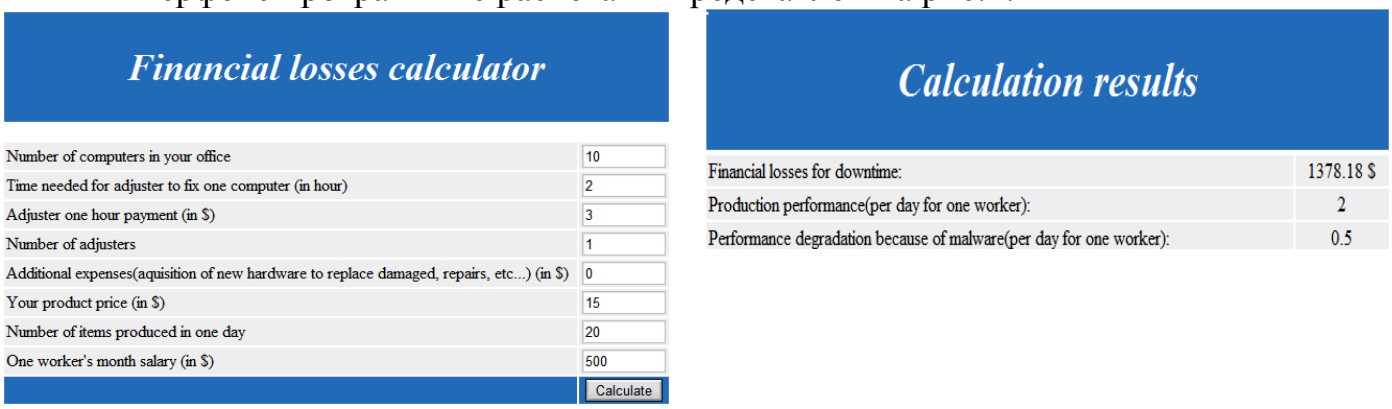


Рис. 4 – Интерфейс программы

5. Выводы

Деструктивное действие вредоносных программ на деятельность предприятия проявляется в уменьшении прибыли за отчетный период, ухудшении имиджа и репутации компании и других негативных последствиях. Чтобы показать предприятиям возможные последствия разработана система подсчета финансовых потерь от простоя компьютерной сети. Данная система позволяет дать качественную оценку производительности труда и оценить убытки компании от действия вредоносных программ. Также в программе предусмотрено сохранение результатов расчетов в базу данных для дальнейшего анализа работы предприятия.

Список литературы: 1. О. К. Филатов, Л. А. Козловских, Т. Н. Цветкова Планирование, финансы, управление на предприятии. Практическое пособие. - Финансы и статистика, 2005г. – 384 с. 2. www.viruslist.ru. 3. Бочарникова М.В., Сапрыкин А.С. Разработка методики оценки ущерба от распространения вирусных технологий на действующих предприятиях, студенческая конференция IT Security for new generation, Москва 28 – 29 августа 2008 г. 4. Бочарникова М.В., Сапрыкин О.С., Україна, Харків Економічні інструменти інформаційної безпеки виробничих та підприємницьких структур в сучасних умовах. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я XVI міжнародна конференція Харків, 4-6 червня 2008. 5. Селезнева Н.Н., Ионова А.Ф. Финансовый анализ. Управление финансами: Учеб. пособие для вузов.- 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 639 с. 6. http://www.dnt-lab.com

Поступила в редколлегию 25.12.2008

УДК 622.692.4

Л. М.ЗАМІХОВСЬКИЙ, С.О. САПРИКІН, *УкрНДІгаз, м. Харків*

КОНЦЕПЦІЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

В статті розглянуті питання підвищення надійності газоперекачувальних агрегатів (ГПА) та компресорних установок (КУ). Використання викладеного математичного апарата в системах моніторингу газоперекачувальних агрегатів чи газотранспортних мереж дозволить побудову інтелектуальних автоматизованих систем керування.

1. Вступ

Над проблемою підвищення надійності газоперекачувальних агрегатів (ГПА) та компресорних установок (КУ) працюють академічні, галузеві науково-дослідні й проектно-конструкторські організації, вищі навчальні заклади, науково-виробничі та інші підприємства. Для її вирішення розгорнуті фундаментальні й прикладні дослідження.

Перехід на прогресивну систему експлуатації за станом, передбачає широке використання методів та засобів технічної діагностики. Реалізація цього стратегічного направлення розвитку газової промисловості диктує необхідність першочергового рішення питань діагностування ГПА та КУ – однієї з актуальних проблем сучасної науки про газотранспортні процеси.

2. Існуючі засоби вирішення проблеми та постановка завдання дослідження

На сьогодні 50 % парку ГПА відпрацювали встановлений моторесурс або близькі до нього. Експлуатація ГПА з різним моторесурсом і строком експлуатації вимагає нових підходів до сервісного обслуговування. Зупинки ГПА для ремонту здійснюються відповідно до положення про планово-попереджувальний ремонт незалежно від технічного стану в певні інтервали часу. Однак неприпустимо часто агрегати виводяться в ремонт через аварії.

Газотранспортні, видобувні та переробні підприємства зазнають великих втрат внаслідок неефективності існуючих систем віброконтролю та вібродіагностування. Системи віброконтролю, що встановлені на ГПА з газотурбінним та електроприводом, часто реагують на короткочасні сплески вібрації й формують хибні аварійні сигнали для зупинки ГПА у випадках, які не представляють для агрегата небезпеки або навпаки. Зупинені через високу вібрацію агрегати піддають пробним пускам для додаткового вібраційного діагностування незважаючи на їхній аварійний стан.

При рішенні задач діагностування доводиться формувати деяке безліч діагностичних параметрів, кількість елементів якого може змінюватись в залежності від конструктивних особливостей ГПА та розпізнавальних дефектів. Ці елементи відображають енергетичну сторону різних процесів у спектральній області вібросигналів.

Для кожного такого параметра необхідно формувати граничні рівні вібрації, щоб використати при наступному діагностичному аналізі.

Для завдань вібродіагностики комп'ютерні технології представили нові можливості в області реєстрації сигналів (цифровий запис), їхньої первинної обробки, зокрема, широкі можливості цифрової фільтрації, спектрального аналізу. Ці обставини визначили розвиток нових підходів до оперативної оцінки технічного стану обладнання і проведенню його діагностичного аналізу. Запропоновано алгоритми розпізнавання станів, які базуються на теорії нейронних мереж [1].

Розвиток системи моніторингу у подальшому передбачає її взаємне проникнення у систему автоматизованого управління транспортною мережею газу. Тобто інтелектуалізацію усіх систем у прийнятті рішень управління.

Для забезпечення надійності систем та безпомилковості прийняття рішень необхідно передбачити безвідмовність отримання інформації від первинних давачів про роботу складових газотранспортної мережі, мати адекватні математичні моделі для діагностування технічного стану обладнання, використовувати високошвидкісні здійснювальні механізми та відповідне резервування елементів. Точність таких систем залежить від рівня точності вихідних даних їх об’єму, ідентифікації моделей і обчислювальних операцій при оцінюванні вектора технічного стану об’єкта дослідження, а також від досконалості технічних засад, покладених в основу створення інтелектуальних систем управління. Вирішення такої комплексної задачі, перш за все, потребує визначення спостережливості на різних етапах аналізу інформації про об’єкти дослідження.

Методи аналізу спостережливості лінійних динамічних систем достатньо висвітлені у літературі [2-4].

Проте існуючі методи, нажаль, не дають відповіді про можливість чи не можливість оцінювання у випадку неповністю спостережливих динамічних систем, до яких відносяться газотранспортні системи. Поряд з аналізом спостережливості у цьому випадку потрібен аналіз виявляємості [5] – можливості оцінювання усіх компонентів вектора стану динамічної системи, навіть у разі її неповної спостережливості.

3. Вирішення задачі моніторингу газоперекачувальних агрегатів та газотранспортних мереж

У зазначених аналізах відповідним етапом є оцінювання похибок дослідження. Динаміку похибок описують матричним рівнянням виду [2-5]:

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u\,; \qquad y = C(t)x\,, \tag{1}$$

де $x \in E^n$ - вектор стану системи;

$y \in E^m$ - вектор виходу (вимірювання);

$A(t), B(t), C(t)$ - матриці відповідних розмірів;

E^n і E^m - евклідови простори розмірності n та m, відповідно. Для аналізу спостережливості існують різні методи. Один із них полягає у тому, що вектор стану системи (1) подають у вигляді:

$$x(t) = F(t,t_0)x(t_0),$$

де $x(t_0)$ - початковий стан системи у момент часу t_0;

$F(t,t_0)$ - матриця розмірністю $n \times n$, що задовольняє умовам:

$$\dot{F}(t,t_0) = A(t)F(t,t_0); \qquad F(t,t_0) = l_n\,, \tag{2}$$

l_n - одинична матриця n - го порядку.

Тоді розв'язок системи має вигляд:

$$y = S(t,t_0)x(t_0); \quad S(t,t_0) = C(t)F(t,t_0). \tag{3}$$

Система (1) повністю спостережлива на проміжку $[t_0, t_f]$ у випадку, коли не існує вектора $x_0 = [x_{01}, \dots, x_{0n}]^T$, за якого справедлива тотожність:

$$S(t,t_0)x \equiv 0, \qquad (t_0 \le t \le t_f). \tag{4}$$

Якщо матриці $F(t,t_0)$, $S(t,t_0)$ відомі, то аналіз спостережливості системи (1) і координат вектора $x(t_0)$ зводиться до пошуку усіх незалежних співвідношень, що витікають із тотожності (4)

$$f_j(t)d_j^T x_0 = 0 \qquad (t_0 \le t \le t_f), \tag{5}$$

де $d_j = [d_{1j}, \dots, d_{nj}]^T$ - вектор, що має хоча б одну ненульову координату;

$f_j(t)$ - незалежні функції на проміжку $[t_0, t_f]$.

Для повної спостережливості системи (1) необхідно і достатньо, щоб матриця спостережливості $K_н(A,C) = \left[C^T \; A^T C^T \; \dots \left(A^T\right)^{n-1} C^T\right]$ мала ранг розмірністю вектора стану $pang(K_н)=n$. У випадку невиконання повної спостережливості застосовують структурне перетворення Калмана [4], за якого

можна отримати систему, що виявляється. Це означає, що існує можливість оцінювання усіх компонентів вектора стану системи.

Крім спостережливості та виявляємості, як інформаційних властивостей динамічних систем при інтелектуалізації їх управління [3,5], не менш важливим є створення відповідних заходів щодо забезпечення безаварійності експлуатації обладнання газотранспортних мереж з їх компресорними станціями за рахунок використання не лише систем контрольно-діагностичних комплексів [6-8], але і ефективного технічного обслуговування та ремонту, а також автоматизованих систем прийняття рішень, щодо можливості подальшої експлуатації чи аварійного зупинення і виведення з експлуатації окремих ланок газотранспортної системи з заміною їх на резерви.

Моніторинг технічного стану газоперекачувального обладнання за їх вібраційними, теплотехнічними, екологічними параметрами та характеристиками за міцністю, температурного і напруженого стану основних деталей газотурбінних приводів чи газомотокомпресорів є невід'ємним супроводом автоматизації управління і інтелектуалізації. Такий моніторинг дає можливість також обліку випрацюваною ресурсу більшістю навантаження деталей і вузлів основного обладнання та обґрунтовано його подовження.

Поряд з використанням резервування елементів і окремих ланок в газотранспортних системах при їх інтелектуалізації управління, мінімізації експлуатаційних витрат сприяє оптимізація планування ремонтів. Перспективним напрямком тут можуть бути напрацювання з теорії аналізу відмов технічного обладнання [9,11]. Згідно з даною теорією допускається непрацездатність деякого мінімального переліку технологічного обладнання і компонентів технічної системи до планових зупинок. Процес формування списку такого обладнання передбачає такі основні етапи дослідження:

- класифікація відмов системи за видами і станами;
- класифікація ситуацій, до яких призводять ті чи інші відмови;
- визначення критичних відмов;
- побудова дерева несправності для кожної із систем;
- оцінювання ймовірних характеристик цього дерева;
- прийняття відповідних рішень за отриманими результатами аналізу.

Тут побудова дерева несправностей та оцінювання ймовірності критичних відмов за наявності надійних систем контролю. Кінцевою метою побудови дерева несправності є вирахування ймовірності появи заключної події. Як приклад на (рис. 1) показано типові дерева несправності [5,9].

У випадку статистично незалежних відмов за наявності проміжних подій ймовірність заключної події для цього дерева отримана наступною:

$$P(A)=P(B)=P(C)=P(D)=P(E)=P(F)=1/6;$$

$$P(Q_3)=P(A)+P(B)-P(A)\cdot P(B)=11/36;$$

$$P(Q_2)=P(D)\cdot P(E)\cdot P(F)=1/216;$$

$$P(Q_1)=P(Q_3)\cdot P(C)=11/216;$$

$$P(Q_0)=P(Q_1)+P(Q_2)-P(Q_1)\cdot P(Q_2)=0{,}0553.$$

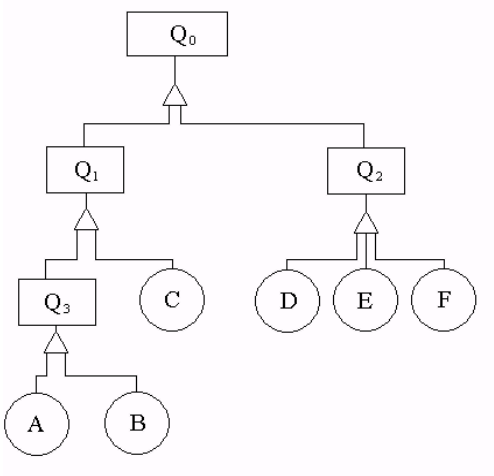


Рис.1 - Дерево несправностей

Для оцінювання ймовірності критичних відмов необхідно також враховувати інтенсивність відмов компонентів, режимні експлуатаційні параметри, структуру резервування систем, періодичність технічного обслуговування і т.і. В літературі [9-11] існують формули розрахунку ймовірностей відмов основних логічних схем. Так, наприклад, ймовірність відмови одного якогось блоку за період часу T дорівнює:

$$Q(T) = \left(1 - e^{-\lambda T}\right) / \left(1 - \beta e^{-\lambda T}\right),$$

де λ - інтенсивність зненацьких відмов;

β - невиявлена відмова.

4. Висновки

Використання викладеного математичного апарата в системах моніторингу газоперекачувальних агрегатів чи газотранспортних мереж дозволить побудову інтелектуальних автоматизованих систем керування. Причому доцільно його використання як до аналізу відмов підконтрольного газоперекачувального обладнання, так і до відмов контрольних приладів та засобів діагностування.

Список літератури: 1. Горбійчук М. І., Скріпка О. А. Метод діагностування технічного стану відцентрованих нагнітачів природного газу // Нафтова і газова пром-ть. –2006. -№4–с. 19-23.2. Стретович Р. Л. Теория информации. М.: Сов. Радио, 1975-424с.3. Гелднер К., Кубик С. Нелинейные системы управления: Пер.с нем. –М.: Мир,1987.–368с.4. Калман Р. Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. – М.: Наука, 1970.–400с.5. Костенко Ю. Т., Любчик Л. М. Системы управления с динамическими моделями. – Х.: Основа, –1996.–211с.6. Саприкін С. О. Прилади та методи віброконтролю і вібродіагностування газоперекачувальних агрегатів та компресорних установок газотранспортної системи України // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. –2006.-2.–с. 33-38.7. Саприкін С. О., Сімкіна Р. А. Оптимальне планування ремонтів газопрекачувального обладнання за комплексними результатами вібраційного та параметричного діагностування// Нафтова і газова пром-ть.–2006.-№3.-с. 44-49.8. Саприкін С. О., Розв’язання проблеми параметричної діагностики ГПА з газотурбінним приводом/Саприкін С. О., Бойко М. В., Вакуленко Г. Є., Жаріков В. М. //Питання розвитку газової промисловості України: Збір. наук.прац. – Харків.–2000. вип. XXVIII/–с.35-38/9. Rausand M., Hoylang A. System reability theory: models, statistical methods and applications – New York: John Willey and sons. Inc. –2004. -458p.10. Blischke W.E, Murthy Prabhaker D.N. Reability: mideling, prediction optimization.– New York: John Willey and sons Inc. –2000. -812p.11. Lewis E.E. Introduction to reability engineering. – New York: John Willey and sons Inc. –1996. -271p.

Поступила в редколлегию 20.12.2008

УДК 656.211.5.001.57

ХОДАКІВСЬКИЙ О.М., канд. техн. наук, доцент, ***ОГАР О.М.***, канд. техн. наук, доцент, докторант, ***КАЛАШНІКОВА Т.Ю.***, канд. техн. наук, доцент, ***ХОМЕНКО Ю.В.***, магістрант (УкрДАЗТ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ СИСТЕМ

Постановка проблеми. В наш час достатньо гостро стоїть питання енергоресурсів як для транспортної галузі, так і для економіки країни в цілому. Ця проблема актуальна внаслідок того, що енергоозброєність (кількість енергії, що виробляється на душу населення) тієї чи іншої країни, більшою мірою, визначає її економічний потенціал, валовий національний дохід, рівень добробуту населення і рівень розвитку технологій.

Відомо, що на нашій планеті продовжується демографічний вибух (населення збільшується щоденно приблизно на 270 000 чоловік). У такій ситуації, вочевидь, що темпи росту енергоспоживання будуть тільки прискорюватися. Навіть для збереження сьогоднішньої ситуації з енергоспоживанням слід щоденно вводити в експлуатацію електростанцію потужністю 500 МВт. Однак потужність можливо збільшувати не безмежно, і природнім обмеженням (крім екологічного фактора) є вміст енергоресурсів на нашій планеті. Основним джерелом енергії зараз є вугілля, нафта, газ і тяжкі радіоактивні ізотопи. Звичайно людина використовує також енергію вітру, рухомої води і випромінювання сонця, однак їх сумарний внесок незначний і, крім того, вони не можуть задовольнити сучасні потреби енергії. Більш того, так звані альтернативні джерела енергії також мають природні межі нарощування потужності, що визначені природоохоронними нормами. Відомо, що запаси вугілля, нафти і газу на нашій планеті обмежені. Якщо ще кілька десятків років назад їх кількість вважалась дуже великою, а можливості їх видобутку практично невичерпними, то зараз їх залежи оцінюються наступними цифрами: вугілля – 1000 млрд. тон; нафта – 950 млрд. барелей; природний газ – 120 000 млрд. куб. метрів. У відповідності з прогнозованими темпами росту виробництва енергії запаси нафти будуть використані орієнтовно за 40-50 років, газу – 60-70 і вугілля приблизно за 200 років. При цьому не слід забувати, що перераховані ресурси є також сировиною для хімічної промисловості і використовуються не тільки для отримання енергії (виробництво сучасних конструкційних матеріалів, мастил, ліків і ін.) [1].

Вищенаведені особливості обумовили напрямок наукових шукань, головною метою яких є ресурсозбереження у будь-якій галузі науки і техніки. По відношенню до галузі залізничного транспорту (технологій його роботи) цей напрям, з огляду на процес інформатизації технологічних процесів, реалізується шляхом удосконалення технологій експлуатації засобів транспорту, що нерозривно пов'язані із постановкою та вирішенням проблем підвищення ефективності використання вагонного парку (особливо пасажирського, з огляду на збитковість пасажирських перевезень). Таке удосконалення можливо

здійснювати, розроблюючи корисні моделі, які у вигляді систем підтримки прийняття рішень (СППР) надають оперативно-диспетчерському персоналу інформаційно-керуючі вказівки. Основою таких вказівок є комплекс потенційно можливих ситуацій.

Удосконалення технологій пасажирських перевезень актуалізовано сучасними особливостями їх організації: рівень сервісу; прогресування тенденції – збільшення фізичного зносу і морального старіння засобів транспорту, а також активна позиція автомобільних перевізників у великих транспортних вузлах (радіус обслуговування маршрутними автобусами до 50-ти км) [5].

Зв'язок із важливими науковими програмами, планами, темами. Вирішення цих наукових завдань і проблем відповідає Концепції політики Кабінету Міністрів України щодо управління об'єктами державної власності, Концепції розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період до 2020 року, Концепції Державної програми реформування залізничного транспорту від 27 грудня 2006 р. № 651-р, Директиві Ради Європейського співтовариства 91/440/ЄС «Про розвиток залізниць у Європейському співтоваристві», Директиві Ради Європейського співтовариства 95/19 ЄС "Про розподіл виробничих потужностей інфраструктури і оплату за користування інфраструктурою залізниць", а також основним директивним документам УЗ.

Мета статті. Дослідити особливості функціонування пасажирської станції на онові теорії систем. Для цього уявимо пасажирську залізничну станцію як систему масового обслуговування (СМО). Це дозволить визначити її раціональну потужність і синхронізувати функціонування станції з потоками пасажирів, вантажів і поїздів з метою отримання мінімальної собівартості обслуговування.

Основна частина. Для моделювання роботи залізничних станцій, особливо в умовах змінних пасажиропотоків, вантажопотоків і поїздопотоків, які характерні для сучасних умов експлуатації, найбільш відповідними є моделі на основі теорії масового обслуговування [3].

Для формалізації процесу моделювання розглянемо залізничну станцію Харків-пас., як n – канальну систему, на вхід якої надходить найпростіший потік вимог з інтенсивністю λ(t). На сучасному етапі функціонування даної станції λ(t) близько до 90 поїздів за зміну. Кожна вимога, що знову надійшла, при занятті всіх каналів стає у чергу (m - число місць для очікування). Нехай час обслуговування є випадковою величиною з щільністю розподілу

$$f(t) = \mu \cdot \exp(-\mu \cdot t), \qquad (1)$$

де μ - інтенсивність потоку обслуговування (μ=80 поїздів/зміну).

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{обс}}, \qquad (2)$$

де $\bar{t}_{обс}$ - середній час обслуговування вимоги.

Для цього випадку отримані залежності основних параметрів системи [2, 3, 6 і 7], які наведені нижче.

Позначимо через ρ відносну інтенсивність

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}. \qquad (3)$$

Імовірність того, що система виявиться вільною, тобто в системі немає ні однієї вимоги:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^{n} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \cdot \sum_{s=1}^{m} \left(\frac{\rho}{n}\right)^s}. \qquad (4)$$

Імовірність того, що в системі є k вимог:

- за умовою, що кількість вимог не перевищує кількості каналів обслуговування ($k \le n$)

$$P_k = \frac{\rho^k}{k!} \cdot P_0; \qquad (5)$$

- за умовою, що кількість вимог перевершує кількість каналів обслуговування ($k>n$)

$$P_k = \left(\frac{\rho}{n}\right)^{k-n} \frac{\rho^n}{n!} \cdot P_0. \qquad (6)$$

Імовірність відмови вимозі в обслуговуванні

$$P_{від} = P_{n+m} = \frac{\rho^{n+m}}{n!\, n^m} \cdot P_0. \qquad (7)$$

Середня кількість каналів, що зайняті обслуговуванням

$$N_з = \sum_{k=1}^{n} k \cdot P_k + n \cdot \sum_{s=1}^{m} P_{n+s}. \qquad (8)$$

Середня кількість каналів, що вільні від обслуговування

$$N_{віл} = n - N_з = \sum_{k=1}^{n-1} (n-k) \cdot P_k. \qquad (9)$$

Середня довжина черги

$$M = \frac{\rho^{n+1} \cdot P_0}{n \cdot n!} \cdot \frac{1 - (m+1) \cdot \rho/n + m \cdot \rho/n}{\left(1 - \rho/n\right)^2} = \sum_{s=1}^{m} S \cdot P_{n+s}. \qquad (10)$$

Коефіцієнт простою каналів

$$K_n = \frac{N_{віл}}{n}. \qquad (11)$$

Коефіцієнт використання каналів

$$K_в = \frac{N_з}{n}. \qquad (12)$$

Відносна пропускна спроможність системи, або ймовірність того, що вимога буде обслугована

$$q = 1 - P_{від}. \qquad (13)$$

Абсолютна пропускна спроможність

$$A = \lambda \cdot q. \qquad (14)$$

Середній час очікування обслуговування

$$\overline{T}_{оч} = M \cdot \frac{1}{\mu}. \qquad (15)$$

Сумарні економічні витрати від простою системи

$$C = C_в \cdot M + C_п \cdot N_{віл} \to \min, \qquad (16)$$

де $C_в$ – вартість простою однієї вимоги (вагона, состава) в одиницю часу, грн; $C_п$ – вартість простою одного каналу, що обслуговує (обладнання та бригад) в одиницю часу, грн.

Для вибору оптимальної структури системи (станції) отримуємо залежність сумарних економічних витрат (C) від кількості каналів обслуговування (n). Величина n набуває цілого значення ($n=1,2, \ldots 10$). Далі знаходимо за графіком $C=C(n)$ (рисунок 1) оптимальне значення n_{opt}, яке відповідає мінімальному значенню величини C. Для n_{opt} розраховуємо показники ефективності роботи станції у середовищі MATLAB.

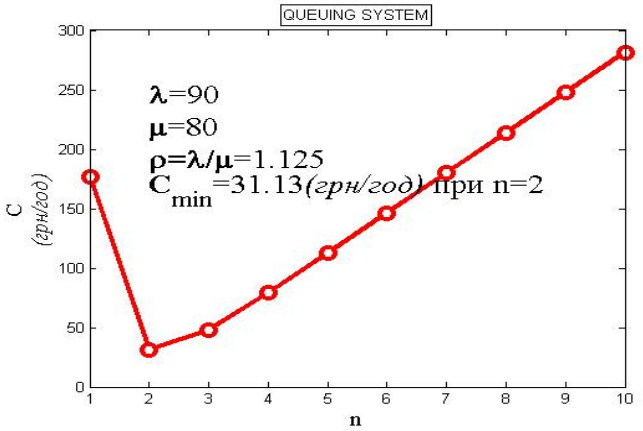


Рис. 1 - Залежність сумарних економічних витрат (C) від кількості каналів обслуговування (n)

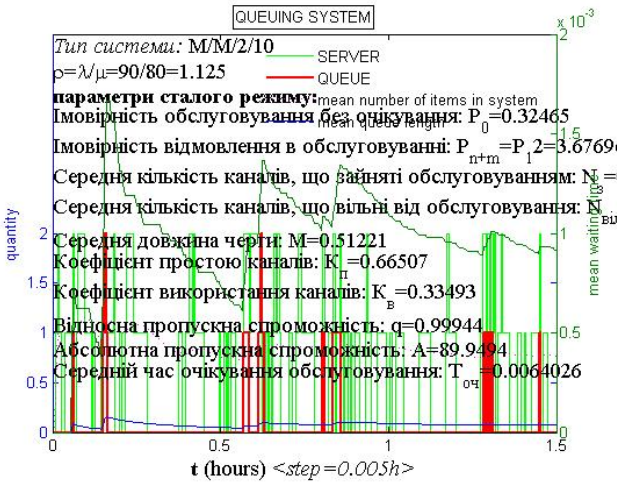


Рис. 2 - Модель роботи СМО і параметри сталого режиму

У результаті моделювання роботи станції Харків-пас. отримано (рисунок 2): поїзди прибувають поступово, із розмежуванням часу; накопичувач - колії парку, працюють безперебійно; бригади по обслуговуванню поїздів працюють рівномірно, інколи паралельно, з невеликим простоєм.

Висновок. Розробивши модель роботи станції Харків-пас. на ПЕОМ, за допомогою системи масового обслуговування, досліджено особливості функціонування пасажирської станції на онові теорії систем. Таким чином, використовуючи цю програму для моделювання СМО, можна дослідити особливості функціонування будь-якого елементу станції. І тоді, якщо всі ланки виробництва будуть працювати злагоджено, сучасний технологічний процес роботи пасажирської станції буде забезпечувати чотири основних принципи: безперервність, ритмічність, паралельність, поточність усіх операцій та їх максимальне суміщення при високій якості виконання.

Список літератури: 1. Барчук С.В. Мирный термоядерный синтез. Откуда ноги растут? // Наука и техника. - 2006. - №5. – с. 52 – 54. 2. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем – М.: Советское радио, 1973. - 440 с. 3. Бутько Т.В., Ходаківський О.М., Петрушов В.В., Прохоров В.М., Головко Т.В. Методи дослідження складних систем: Методичні вказівки до контрольної роботи для студентів заочної форми навчання та для проведення практичних занять для студентів денної форми навчання з дисципліни "Основи теорій систем і управління". - Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 38 с. 4. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М.: Советское радио, 1972. – 551 с. 5. Данько М.І., Поляков А.О., Ходаківський О.М. Аналіз динаміки основних показників ефективності приміських перевезень // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. - №4. – С. 9 - 12. 6. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. - М.: Машиностроение, 1979. - 432 с. 7. Системологія на транспорті: Підручник: У 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. - К.: Знання України, 2005 - Кн. І: Основи теорії систем і управління / Е.В. Гаврилов, М.Ф.Дмитриченко, В.К. Доля та ін. - 344 с.

Поступила в редколлегию 24.01.2009

УДК 656.025.4

ГОРЯИНОВ А.Н., ГРИГОРЧУК А.Ю., (ХНАГХ)

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

Рассмотрены вопросы, связанные с возможностями интеграции транспортных систем автомобильного и электрического транспорта при грузоперевозках. Предложены формы взаимодействия видов транспорта. Дано обоснованное введение таких форм интеграции как социальная и территориальная.

1.Введение

Переход Украины к рыночной экономике должен сопровождаться структурными изменениями не только в экономике, но и в самой транспортной системе. Одним из направлений таких преобразований есть образование интегрированных транспортных систем, где недостатки одного вида транспорта компенсируются преимуществами другого. Применение таких систем в мировой практике позволяет понизить себестоимость перевозки и ускорить процесс транспортировки [1].

Особое место в городе занимает транспортная система электрического транспорта. С точки зрения экологичности этот вид транспорта является очень привлекательным. Поэтому создание интегрированных транспортных систем с его участием является перспективным направлением в исследовании.

Таким образом, актуальным является изучение возможностей интеграции автомобильного и электрического транспорта при грузовых перевозках.

2. Анализ публикаций

На сегодняшний день существует достаточно много литературы, которая с разных сторон освещает процесс перевозки грузов. Наиболее широко рассмотрена проблема грузоперевозок автомобильным транспортом. Авторы ряда книг (например, [2,3]) детально описывают организацию, технологию, экономику, управление перевозочным процессом при помощи автотранспорта. При этом не затронут вопрос возможностей интеграции различных видов транспорта. В литературе, рассматривающей использование в перевозочном процессе нескольких видов транспорта (например, [4,5]) достаточно широко рассмотрены критерии выбора видов транспорта, применяемых для перевозки груза, экономические эффекты данного взаимодействия. В то же время возможности интеграции городского электрического и автомобильного транспорта не рассмотрены.

Проведенный обзор литературных источников позволяет говорить о целесообразности рассмотрения возможностей интеграции городского электрического и автомобильного транспорта в единой транспортной системе.

3. Цель и постановка задачи

Целью работы является определение областей взаимодействия электрического и автомобильного транспорта в городе и их характеристика.

4. Результаты исследования

Основное внимание в литературе по взаимодействию видов транспорта отводится вопросам организации работы транспортных узлов. В этой связи следует отметить, что городские условия функционирования различных транспортных систем отличны от представленных в литературе.

Можно предположить, что вопросы взаимодействия при рассмотрении электрического и автомобильного транспорта в городе должны учитывать в том числе и взаимодействие в процессе транспортировки.

В этой связи схема взаимодействия видов транспорта при доставке грузов от потребителя к получателю (согласно [6]), будет иметь следующий вид (рис. 1).

На рис. 1 представлены примеры того, каким образом может производиться взаимодействие (взаимные действия) различных видов транспорта в процессе транспортировки грузов. Необходимость в организации взаимодействия грузового электрического и автомобильного транспорта так же продиктовано существующими правилами дорожного движения. Так, согласно этих правил существует приоритет движения электрического транспорта перед автомобильным.

Анализ литературных источников позволил составить следующую схему основных форм взаимодействия автомобильного и электрического транспорта при рассмотрении их как интегрированной системы города (рис. 2).

Далее подробно дадим характеристики каждой из предоставленных форм взаимодействия (табл. 1).

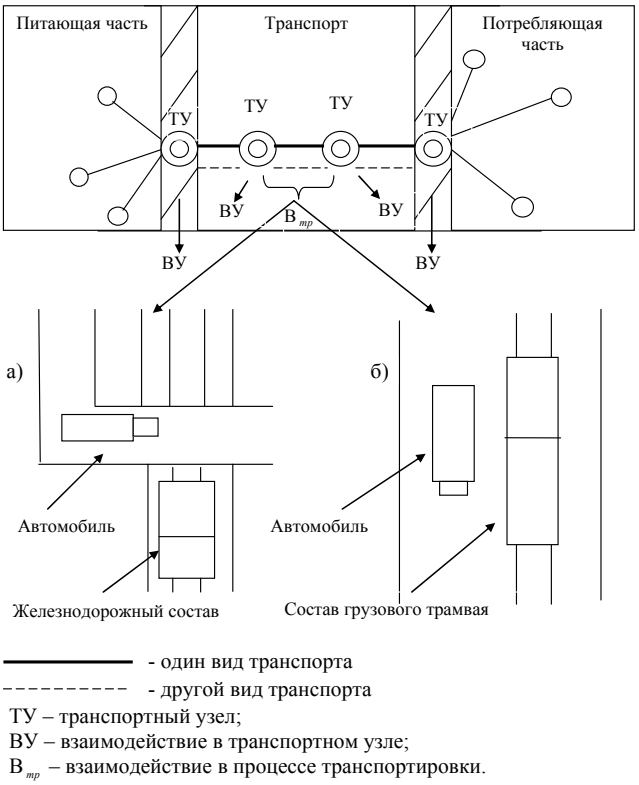


Рис. 1 – Схема взаимодействия транспортных систем видов транспорта в процессе транспортировки грузов (с учётом [6]): а) – схема железнодорожного переезда; б) – схема магистрали с движением грузового трамвая и автомобиля.

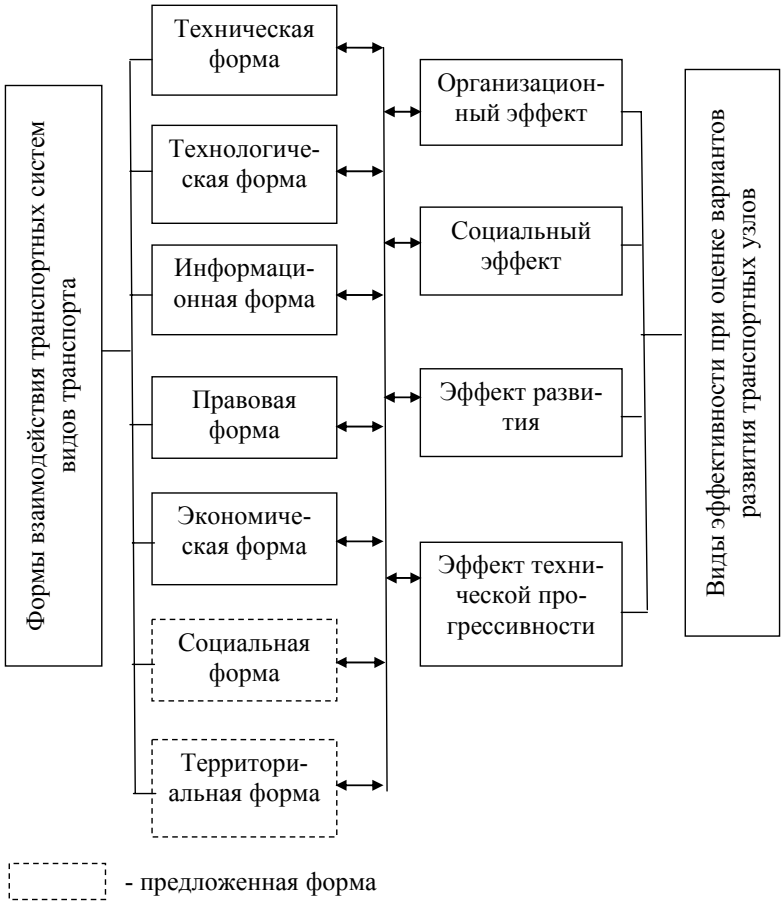


Рис. 2 – Схема форм взаимодействия транспортных систем автомобильного и электрического транспорта как интегрированной системы (на основании [5,6]).

Таблица 1

Характеристика форм взаимодействия видов транспорта (на основании [5])

Форма взаимодействия	Цель	Задачи
Техническая	Создание благоприятных условий для обработки транспортных потоков	Развитие техники беспереграузочных сообщений, контейнерных и пакетных перевозок
		Согласование норм на проектирование и постройку станций и подъездных путей
		Анализ возможности совмещенного расположения постоянных устройств видов транспорта в узлах
Технологическая	Обеспечение оптимальных режимов обработки и пропуска транспортных средств	Определение резервов пропускной и перерабатывающей способности транспортных узлов с учётом колебания транспортных потоков
		Выбор магистральной сети и пропускной способности транспортной линии, обеспечивающей связь между узлами
		Согласование времени работы видов транспорта
		Разработка единой технологии работы перевалочных пунктов
Территориальная (предлагается)	Обеспечение рационального размещения узлов и определение связей между ними	Разработка на основе генерального плана города комплексных схем развития видов транспорта
		Разработка структуры и выбор средств управления транспортными потоками в городе
Социальная (предлагается)	Обеспечение оптимальных режимов работы грузового транспорта с пассажирским в городе	Определение приемлемых объемов перевозок
		Определение провозной и пропускной способностей интегрированной транспортной системы
		Разработка режимов и графиков работы грузового транспорта в согласовании с работой пассажирского
Информационная	Обеспечение согласованных процессов взаимодействия видов транспорта	Анализ последних достижений информационных технологий
		Оценка эффективности внедрения информационных технологий
Правовая	Урегулирование споров, определение параметров взаимодействия	Изучение уставов видов транспорта
		Принятие нормативно-правовой базы интегрированной транспортной системы
Экономическая	Принятие решений о функционировании интегрированной системы видов транспорта	Оценка показателей экономической эффективности работы интегрированной транспортной системы

Решение приведенных в табл. 1 задач требует соответствующего математического сопровождения с целью формализации рассматриваемых параметров и показателей.

Далее приведены ряд формул, позволяющих формализировать ряд параметров интегрированной транспортной системы города.

Возможности транспортной системы города по совмещению грузовых потоков с пассажирскими предлагается оценивать следующим образом:

$$K_{в}^{гр} = \frac{N_{гр}^{\max}}{N_{пасс}^{\max} + N_{гр}^{\max}}, \qquad (1)$$

где $K_{в}^{гр}$ - коэффициент, учитывающий возможности транспортной системы города по совмещению грузовых потоков с пассажирскими;

$N_{гр}^{\max}$ - максимальный поток грузов в городе;

$N_{пасс}^{\max}$ - максимальный поток пассажиров в городе.

Объем перевозок грузов интегрированной транспортной системой предлагается оценивать по следующей зависимости:

$$Q_{гр} = K_{инТС} \cdot Q_{общ}, \qquad (2)$$

где $Q_{гр}$ - объем перевозок грузов интегрированной транспортной системой;

$K_{инТС}$ - коэффициент, учитывающий использование в грузоперевозках интегрированной транспортной системы;

$Q_{общ}$ - общий объем грузопотока в городе.

5. Выводы

Недостаточное изучение возможностей интеграции транспортных систем автомобильного и городского электрического транспорта сдерживает внедрение таких систем на практике при осуществлении грузоперевозок.

В рамках статьи предложены области взаимодействия транспортных систем видов транспорта в процессе доставки грузов в городе. Предложено отдельно введение таких форм интеграции, как: территориальная и социальная. В дальнейшем следует провести более детальное изучение показателей оценки функционирования интегрированной системы.

Список литературы: 1. http//www.jdonline.com – сайт российской железной дороги. 2. Ходош М.С. Организация, экономика и управление перевозками грузов автомобильным транспортом. – М.:Транспорт, 1989. -328 с. 3. Горев А.Э. Грузовые автомобильные перевозки. – М.: Издательский центр « Академия», 2004. – 320 с. 4. Слободян А.В. Взаємодія залізничного і водного транспорту на прикладі Білгород-Дністровського морського порту. – К.: Автореферат на здобуття ступеня к.т.н., 2004.– 24с. 5. Нікітін Р.В. Ефективність логістичного управління перевезеннями вантажів в умовах взаємодії різних видів транспорту. - К.: Видавничий дім Дмитра Бураго, 2008. – 104с. 6. Товкун Д.Л. Методи, моделі і стратегії мультимодальних перевезень вантажів. – К.:Транспорт, 2002. – 142с.

Поступила в редколлегию 26.01.2009

УДК 656.073.27

ПРОДАЩУК С.М., канд. техн. наук, старший викладач, ***КОВАЛЬОВ А.О.***, канд. техн. наук, доцент, УкрДАЗТ

МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПЕРЕРОБНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ

У статті розглянуті актуальні питання, пов’язані з визначенням оптимальної переробної спроможності вантажних фронтів. Наведені різноманітні варіанти роботи деяких вантажних фронтів при використанні відповідних навантажувально-розвантажувальних машин. Впровадження запропонованих методів дозволить значно скоротити капіталовкладення та експлуатаційні витрати, які пов'язані з утриманням вантажного фронту.

Вступ. На даний час максимальна переробна спроможність вантажних фронтів визначається як число вагонів, з якими можливо одночасно виконувати вантажні операції, та термін виконання цих та допоміжних операцій.

Проблема. Максимальна переробна спроможність як раніше, так і зараз розраховується з урахуванням максимального технічного оснащення, що не завжди відповідає дійсності [1,2]. Така система веде до значного підвищення собівартості виробництва, особливо для великих підприємств.

Вирішення проблеми. В роботі запропоновано визначати не максимальну, а оптимальну переробну спроможність вантажних фронтів, враховуючи їх оптимальне технічне оснащення.

Час на виконання вантажних операцій на і-му вантажному фронті

$$t_{nv} = \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{HPM}}, \qquad (1)$$

де k_{sdv} – коефіцієнт подвійних операцій;

P_{cmi} – статичне навантаження вагону, т/ваг;

P_i^{HPM} – продуктивність навантажувально-розвантажувальної машини (НРМ) на і-му вантажному фронті, год;

M_i – число НРМ, шт.

Час на виконання маневрових операцій

$$t_{ман} = 2t_{пу} + m_i(t_p + t_{пер} + t_{сб}), \qquad (2)$$

де $t_{пу}, t_p, t_{пер}, t_{сб}$ – відповідно середній час на подавання-забирання, розставлення, переставлення і збирання вагонів на і-му вантажному фронті, год.

Час роботи НРМ на і-му вантажному фронті

$$T_i = \left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{HPM}\right)(24 - T_i^{пер}) - T_{скі}^{HPM}, \qquad 3)$$

де $T_{ремі}^{HPM}$ – тривалість перебування НРМ в неробочому стані на і-му вантажному фронті протягом року, год; $T_i^{пер}$ – час, коли і-й вантажний фронт не працює, год;

$T_{скі}^{HPM}$ – час виконання НРМ додаткових складських операцій за добу, год.

$$T_{скі}^{HPM} = \frac{m_i P_{cmi} k_s}{M_i P_i^{HPM}}, \qquad (4)$$

де k_s – коефіцієнт складської переробки.

При використанні на вантажному фронті стаціонарних перевантажувальних машин і пристроїв:

1) вагони надходять до вантажних фронтів окремими групами

$$Q_{пер} = \frac{\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) m_i P_{cmi}}{Y_i \left(Y_i \left(2t_{пу} + \frac{m_i (t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} \right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} \right)}; \quad (5)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) m_i}{Y_i \left(Y_i \left(2t_{пу} + \frac{m_i (t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} \right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} \right)}; \quad (6)$$

де Y_i – число подач до вантажного фронту;

2) вагони до вантажних фронтів подаються маршрутами

$$Q_{пер} = \frac{\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) n_i m_i P_{cmi}}{2t_{ру} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}}; \quad (7)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) n_i m_i}{2t_{ру} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}}. \quad (8)$$

При використанні на вантажному фронті пересувних перевантажувальних машин і пристроїв окрім операцій по завантаженню і розвантаженню вагонів НРМ виконують складські операції у розмірі $k_s Q$, де k_s – коефіцієнт складської переробки вантажів.

1) Вагони надходять до вантажного фронту окремими групами

$$Q_{пер} = \frac{\left(\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i P_{cmi}}{Y_i \left(Y_i \left(2t_{пу} + \frac{m_i (t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} \right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} \right)}; \quad (9)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i}{Y_i \left(Y_i \left(2t_{пу} + \frac{m_i (t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} \right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} \right)}; \quad (10)$$

2) вагони надходять до вантажного фронту маршрутами

$$Q_{пер} = \frac{\left(\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{M_i P_i^{НРМ}}\right) n_i m_i P_{cmi}}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}}; \quad (11)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(\left(1 - \frac{1}{365} T_{ремі}^{НРМ}\right)(24 - T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{M_i P_i^{НРМ}}\right) n_i m_i}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}}. \quad (12)$$

При використанні на вантажному фронті пересувних перевантажувальних машин і пристроїв, що виконують вантажні операції з вагонами і автомобілями, враховано коефіцієнт переробки

$$k_{пер} = (1 - k_p) k_s, \quad (13)$$

де k_p – коефіцієнт безпосереднього перевантаження.

1) Вагони надходять до вантажного фронту окремими групами

$$Q_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} - \frac{m_i P_{cmi}(1-k_p)k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i P_{cmi}}{Y_i\left(2t_{пу} + \frac{m_i(t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right)} ;(14)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} - \frac{m_i P_{cmi}(1-k_p)k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i}{Y_i\left(2t_{пу} + \frac{m_i(t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i} + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right)} ; \qquad (15)$$

2) вагони надходять до вантажного фронту маршрутами

$$Q_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} - \frac{m_i P_{cmi}(1-k_p)k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i P_{cmi}}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}} ; \qquad (16)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) - \frac{m_i P_{cmi} k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}} - \frac{m_i P_{cmi}(1-k_p)k_s}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right) m_i}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}} . \qquad (17)$$

При наявності на вантажному фронті підвищених колій і естакад:

1) вагони надходять до вантажного фронту окремими групами

$$Q_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері})\right) m_i P_{cmi}}{Y_i\left(Y_i\left(2t_{пу} + \frac{m_i(t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i}\right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right)} ; \qquad (18)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері})\right) m_i}{Y_i\left(Y_i\left(2t_{пу} + \frac{m_i(t_p + t_{пер} + t_{сб})}{Y_i}\right) + \frac{k_{sdv} m_i P_{cmi}}{Y_i M_i P_i^{НРМ}}\right)} ; \qquad (19)$$

2) вагони надходять до вантажного фронту маршрутами

$$Q_{пер} = \frac{\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) n_i m_i P_{cmi}}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}} ; \qquad (20)$$

$$N_{пер} = \frac{\left(1-\frac{1}{365}T_{ремі}^{НРМ}\right)(24-T_{пері}) n_i m_i}{2t_{пу} + n_i m_i (t_p + t_{сб}) + \frac{k_{sdv} n_i m_i P_{cmi}}{M_i P_i^{НРМ}}} . \qquad (21)$$

Розглянуті різноманітні варіанти роботи деяких вантажних фронтів при використанні відповідних навантажувально-розвантажувальних машин.

Висновок. Запропоновано визначати оптимальну переробну спроможність вантажних фронтів, (а не максимальну, як того вимагають правила перевезення вантажів), враховуючи їх оптимальне технічне оснащення, що дозволяє значно скоротити капіталовкладення та експлуатаційні витрати, які пов'язані з утриманням вантажного фронту.

Список літератури: 1. Правила перевозок грузов. Часть 1.– М: Транспорт, 1985. 2 Правила перевезень і тарифів залізничного транспорту України: Збірник №5 .– Київ: Укрзалізниця, 2001.

Поступила в редколлегию 14.01.2009

УДК 530.18 (УДК 530.10(075.4))

С.Н. ЯЛОВЕНКО

ЧЁРНЫЙ ПРЕДЕЛ

Введение

Расширение преобразований лоренца

Рассмотрим две инерциальные системы отсчёта К и К’ (К’ движется относительно К со скоростью v). Направим координатные оси так, как показано на рис.1.

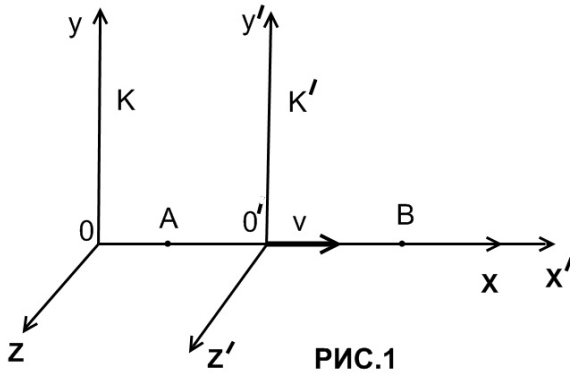


РИС.1

Какому-либо событию в системе К значение координат и времени, равные x, y, z, t, в системе К’ – x’, y’, z’. t. В классической физике считалось, что время в обеих системах течёт одинаково, т.е. что t=t’. Если в момент t=t’=0 начала координат обеих систем совпали, то тогда между координатами событий в обеих системах имеются следующие соотношения:

$$x=x'+vt'=x'+vt$$
$$y=y'$$
$$z=z' \qquad (1)$$
$$t=t'$$
$$q=q' \text{ или } \oint_s EdS=\oint_{s'} E'dS'$$

В уравнении (1) в ведено расширение на q и назовем это уравнение расширенным преобразованием галилея. Из них вытекает закон сложения скоростей классической механики:

$$u_x=u'_x+v, \qquad u_y=u'_{y,z} \qquad u_z=u' \qquad (2)$$

Легко видеть, что этот закон находится в противоречии с принципом постоянства скорости света. Действительно, если в системе *К′* световой сигнал распространяется со скоростью *c* ($u'_x = c$), то согласно (2) в системе *К* скорость сигнала окажется равной $u_x=c+v$, т. е. превзойдет **С**. Отсюда вытекает, что преобразования Галилея должны быть заменены другими формулами. Эти формулы нетрудно найти.

Из однородности пространства следует, что формулы преобразования не должны изменяться при переносе начала координат (т. е. при замене *x* на *x* + *a* и т. д.). Этому условию могут удовлетворять только линейные преобразования. При указанном на рис.1. выборе координатных осей плоскость $y=0$ совпадает с плоскостью $y'=0$, а

плоскость z=0 - с плоскостью z' = 0. Отсюда следует, что, например, координаты *y и y′* могут быть связаны только соотношением вида

$$y = \varepsilon y'.$$

В силу полной равноправности систем *К и К′* должно также соблюдаться соотношение

$$y' = \varepsilon y$$

с тем же значением ε, что и в первом случае. Перемножая оба соотношения, получим, что $\varepsilon^2 = 1$, откуда $\varepsilon = \pm 1$. Знак плюс соответствует одинаково направленным осям *y* и *y′,* знак минус — противоположно направленным. Направив оси одинаковым образом; получим:

$$y=y' \qquad (3)$$

Такие же рассуждения приводят к формуле:

$$z=z' \qquad (4)$$

Обратимся к нахождению преобразований для *x* и *t.* Начало координат системы *К* имеет координату *x* = 0 в системе *К* и *x′* = —*vt′* в системе *К′.* Следовательно, при обращении *x′* + *vt′* в нуль должна обращаться в нуль и координата *x.* Для этого линейное преобразование должно иметь вид:

$$x = \gamma(x' + vt') \qquad (5)$$

Аналогично, начало координат системы *К′* имеет координату *x′* = 0 в системе *К′* и *x* = *vt* в системе *К,* откуда следует, что

$$x' = \gamma(x - vt) \qquad (6)$$

Из полного равноправия систем *К и К′* вытекает, что коэффициент пропорциональности в обоих случаях должен быть один и тот же (различный знак при *v* в этих формулах обусловлен противоположным направлением движения систем друг относительно друга — если система *К′* движется относительно *К* вправо, то система *К* движется относительно *К′* влево).

Формула (5) позволяет по известным координатам *x′* и времени t' события в системе *К′* определить координату *x* события в системе K. Чтобы найти формулу для определения времени *t* события в системе *К,* исключим *x* из уравнений (5) и (6) и разрешим получившееся выражение относительно *t* В результате получим:

$$t = \gamma\left[t' + \frac{x'}{v}\left(1 - \frac{1}{\gamma^2}\right)\right] \qquad (7)$$

Для нахождения коэффициента пропорциональности γ используем принцип постоянства скорости света. Предположим, что в момент времени *t* = *t′*= 0 (в обеих системах время отсчитывается от момента, когда их начала координат совпадают) в направлении оси *x* посылается **импульс.** Именно в этом месте рассуждений вводим расширение представляя свет не как волну, а как частицу обладающей импульсом и массой – виртуальной, но подверженной гравитационному воздействию, так же как и любая материальная частица с массой m, где масса находится из уравнений энергии как

$$E = mc^2$$

$$E=\hbar\nu$$

И энергию, которую нужна затратить на преодоление гравитации этой массе m равна

$$E = \frac{GMm}{R}$$

То есть световой поток можно представить (упрощенно) как обмен мячиками массой m.

И так световой импульс, производит вспышку света на экране, находящемся в точке с координатой $x=a$. Это событие (вспышка) описывается координатами $x = a$, $t = b$ в системе K и $x' = a'$, $t' = b'$ в системе K', причем $a = cb$, $a' = cb'$, так что координаты события в обеих системах можно представить в виде:

$$x=cb, \quad t=b \quad \text{и} \quad x'=cb', \quad t'=b'$$

Подставив эти значения в формулы (5) и (6), получим:

$$cb=\gamma(cb'+vb')=\gamma(c+v)b' \qquad (8)$$

$$cb'=\gamma(cb - vb)=\gamma(c - v)b \qquad .$$

Перейдем от рассмотрения света как волны к рассмотрению света как частицы обладающей массой m .Введём расширение для уравнения (8) рассматривая свет как импульс mv (или mc) и расширим уравнение (8) переписав его как:

$$mcb=\gamma(cb'+vb')m'=\gamma(c+v)b'm' \qquad (8.1)$$

$$mcb'=\gamma(cb - vb)m'=\gamma(c - v)bm' \qquad .$$

Перемножив оба уравнения, придем к соотношению

$$m^2c^2 = \gamma^2(c^2 - v^2)m'^2$$

Откуда

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\frac{m}{m'} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E}) = L(V)K(V) = \sum(V) \qquad (9)$$

Где $L(V) = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ коэффициент лоренца,

$$K(V) = \frac{mc^2}{m'c^2} = \frac{E-\Delta E}{E} = 1-\frac{\Delta E}{E} = 1-\frac{GMm}{Rmc^2} = 1-\left(\frac{G}{c^2}\right)\frac{M_0/\sqrt{1-v^2/c^2}}{R_0\sqrt{1-v^2/c^2}} = 1-\left(\frac{GM_0}{c^2R_0}\right)\frac{1}{1-v^2/c^2}$$

коэффициент взаимодействия, $\Delta E = \frac{GMm}{R}$ - энергия, которую необходимо затратить кванту света на преодоление гравитационных сил. Если $M << M_{чёрной.дыры}$ то $K(V) \approx 1$ и уравнение (9) приобретает лоренцовский вид, где $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ =L(V).

Подстановка этого значения в (5) и (7) даст окончательные формулы для x и t. Добавив к ним формулы (3) и (4), получим совокупность уравнений;

$$x = (x'+vt')\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E}) = (x'+vt')L(V)K(V),$$

$$y=y', \qquad (10)$$

$$z=z'$$

$$t=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E})\left[t'+\frac{x'}{v}(1-\frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E})\right)^2}\right]=L(V)K(V)\left[t+\frac{x'}{v}(1-\frac{1}{L(V)^2K(V)^2})\right]$$

$$q=q'(1-\frac{\Delta E}{E})=q'K(V)$$

По формулам (10) осуществляется переход от координат и времени, отсчитанных в системе *K',* к координатам и времени в системе *K* (короче, переход от системы *K'* к системе *K).* Если разрешить уравнения (10) относительно штрихованных величин, получатся формулы преобразования для перехода от системы *K* к системе K':

$$x'=(x-vt)\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E})=(x-vt)L(V)K(V),$$

$$y'=y, \qquad (11)$$

$$z'=z,$$

$$t'=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E})\left[t-\frac{x}{v}(1-\frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E})\right)^2}\right]=L(V)K(V)\left[t-\frac{x}{v}(1-\frac{1}{L(V)^2K(V)^2})\right]$$

$$q'=q(1-\frac{\Delta E}{E})=qK(V)$$

Как и следовало ожидать, учитывая полную равноправность систем *K* и *K',* формулы (11) отличаются от формул (10) только знаком при *v.* Формулы (10) и (11) носят название р а с ш ы р е н ы х п р е о б р а з о в а н и й л о р е н ц а с учётом коэффициента взаимодействия K(V). Легко видеть, что в случае $M << M_{чёрной.дыры}$ ($K(V)\approx 1$) преобразования переходят в преобразования лоренца, а при $v << c$ преобразования лоренца переходят в преобразования Галилея (1). Таким образом, преобразования Галилея сохраняют значение для скоростей, малых по сравнению со скоростью света. При *v>c* выражения (10) и (11) для *x, t,* x' и t' становятся мнимыми. Это находится в соответствии с тем, что движение со скоростью, большей скорости света в пустоте, невозможно. Нельзя даже пользоваться системой отсчета, движущейся со скоростью *c,* так как при *v = c* в знаменателях формул для *x и t* получается нуль.

Основа теории относительность являются лоренцевы преобразования дальше все выкладки аналогичны с заменой $\gamma = L(V)$ на $\gamma = L(V)K(V) = \Psi(V)$. Дальше (в разделе теория холодного синтеза) будет показана не законченность теории и необходимость введения третьего расширения преобразований Галилея (или третьего отрицания…. +,0, ?)

$$\gamma = L(V)K(V)(???).$$

Следствия из р а с ш и р е н и я преобразований Лоренца

Из расширенного преобразований Лоренца вытекает ряд необычных с точки зрения классической механики следствий.

Одновременность событий в разных системах отсчета.

Пусть в системе *K* в точках с координатами x_1 и x_2 происходят одновременно два события в момент времени $t_l = t_2 = b$. Согласно формулам (11) в системе *K′* этим событиям будут соответствовать координаты

$$x_1' = (x_1 - vb)\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E}) = (x_1 - vb)L(V)K(V),$$

$$x_2' = (x_2 - vb)\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}(1-\frac{\Delta E}{E}) = (x_2 - vb)L(V)K(V)$$

и моменты времени

$$t_1' = L(V)K(V)\left[b - \frac{x_1}{v}(1-\frac{1}{L(V)^2K(V)^2})\right]$$

$$t_2' = L(V)K(V)\left[b - \frac{x_2}{v}(1-\frac{1}{L(V)^2K(V)^2})\right]$$

Из написанных формул видно, что в случае, если события в системе *K* происходят в одном и том же месте пространства ($x_1 = x_2$), то они будут, совпадать в пространстве ($x'_1 = x'_2$) и во времени ($t'_1 = t'_2$) также **и** в системе *K′*. Если же события в системе *K* пространственно разобщены ($x_1 \neq x_2$), то в системе *K′* они также окажутся пространственно разобщенными ($x'_1 \neq x'_2$), но не будут одновременными ($t'_1 \neq t'_2$). Знак разности $t'_2 - t'_1$ определяется знаком выражения $v(x_1 - x_2)$; следовательно, в разных системах *K′* (при разных *v)* разность $t'_2 - t'_1$ будет различна по величине и может отличаться по знаку. Это означает, что в одних системах событие *1* будет предшествовать событию *2,* в других системах, наоборот, событие *2* будет предшествовать событию 1. Заметим, что сказанное относится лишь к событиям, между которыми отсутствует причинная связь.

Длина тел в разных системах. Рассмотрим стержень, расположенный вдоль оси *x* и покоящийся относительно системы отсчета *K′* (рис.2). Длина его в этой системе равна $l_0 = x'_2 - x'_1$ где $x'_1 x\backslash$ и x'_2 — не изменяющиеся со временем t' координаты концов стержня. Относительно системы *K* стержень движется со скоростью *v*. Для определения его длины в этой системе нужно отметить координаты концов стержня x_1 и x_2 в один и тот же момент времени $t_1 = t_2 = b$. Их разность $l = x_2 - x_1$ даст длину стержня, измеренную в системе *K*. Чтобы найти соотношение между l_0 и l, следует взять ту из формул **расширенных** преобразований Лоренца, которая содержит *x′, x* и *t,* т. е. первую из формул (11). Согласно этой формуле

$$x_1' = (x_1 - vb)L(V)K(V) \ , \qquad x_2' = (x_2 - vb)L(V)K(V)$$

Откуда

$$x'_2 - x'_1 = (x_2 - x_1)L(V)K(V)$$

Или окончательно

$$l = \frac{l_0}{K(V)L(V)} = \frac{l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{K(V)} = \frac{l_{0..лоренца}}{K(V)} \qquad (12)$$

Таким образом, мы получили **расширенное лоренцево преобразование для длины** стержня

Если стержень длины $l_0 = x_2 - x_1$ покоится относительно системы *К,* то для определения его длины в системе. *К′* нужно отметить координаты концов x'_1 и x'_2 в один и тот же момент времени $t_1 = t'_2 = b$. Разность $l = x'_2 - x'_1$ даст длину стержня в системе K', относительно которой он движется со скоростью *v*. Использовав первое из уравнений (10), снова придем к соотношению (12).

Заметим, что в направлении осей *y* и *z* размеры стержня одинаковы во всех системах отсчета.

Длительность событий в разных системах. Пусть в точке, неподвижной относительно системы *К′,* происходит событие, длящееся время $\Delta t_0 = t'_2 - t'_1$. Началу события соответствует в этой системе координата $x'_1 = a$ и момент времени t'_1, концу события — координата $x'_2 = \boldsymbol{a}$ и момент времени t'_2 Относительно системы *К* точка, в которой происходит событие, перемещается. Согласно формулам (10) началу и концу события соответствуют в системе K:

$$t_1 = L(V)K(V)\left[t'_1 + \frac{a}{v}(1 - \frac{1}{L(V)^2 K(V)^2})\right] , \qquad t_2 = L(V)K(V)\left[t'_2 + \frac{a}{v}(1 - \frac{1}{L(V)^2 K(V)^2})\right]$$

откуда

$$t_2 - t_1 = (t'_2 - t'_1)L(V)K(V)$$

Введя обозначения $t_2 - t_1 = \Delta t$, получим:

$$\Delta t = \Delta t_0 L(V)K(V) = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}K(V) = \Delta t_{0..лоренцево}K(V) \qquad (13)$$

Таким образом, мы получили **расширенное лоренцево преобразование для времени.**

В этой формуле Δt_0 - длительность события, измеренная по часам системы, движущейся с той же скоростью, что и тело, в котором происходит процесс (тело в этой системе покоится). Иначе "можно сказать, что Δt_0 определено по часам, движущимся вместе с телом. Промежуток Δt измерен по часам системы, относительно которой тело движется со скоростью *v*.

Время (как будет показано ниже) напрямую связано с массой, поэтому используя инвариант запишем **расширенное лоренцево преобразование для массы**

$$m = m_0 L(V)K(V) = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}K(V) = m_{0..лоренцево}K(V) \qquad (14)$$

Эффект доплера. Свяжем с приемником света начало координат системы *К,* а с источником — начало координат системы *К′* (рис.3).

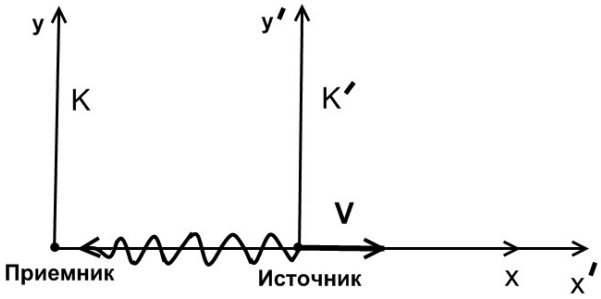


рис.3

Оси x и x' направим, как обычно, вдоль вектора скорости v, с которой система K' (т. е. источник) движется относительно системы K, (т. е. приемника). Уравнение плоской световой волны, испускаемой источником по направлению к приемнику, будет в системе K' иметь вид.

$$E(x',t') = A'\cos\left[\omega'(t'+\frac{x'}{c})+\alpha'\right] \qquad (15)$$

где ω' — частота волны, фиксируемая в системе отсчета, связанной с источником, т. е. частота, с которой колеблется источник. Чтобы не ограничивать общности, мы допускаем, что начальная фаза α' может быть отлична от нуля. Мы снабдили штрихами все величины, кроме **c** , которая одинакова во всех системах отсчета.

Согласно принципу относительности законы природы имеют одинаковый вид во всех инерциальных системах отсчета. Следовательно, в системе K волна (15) описывается уравнением:

$$E(x,t) = A\cos\left[\omega(t+\frac{x}{c})+\alpha\right] \qquad (16)$$

где ω — частота, фиксируемая в системе отсчета K, т. е. частота, воспринимаемая приемником.

Уравнение волны в системе K можно получить из уравнения (15), перейдя от x' и t' к x и t с помощью **расширенных** преобразований Лоренца, Заменив в (15) x' и t' согласно (11), получим:

$$E(x,t) = A'\cos\left[\omega'\left(L(V)K(V)\left[t-\frac{x}{v}(1-\frac{1}{L(V)^2K(V)^2})\right]+(x-vt)L(V)K(V)/c\right)+\alpha'\right]$$

$$E(x,t) = A'\cos\left[\omega' L(V)K(V)\left[t-\frac{x}{v}(1-\frac{1}{(L(V)K(V))^2})+\frac{x-vt}{c}\right]+\alpha\right]=$$

$$= A'\cos\left[\omega' L(V)K(V)\left[t(1-\frac{v}{c})+\frac{x}{c}(1-\frac{c}{v}+\frac{c}{v}\frac{1}{(L(V)K(V))^2})\right]+\alpha\right] \qquad (17)$$

Из уравнения (17) видно, что при $M << M_{чёрной\,дыры}$ $K(V)\approx 1$ и частота ν' в системе и в системе источника ν_0 связаны как;

$$\nu = \nu_0\sqrt{\frac{1-\frac{v}{c}}{1+\frac{v}{c}}} \approx \nu_0(1-\frac{v}{c}) \qquad (18)$$

В области значений $M \to M_{чёрной\,дыры}$ $K(V)\neq 1$ $K(V)\to 0$ и частота ν' в системе и в системе источника ν_0 связаны как:

$$\nu = \frac{\nu_0}{L(V)K(V)} = \frac{\nu_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{K(V)} \qquad (18,1)$$

Другие формулы выводятся аналогично

ЧАСТЬ 1

Теория относительности. Новый взгляд

Релятивистская механика базируется на двух постулатах, которые носят названия “принцип относительности Энштейна” 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 – константой 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 требует дальнейшего анализа процессов, происходящих на скоростях, сравнимых со скоростью света C .

Рассмотрим движение протонов и электронов при скоростях, близких к скорости света.

Как известно, сила взаимного притяжения двух масс $F = GMm/R^2$. Энергия которую необходимо затратить на преодоление гравитации: $E = GMm/R = mV^2/2$. Приравнивая скорость убегания V к скорости света C , находим $R_{кр} = 2GM/C^2$ - ‘это радиус чёрной дыры, условие, при котором свет или другое тело не может покинуть поверхность тела, и $M_{кр} = RC^2/2G$ - масса, какой должен обладать объект для тех же условий.

При движении любого тела с зарядом q тело, переместившись на новое место, должно восстановить своё поле, т.е. привести его в соответствие своему новому положению в пространстве. Это эквивалентно распространению электромагнитной волны от него, которой соответствует энергия E(L) .Для удаления такой волны с нового места телу с зарядом q необходимо совершить работу против его гравитационных сил. Энергия затраченная на это $\Delta E(L) = GMm/R$,где m находится из уравнения $E = mC^2$, $E = h\nu$. При приближении к скорости тела с зарядом q к скорости света энергия, которую нужно затратить для восстановления поля, будет увеличиваться прямо пропорционально массе M и обратно пропорционально R - радиусу (объёму). Из-за того, что тело не всегда является сферой то в общем случае энергия затраченная на преодоление гравитационного поля прямо пропорциональна плотности тела и в предельном случае 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 C.

$$K(V) = \frac{E-\Delta E}{E} = 1 - \frac{\Delta E}{E} \qquad (1)$$

Как видно из уравнения, коэффициент пропорциональности, или коэффициент взаимодействия будет противодействовать увеличению массы тела при приближении V к C, т.е. формулу $M(V) = M_0 / \sqrt{1 - V^2 / C^2}$ теперь надо переписать с учётом противодействия как $M(V) = M_0 K(V) L(V)$,где $L(V) = 1/\sqrt{1 - V^2 / C^2}$ - коэффициент пропорциональности, получающийся из лоренцевых преобразований. С учётом изложенного выше введём поправку в лоренцевы преобразования и получим

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\left(1 - \frac{\Delta E}{E}\right) = (x' + vt')L(V)K(V),$$

$$y = y',$$

$$z = z',$$

$$t = L(V)K(V)\left[t + \frac{x'}{v}\left(1 - \frac{1}{L(V)^2 K(V)^2}\right)\right],$$

а также q(V)=qK(V) , где заряд также относителен скорости(плотности) инерциальной системы отсчёта. Выражения для длины и времени переписываются как $t = t_0 L(V)K(V)$; $l = l_0 / L(V)K(V)$. При $M << M_{чёрной}$ чёрной дыры коэффициент взаимодействия $K(V) \approx 1$ и выражения принимают прежний лоренцевский вид. Из коэффициента взаимодействия видно, что G -гравитационная постоянная, есть характеристика ρ плотности вакуума. Характеристики q(V) показывают, что при приближении скорости V к скорости света C (относительной плотности ρ к плотности критической $\rho_{кр}$ - плотности чёрной дыры) заряд тела будет уменьшаться, как бы лысеть, и не за что будет уцепиться, что бы придать телу дополнительную энергию. Проделав приблизительные расчёты, зная, что $\rho = 10^{15} кг/м^3$ -плотность ядра; $r = 10^{-15} м$ -радиус ядра; $\rho_{кр}$ - критическая плотность сколлапсировавшегося вещества при сжатии его до сферы радиуса Шварцшильда $R = 10^{-15} м$, а также взяв производную от M(V)=MK(V)L(V) и приравняв её нулю, найдём 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 $M(V) = 2000 M_0$,что значительно отличается от $M(\max)$, но возможны при выполнении экспериментов в областях изучаемых астрофизикой

Так, при вычислении для заряженной частицы массой M коэффициент K(V) будет равен

$$K(V) = \frac{m_0 C^2 - GMm_0 / r}{m_0 C^2} = 1 - \left(\frac{G}{C^2}\right)\frac{M_0 / \sqrt{1 - V^2 / C^2}}{r_0 \sqrt{1 - V^2 / C^2}} = 1 - \left(\frac{GM_0}{C^2 r_0}\right)\frac{1}{1 - V^2 / C^2}. \qquad (2)$$

В данной формуле сделано допущение, что (r) стремится к нулю во всех направлениях. Это не совсем так для скоростей, близких к скорости света, но даёт представление о тенденциях поведения.

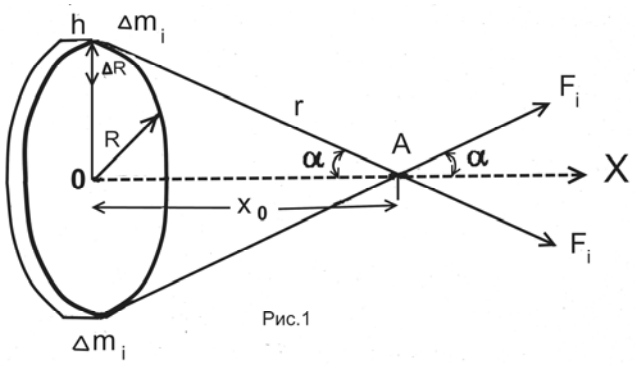


Рис.1

Найдём более точное значение K(V) с учётом того, что сфера при V, стремящейся к скорости света (C), будет приближаться 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 тело на расстоянии X_0 по оси, определяется формулой

$$F = 2F\cos\alpha = 2\frac{G\Delta m}{r^2}\frac{X_0}{r} = \frac{K_2 \Delta L X_0}{r^3}$$

Где $K_2 = 2GK_1$ - коэффициент. Тогда суммарная сила

$$F = \sum F_i = \frac{K_2 X_0}{r^3}\sum \Delta L = \frac{K_2 X_0}{r^3}\pi R = K_3\frac{X_0 R}{r^3} = K_3\frac{X_0 R}{\left(X_0{}^2 + R^2\right)^{3/2}} = K_4\frac{X_0 R \Delta R}{\left(X_0{}^2 + R^2\right)^{3/2}}$$

По кольцу ΔR, где $K_3 = K_2\pi = 2G\pi K_1 = 2G\pi\rho h\Delta R = K_4\Delta R$, а

$K_4 = 2G\pi\rho h$

Тогда по цилиндру при замене $R = Y$ суммарная сила по оси

$F = \sum F_{\Delta R}$ или

$$F_\Sigma = \int_0^R K_4\frac{X_0 Y dY}{\left(X_0{}^2 + Y^2\right)^{3/2}} = K_4 X_0\int_0^R \frac{\frac{1}{2}d\left(X_0{}^2 + Y^2\right)}{\left(X_0{}^2 + Y^2\right)^{3/2}} = \frac{K_4 X_0}{2}\int_0^R \frac{dz}{z^{3/2}} = -K_4 X_0 z^{-1/2}\,|_0^R$$

$$F = -K_4\frac{X_0}{\sqrt{X_0{}^2 + Y^2}}\,|_0^R = K_4 - K_4\frac{X_0}{\sqrt{X_0{}^2 + R_0{}^2}}$$

Вычислим энергию (E), которую необходимо затратить на удаление $X_0 \to \infty$:

$$E = \int_{h/2}^{\infty}\left(K_4 - K_4\frac{x}{\sqrt{x^2 + R_0{}^2}}\right)dx = K_4 X - K_4\int_{h/2}^{\infty}\frac{\frac{1}{2}d\left(x^2 + R_0{}^2\right)}{\sqrt{x^2 + R_0{}^2}} = K_4 X - K_4\sqrt{X^2 + R_0{}^2}\,|_{h/2}^{\infty} =$$

$$0 - \left(K_4\frac{h}{2} - K_4\sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + R_0{}^2}\right) = K_4\sqrt{\left(\frac{h}{2}\right)^2 + R_0{}^2} - K_4\frac{h}{2}$$

Здесь $K_4 = 2G\pi\rho h$, где плотность $\rho = \dfrac{m}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}\dfrac{1}{2\pi R^2 R\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} = \dfrac{m}{2\pi R^3\left(1-\frac{V^2}{C^2}\right)}$ и

$$h = R\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}$$

Тогда

$$K_4 = 2\pi G \frac{m}{2\pi R^2} \frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} = \frac{K_5}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \ ,$$

Где $K_5 = \frac{Gm}{R^2}$. Перепишем формулу энергии, которую необходимо затратить на удаление по оси X_0 как:

$$E = \frac{K_5}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \sqrt{\frac{R^2}{4}\left(1-\frac{V^2}{C^2}\right)+R^2} - \frac{K_5}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \frac{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}{2} = \frac{K_5}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \sqrt{\frac{R^2}{4}\left(1-\frac{V^2}{C^2}\right)+R^2} - \frac{K_5}{2}$$

При $\left(1-\frac{V^2}{C^2}\right) \to 0$ 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 $\Delta E = \frac{Cmm_0}{R\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} = K_6 \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$, а $E = m_0 C^2$ и $K_7 = \frac{K_6}{C^2} = \frac{Gm}{RC^2}$,

Или $K(V) = 1 - \left(\frac{Gm}{RC^2}\right) \frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$ (4)

Построим графики для массы заряда, чтобы нагляднее просмотреть процессы (для длины и времени будут аналогичные, но обратные функции). Для лучшей видимости проведем преобразование по оси $Y = \log \frac{m}{m_0}$ и по оси X сделаем замену $V = \left(1 - \frac{1}{10^n}\right) C$,что позволит лучше проследить функцию при $V \to C$:

$$Y = \log \frac{m}{m_0} = \log \frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} = -\frac{1}{2} \log \left(1 - \frac{\left(1-\frac{1}{10^n}\right)^2 C^2}{C^2} \right) = -\frac{1}{2} \log\left(10^{-n}\left(2-10^{-n}\right)\right) = \frac{1}{2} n - \frac{1}{2} \log\left(2-10^{-n}\right)$$

При $n >> 1$ 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, что коэффициент K_7 зависит от соотношения $\frac{M}{R}$. Рассчитаем для соотношение K_7 для электрона.

$$K_7 = \frac{GM}{C^2 R} = \frac{6\times10^{-11}\times9\times10^{-31}}{(3\times10^8)^2\times2.8\times10^{-15}} \approx 2\times10^{-40} \qquad (6)$$

Для протона соотношение K_7

$$K_7 = \frac{GM}{C^2 R} = \frac{6\times10^{-11}\times1.6\times10^{-27}}{(3\times10^8)^2\times0.8\times10^{-15}} \approx 1.3\times10^{-38} \qquad (7)$$

Где $G = 6.6\times10^{-11}\frac{M^2}{кг\times c^2}$; $C = 3\times10^8\frac{M}{c}$; $R_e = 2.8\times10^{-15}M$; $R_p = 0.8\times10^{-15}M$; $m_e = 9\times^{-31}кг$; $m_p = 1.6\times10^{-27}кг$ (хотя по логике $\frac{GM}{C^2R}$ должна быть константой).

Для построения графика $M(V)$ для протона мы сделаем замену $V = (1-\frac{1}{10^n})C$,тогда функция

$$1-\frac{V^2}{C^2} = 1-\frac{(1-\frac{1}{10^n})^2C^2}{C^2} = 1-(1-\frac{1}{10^n})^2 = 1-(1-2\frac{1}{10^n}+\frac{1}{10^{2n}}) = 2\times10^{-n}-10^{-2n} =$$
$$= 10^{-n}(2-10^{-n}) \approx 2\times^{-n}$$

Так как при n>>1 значение $10^{-n}\to0$., то

$$1-\frac{V^2}{C^2} = 2\times10^{-n}. \qquad (8)$$

Функция массы $M(V)$ с учётом коэффициента взаимодействия по уравнению (2) для протона будет выглядеть как

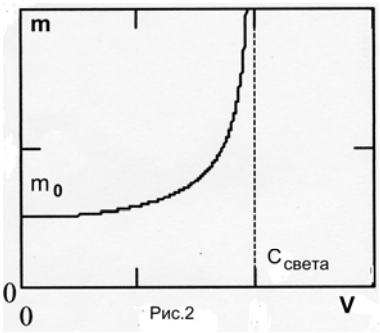
$$M(V) = m_0K(V)L(V) = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}\left(1-\left(\frac{GM_0}{C^2R_0}\right)\frac{1}{1-\frac{V^2}{C^2}}\right) \qquad (9)$$

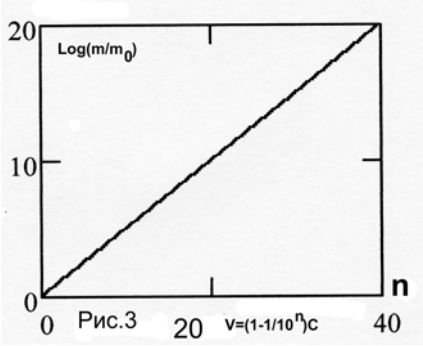
$$M(V) = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}\left(1-1.3\times10^{-38}\frac{1}{1-\frac{V^2}{C^2}}\right)$$

$$\log\frac{M(V)}{m_0} = \log\frac{M((1-\frac{1}{10^n})C)}{m_0} = \frac{1}{2}n+\log(1-1.3\times10^{-38}\frac{1}{2\times10^{-n}}) = \frac{1}{2}n+\log(1-0.6\times10^{-38+n})$$

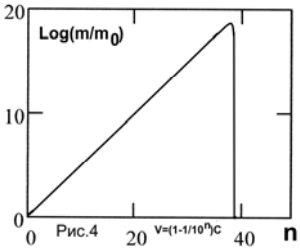
$$\log\frac{M(V)}{m_0} = \frac{1}{2}n+\log(1-0.6\times10^{-38+n}) \qquad (10)$$

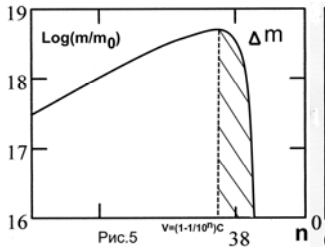
На рис.2 построены классические графики функции $M(V)$, на рис.3 – тот же график в логарифмическом масштабе,

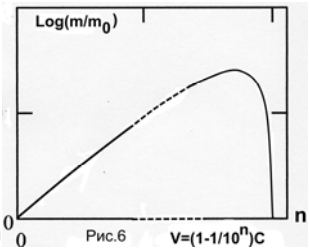


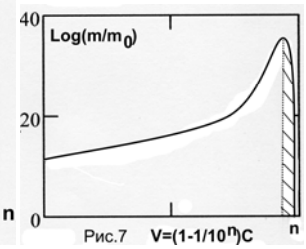


на рис.4-7 – те же графики в логарифмическом масштабе с учётом функции взаимодействия .K(V)

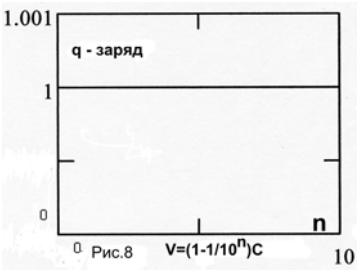


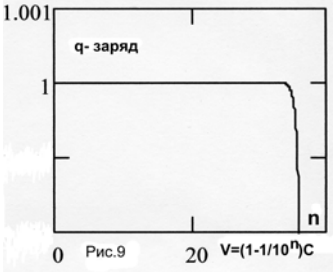


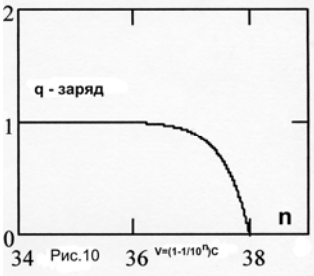




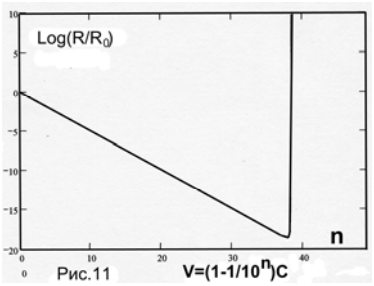
На рис.8 показан график зависимости заряда q от скорости для классической модели, где заряд q=const и не зависит от скорости тела,

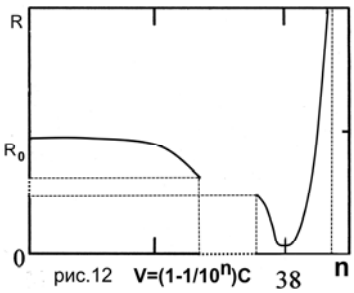


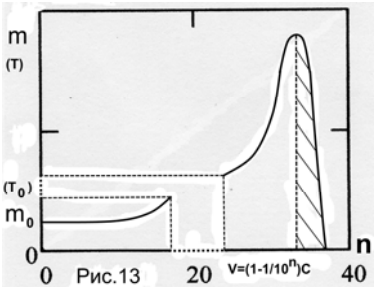




на рис.9,10 – графики зависимости заряда q от скорости с учётом функции взаимодействия K(V) .







На рис.11 изображён график зависимости для длины R_0 от скорости (V) с учётом функции взаимодействия (2) в логарифмическом масштабе, на рис.12,13 – обобщающие графики для массы(времени) и длины.

Из графиков рис.5 видно, что образовалась отрицательная масса ΔM (заштрихованная область), что соответствует томсоновскому излучению в вакууме $E = \Delta MC^2 = h\omega$. Для среды надо скорость света в вакууме заменить на $C_{среды}$ - скорость света в среде и все расчёты в

формулах (1) – (10) проделать для $C_{среды}$. Получим томсоновское излучение для среды, частота которого равна

$$\omega_{среды} = \frac{\Delta M_{среды} C_{среды}{}^{2}}{h}$$

Обобщим полученные формулы

$$M(V) = M_0 \frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}\left(1-\frac{\Delta E}{E}\right)$$

$$l(V) = l_0 \sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}} \frac{1}{\left(1-\frac{\Delta E}{E}\right)}$$

$$T(V) = T_0 \frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}\left(1-\frac{\Delta E}{E}\right)$$

$$q(V) = q_0\left(1-\frac{\Delta E}{E}\right)$$

Из формул видно, что, ограничив скорость света, мы получили бесконечную массу. Введя ограничение на массу, ограничив массу черной дырой, т.е. ни одно тело при $V \to C$ не может превзойти массу чёрной дыры, к которой оно стремится: $M_{черной} \to const$.

В результате получили новые бесконечные величины по длине $l(V) \to \infty$ и относительность заряда тела $q(V) \to 0$.

Зададимся вопросом:, а есть ли ограничения по длине? Вероятно, да, и эти ограничения связаны с размерами нашей Вселенной, т.е. $l(V)$ стремится не к бесконечности, а к (R) – радиусу Вселенной, начиная с момента большого взрыва как минимум. В этом смысле длина и время есть проявление одной сущности. Следовательно, при записи

$$M(V) = M_0 \times L(V) \times K(V) \times (???)$$

Третье, недостающее выражение, остаётся под вопросом и его влияние на окончание графиков рис.10,12 и 13 будет существенным. Рассмотрим это влияние в дальнейших частях. Предположительно – это функция дальнодействия и её можно записать как

$$D(V) = \left(1-\left(\frac{R(V)}{R_{\max}}\right)^{k}\right)^{n} .$$

И влияние функции дальнодействия D(V) на графики рис.12 и рис.13 показаны на рис.14. – 22 в обобщенном виде:

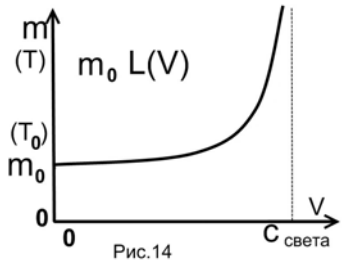


Рис.14

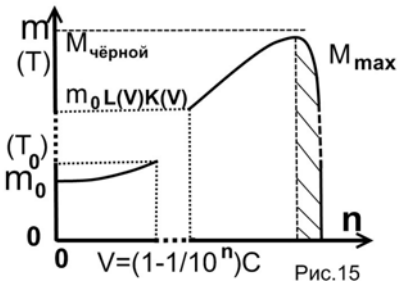


Рис.15

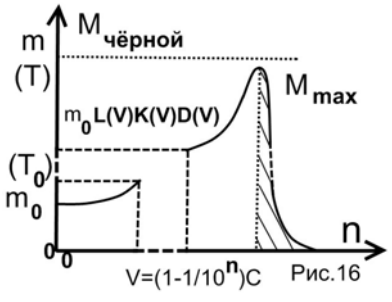
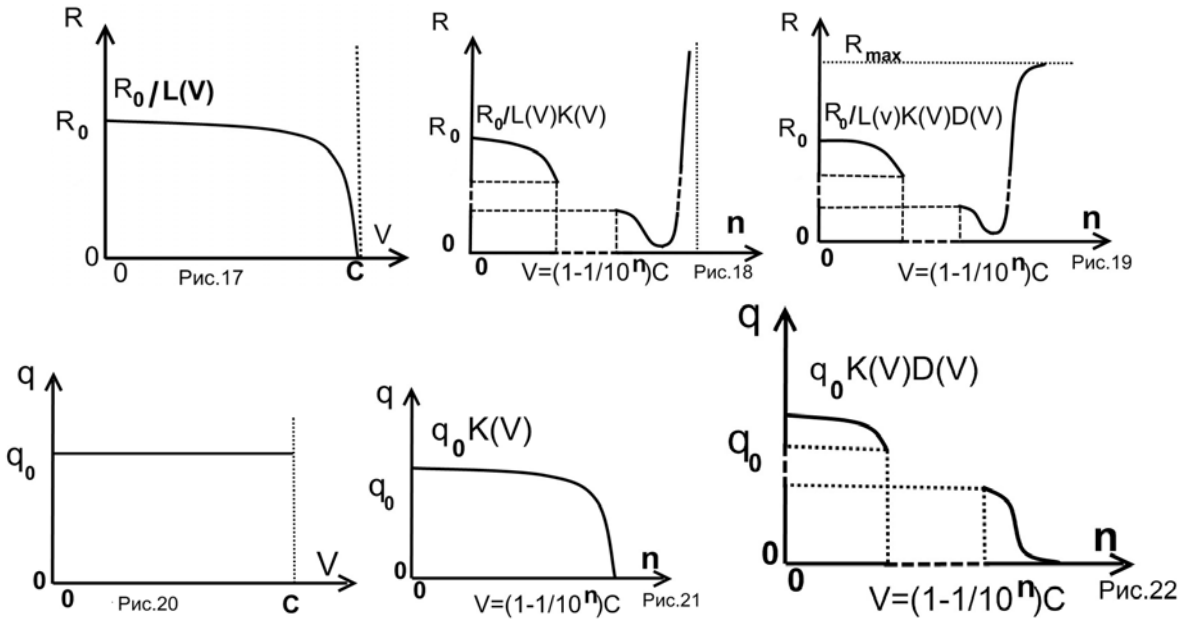


Рис.16



Где L(V)- преобразование лоренца, K(V) – коэффициент взаимодействия, D(V) – коэффициент дальнодействия.

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 Магомету то Магомет идёт к горе). Оставим водоворот неподвижным, а воду сделаем подвижной и понаблюдаем, что происходит (рис.1):

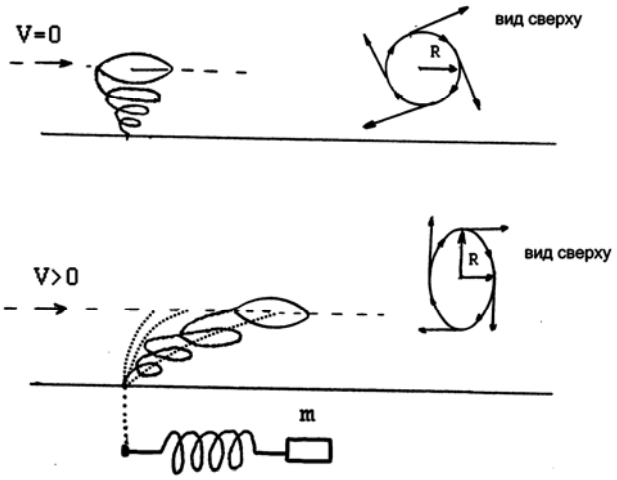


Рис.1

Можно заметить, что радиус R изменяется в зависимости от скорости V пропорционально $\approx\sqrt{1-\frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$, где $C_{воды}$ - максимальная скорость, при которой водоворот срывается. Видно, что угол наклона ведет себя как инерциальная масса и тоже оказывает сопротивление, пропорциональное $\approx 1/\sqrt{1-\frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$, и хорошо описывается этой формулой на определённом участке, но при приближении $V \to C_{воды}$ это соотношение нарушается. - Почему? Разворачиваются и линии водоворота, уплотняясь впереди и разворачиваясь сзади (рис.2) , меняя свой угол

наклона из-за сложение скоростей $V+V_{воды}$ как векторов, что приводит к увеличению сопротивления среды, и нарушает зависимость $\approx 1/\sqrt{1-\frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$. Чем ближе $V \to C_{воды}$, тем крутизна увеличивается и описывается более высокой степенной функцией.

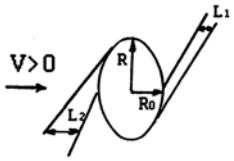


Рис.2

Обозначим дополнительно противодействующую функцию $\Psi(V)$ функцией ,вязкости $\approx 1/\sqrt{1-\frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$ $\Psi(V)$, которая добавит необходимую степень и скомпенсирует расхождение при $V \to C_{воды}$.

Можно провести эксперимент по аннигиляции встречных водоворотов, заметив, что водоворот имеет момент вращения и что для поддержания стабильных водоворотов нужны определенные условия. Другие водовороты распадаются, и скорость их распада обратно пропорциональна $\approx \frac{1}{|f-f_{резонасная}|}$ - отклонению частоты вращения от резонансной частоты, и прямо пропорциональна силе раскрутки $\sim F$. Чем сильнее раскрутили водоворот тем дольше τ времени он живет, 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 τ пропорционально $\tau \approx K\frac{F}{|f-f_{резонансная}|}$, где К - коэффициент пропорциональности(для вытекающих водоворотов)

Интересно отметить, что при изменении плотности воды создаётся аналог гравитации между объектами. Так, два встречных корабля, идущих навстречу друг к другу, притягиваются. Но как создать стабильно поддерживающеюся плотность? Пожалуй, только с помощью водоворотов. Интерес представляли бы опыты во сверхтекучих средах из-за отсутствия трения в них в отличие от воды, но провести их нет возможности. Хотя основные тенденции, а также и закономерности и на воде можно проследить, но наличие трения может исказить картину. Также заранее убираем и учитываем кориолисов 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 - не 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 изменение плотности воды вызывает эффект притяжения, перенесём его на криптоновую модель пространства, предположив, что гравитация есть следствие изменения плотности криптонов $\rho(V)$ в пространстве (рис.3).

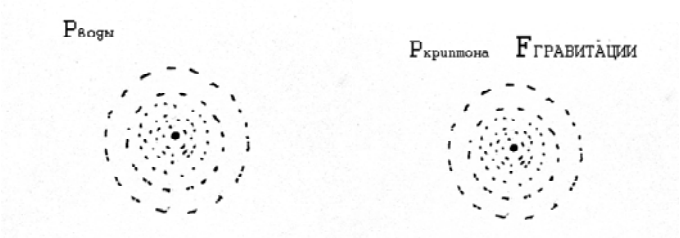


Рис.3

Тогда замечаем, что с изменением $\rho_{воды}$ плотности воды изменяется и скорость распространения звука $C_{воды}$, где $C_{воды}(\rho)$ - функция плотности, $C_{воздуха} \approx 300 м/с$ воздуха, а для воды $C_{воды} \approx 1500 м/с$, тогда $C_{воды} \to C_{воздуха}$.То есть при уменьшении плотности воды скорость звука в воде будет уменьшаться и в пределе стремится нулю $C_{воды} \to 0$ при $\rho_{воды} \to 0$.

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 вблизи больших масс, придем к выводу, что скорость света должна уменьшатся $C_{света} \to 0$, т.е. $C_{света}(\rho)$ есть функция плотности криптона.

Эксперимент 1. На рис.4 изображены два одинаковых пути $S_1 = S_2$, который проходит свет, но первый путь проходит вблизи массивного объекта массой M , который искривляет путь света.

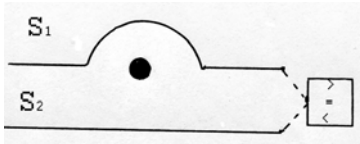


Рис.4

Возникает вопрос: $\frac{s_1}{C_{света}} = \frac{s_2}{C_{света}}$? (1)

Или

$$\frac{s_1}{C_{света}} \neq \frac{s_2}{C_{сввта}} \quad ? \qquad (2)$$

В первом случае скорость света постоянна, а во втором свет определённую часть пути прошёл, со скоростью $V \neq C_{света}$ в вакууме , а следовательно, скорость света изменялась из- за изменения плотности ρ криптоновой модели:

$$\frac{s_1}{C_{сввта}} - \frac{s_2}{C_{света}} = \Delta\tau \qquad (3)$$

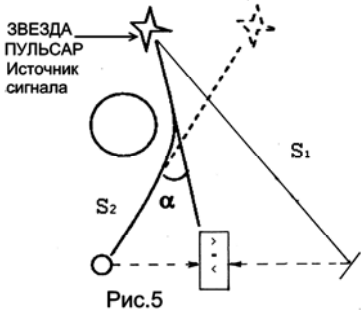


Рис.5

Эксперимент 2 (рис.5) . Задача та же -эксперимент по искривлению пути света возле солнца. Если получается неравенство (2), то часть пути свет прошёл с $V \neq c_{света}$. И тогда

$$C(\rho(F)) = C_{света}(1 - \frac{F_{гравитации}}{F_{критическое}}) \quad . \qquad (4)$$

Рассмотрим водоворот в движении сбоку (рис.6).

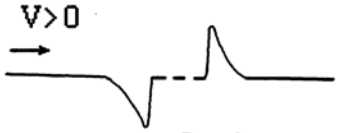


Рис.6

Можно заметить загребной вал впереди и обратный вал сзади, что соответствует увеличению плотности впереди и уменьшению плотности сзади. Можно предположить, сколько впереди прибыло, воды, столько сзади убыло. На рис.7 показана аналогичная вакуумная криптоновая модель пространства.

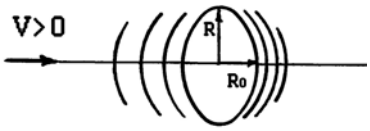


Рис.7

Рассмотрим два водоворота в движении, пошлём между ними сигнал.

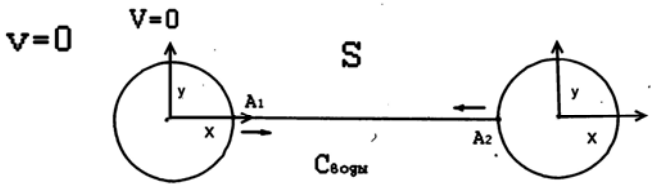


Рис.8

На рис.8 .водовороты не движутся и время прохождения сигнала

$$t_{недвижущей} = 2S / C_{воды} \qquad (5)$$

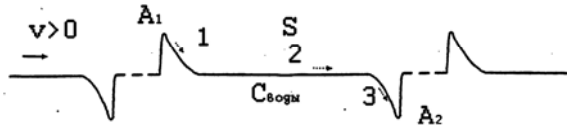


рис.9

На рис.9 показаны движущиеся водовороты.

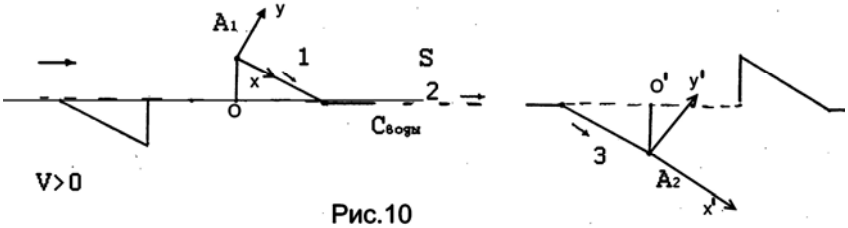


Рис.10

На рис.10 изображена упрощённая модель, где экспоненты заменены прямыми линиями, (так легче понять суть). Если мы пошлем сигнал от одного водоворота к другому от точки A_1 до точки A_2 , путь увеличивается и время

$$t_{движущей} = 2(S_1 + S_2 + S_3)/(C_{воды} + V) \qquad (6)$$

$$t_{движущей} = t_{недвижущей} \qquad (7)$$

При этом время прохождения не изменится, Переход от системы рис.8 к системе рис.10 аналог лоренцевых преобразований.

Для криптоновой модели рис.11 если мы пошлём сигнал от одного водоворота к другому то

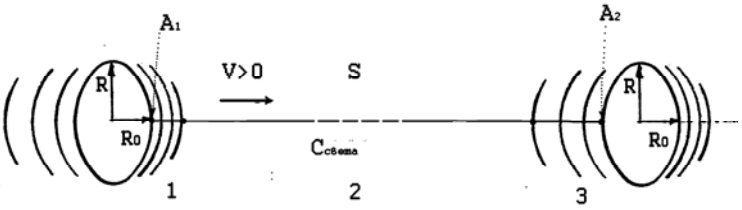


Рис.11

1-первый участок он пройдёт со скоростью большей скорости света $C_1 > C_{света}$;

2-второй участок- со скоростью света $C_{света}$;

3-третий участок он пройдёт со скоростью, меньшей скорости света $C_3 < C_{света}$.

Суммарное время будет таким же, как и для стоящего криптонового водоворота (5)

$$t = 2(\frac{S_1}{C_1} + \frac{S_2}{C_{света}} + \frac{S_3}{C_3}),$$

$$t_{движущей} = t_{недвижущей}.$$

Следовательно для наблюдателя в водовороте ничего не изменится, так как из-за изменяющейся плотности криптонов в вакууме одну часть пути свет проходит со скоростью, большей скорости света из- за увеличивающейся плотности криптона, а другую- со скоростью, меньшей скорости света, поскольку плотность криптона уменьшается . Это аналог опыта Майкельсона-Морли с движущимися зеркалами.

Можно заметить, что при остановке движущегося водоворота в воде (рис.12,13)

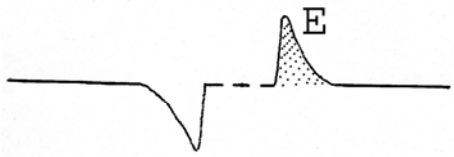


Рис.12

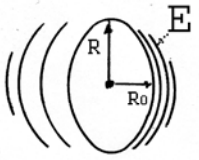


Рис.13

происходит излучение волны энергией, равной $\approx E$ -заштрихованной пощади (что происходит с задней частью, непонятно, из- за быстрой остановки планкой водоворот разрушается). Аналогично и для криптоновой модели рис.13, где

$$E = \omega h \quad .$$

При больших скоростях V>>0 в водовороте на гребне появляется гармошка рис.14

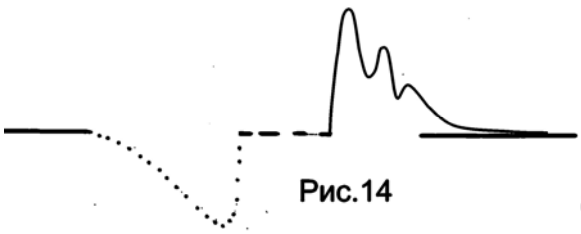


Рис.14

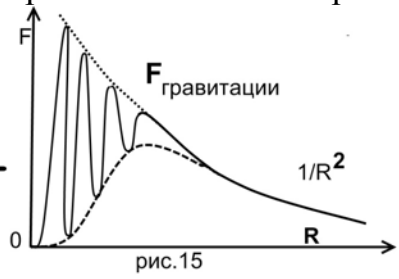


рис.15

Эта гармошка напоминает сдвиг скатерти, не исключено, что при сжатии звезды $M \to M_{критическое}$ до чёрной дыры гравитационное поле из пропорционального $1/r^2$ будет вблизи объекта

$$F(r) = GMm\frac{1+\sin(f(r))}{r^2} \quad .$$

Гравитационное поле будет сжиматься в гармошку с определённым периодом T – гравитационным. И гравитация- тоже волна, растянутая в пределе как изображено на рис.15.

Так же и гравитационные и электромагнитны поля будут отличатся от классических как показано на рис.15.1,3,5 и будут закручиваться для вращающихся (для вращающегося отрицательного заряда или электрона рис.15.2 для вращающегося положительного заряда или протона рис.15.4 для гравитационного вращающегося тела рис.15.6)тел как изображено на рис.15.2,4,6 из-за того, что при вращении как представлено на рис.15.7 силы $F_1 \neq F_2$ из за доплеровских добавок и задержки.

$$F_1 = F - F_{Доплера}(\omega, m)$$
$$F_2 = F + F_{Доплера}(\omega, m)$$

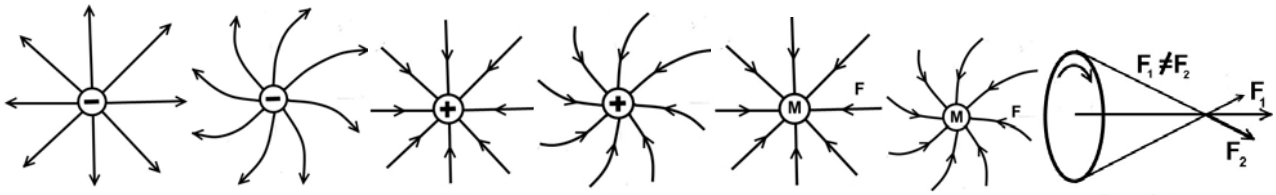


Рис. 15.1 Рис. 15.2 Рис. 15.3 Рис. 15.4 Рис. 15.5 Рис. 15.6 Рис. 15.7

Где $F_{Доплера}(\omega, m)$ - функция частоты и массы; F – сила без вращения. Но из за большой величины скорости света и часто малых доплеровских сил на небольшом участке их можно считать приближенно линейными функциями рис.15.1,3,5. Можно сказать, что **природа не любит пустоты, линейности(однообразия) и чистоты.**

Опишем виды водоворотов, для удобства будем их изображать сбоку

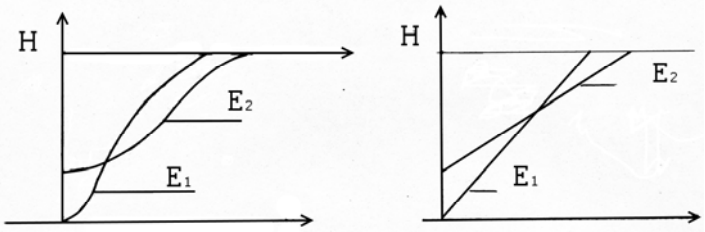


Рис.16 Рис.17

На рис.16 - вид водоворота сбоку, на рис.17 - 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 короткоживущие $\tau_+ << \tau_-$ (рис.18,рис.19).

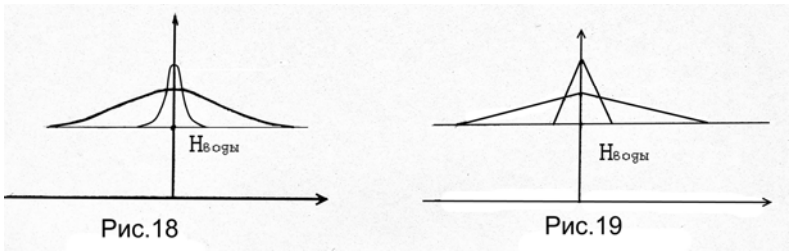
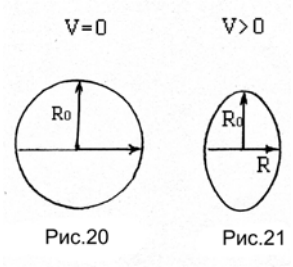


Рис.18 Рис.19

Аналогичные модели должны наблюдаться в их криптоновых аналогах с правосторонней и левосторонней закрутками(по часовой и против часовой стрелки).

Как описывалось ранее, при увеличении скорости водоворота рис.20 и рис.21



R-продольный радиус уменьшается и в первом приближении описывается как

$$R(V) \approx R_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$$

Пропорционально уменьшается и объем водоворота

$$V(v) \approx V_0 \sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}$$

Аналогичные изменения верны и для криптоновой модели с заменой $C_{воды}$ на $C_{света}$. И так как уменьшается объём, пропорционально изменяется и ρ - плотность внутри водоворота, а следовательно, и скорость внутри водоворота $C_{водоворота}$ для криптоновой модели изменится. Значит, и время t внутри движущегося и стоящего водоворота будет разным из- за разной плотности внутри их:

$$t(V) \approx t_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{воды}^2}}}$$

Время также дискретно $t(\rho)$ и является функций плотности криптона, и его можно рассматривать как взаимодействие криптонов.

Противодействие среды - аналог увеличения инерционной массы, как описывалось выше, равен

$$m(V) \approx m_0 \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{C_{воды}{}^2}}}$$

То же, самое мы должны наблюдать и для их водоворотных криптоновых аналогов.

В данном случае рассматривалась криптоновая модель со знаком минус, где

$$C(\rho) = \frac{\rho(V)}{\rho_{среды}} C_{света}$$

Здесь при создании водоворота плотность уменьшается, и скорость света уменьшается, для водоворотов со знаком минус. Но все изложенные выше рассуждения можно провести и для водоворотов со знаком плюс, где

$$C(\rho) = \frac{\rho_{среды}}{\rho(V)} C_{света}$$

С созданием водоворота плотность увеличивается, а скорость света уменьшается для водоворота со знаком плюс, который трудно создать экспериментально. Плюсовая и минусовая модели почти симметричны, но в одном случае (минусовой модели) $\rho(v) \to 0$, а в другом случае (плюсовой модели) $\rho(v) \to \infty$.

Водоворотная криптоновая модель не противоречит физическим опытам, она лишь интерпретирует, рассматривает их с другой точки зрения.

Как ни странно, материя, которую мы наблюдаем, - это скорее отсутствие материи с точки зрения криптоновой модели

Часть 3

Плоскость, создающая объём. Вакуум-пустота или океан?

Зададимся вопросом: почему все значения в формулах, которые мы знаем (основные), уменьшаются пропорционально $\frac{1}{R^2}$, хотя по логике, увеличиваясь в объёме, они должны уменьшаться пропорционально $\frac{1}{R^3}$ кубу?

Совместим водоворотную и криптоновую теорию со светом. Вместо двух водных встречных потоков встречаются два световых потока, которые могут пройти сквозь друг друга, как мы часто видим волны на воде. Но при определенных условиях их векторы напряжённости $E_1 + E_2$ могут создавать водоворот, который захватит два световых потока, превратив поступательную энергию во вращательную создавая спираль.

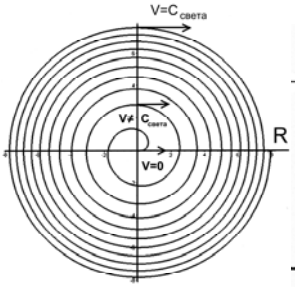


Рис.1

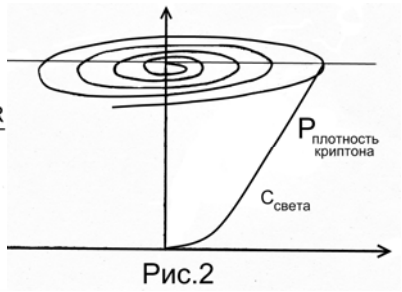


Рис.2

Но мы знаем, что свет движется со скоростью С света ,а скорость спирали (рис.1,2) по мере приближения к центру стремится к нулю $V_{спирали} \to 0$ при $R \to 0$. Чтобы удовлетворить этому требованию, плотность водоворота $\rho(V)$ при $R \to 0$ должна стремиться к нулю $\rho(V) \to 0$ и скорость света при $R \to 0$ тоже будет стремиться к нулю $C_{света} \to 0$. Тогда система будет устойчивой и непротиворечивой. Изменение плотности водоворота к центру приводит к изменению скорости света, создавая условия для стабильной системы.

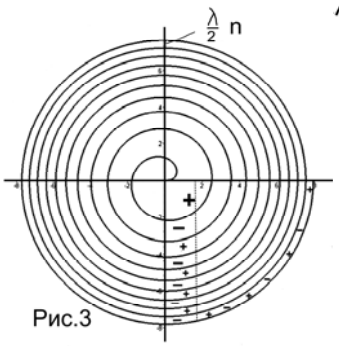


Рис.3

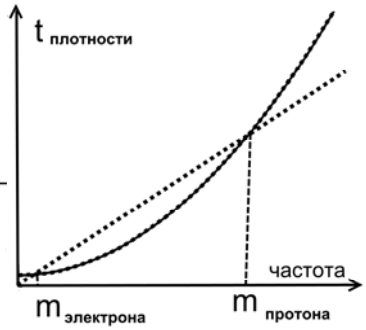


рис.3.1

Но световая волна состоит из чередующихся (+ - + - + - + - +) плюсов и минусов векторов напряжённости электрического (магнитного) полей. Каким должно быть их расположение 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, что приведёт к распаду. Если построить график изменения плотности

времени для квадратурного водоворота ($\frac{1}{X^2}$) и сопоставить его с графиком изменения частоты упаковки рис.3.1 то видно, что существует два устойчивых состояния (на пересечении графиков) с учётом дискретности времени и частоты соответствующие массам электрона(позитрона) и протона(антипротона).

Заметим, что свет характеризуется плоскостными функциями E и H, поэтому полученная система тоже будет характеризоваться этими плоскостными функциями, т.е. все зависимости будут пропорциональны $\approx R^2$ или $\approx \frac{1}{R^2}$, а система будет похожа на завернутый лист. Если сделать срез посередине, то вид будет как на рис.4 график 1. Где график представлен функцией

$$A(R) = \left(\frac{A_0(R)}{f(R)}\right)\sin\left(\omega_0 f(R) t(R)\right) \qquad (1)$$

Здесь $f(R) = \frac{C(\rho)}{C_{света}}$ - функция пропорциональности, при $R \to 0, C(\rho) \to 0, f(R) \to 0$, где $C_{света}$ средняя величина, характеризующая плотность криптона (вакуума) ω_0 - частота кванта света, $A_0(R)$ - амплитуда цуга , $t(R)$.- функция изменяющегося времени из-за изменении плотности криптона при приближении к центру водоворота. Так для водоворота вида $1/X^N$ при N=2 уравнение (1) будет равно $A(R) = \frac{A_0(R)}{R^2}\sin\left(\omega_0\left(R_{0времени} + R_{времени}{}^2\right)R^2_{плотности}\right)$.

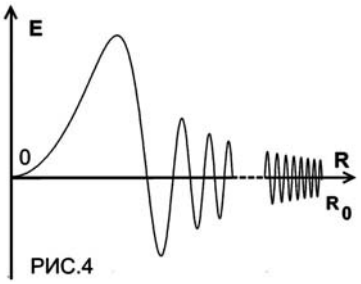


РИС.4

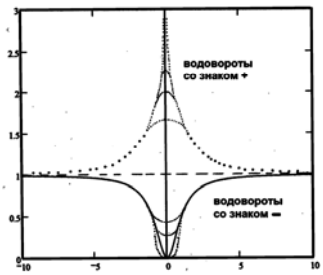


Рис.4.1

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 рис.4.

Рассмотрим водоворот, сделанный половиной длины волны $\lambda/2$ рис.5

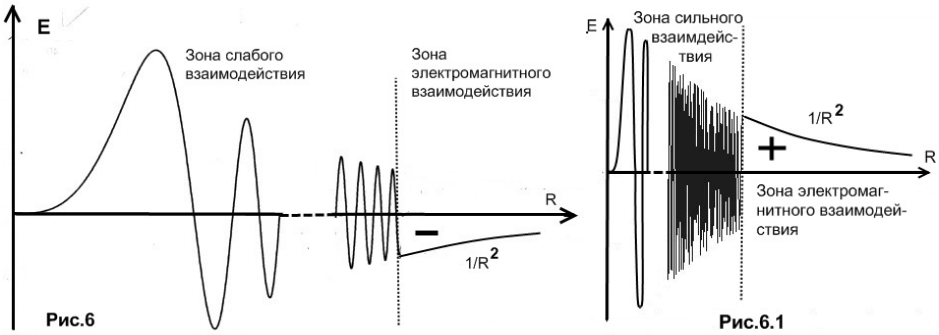
Рис.5

Наложив на половину длины волны водоворот, видим, что он вывернет концы синусоиды до бесконечности, концы будут убывать пропорционально $\frac{1}{R^2}$. С учётом сказанного; концы на рис.4 надо изменить и окончательно получим вид

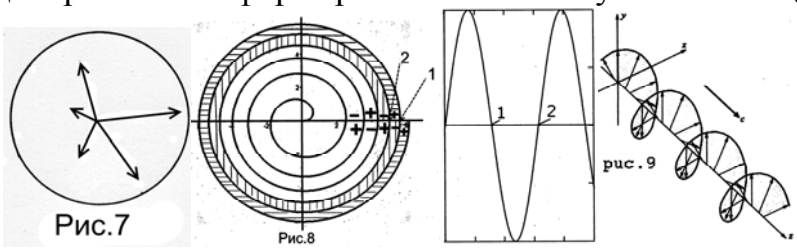
рис.6 (для предположительно электрона) и рис.6.1(протона). Концы вывернуты и убывают $\approx \frac{1}{R^2}$ под действием водоворота и плоскостной функции.

При введении понятия криптона как элемента дискретного пространства ничего не говорилось о его свойствах, кроме того, что это аналог сверхпроводящей 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).

В водоворотно-криптоновой модели под массой покоя частицы $E = m_0 c^2$ подразумевается энергия вращающегося водоворота,



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 её 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 сверхпроводящей 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 формирование 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 кванту света момент вращения, и 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).

$$E_{сумарное} = E_{волны} + E_{криптона}$$

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 в результате придания пули вращательного момента по сравнению с гладкоствольным ружьём уменьшается рассеивание выпускаемых пуль.

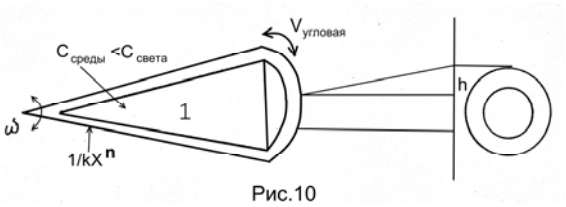


Рис.10

На рис.10 цифра 1- это среда, имитирующая неоднородную плотность криптона, $1/KX^n$- имитатор разновидности водоворота, функция распределения (рис.6 ,рис.6.1); V – угловая скоростью. При $V_{угловая} \to C_{среды}$ рассеивание $h \to 0$:

$$h(V) = h_0 \frac{V_{угловая}}{C_{среды}}$$

Интерес представляют и квантовые двигатели, которые могут быть построены без вращательных деталей (использующие индукцию) – вращаются поля. Так, если масса фотона $M_{фотона}$, $E_{фотона}$ - напряжённость электромагнитного поля фотона, тогда, чтобы создать аналогичную тягу для массы тела М=1 кг необходима напряжённость поля

$$E_м = \frac{M}{M_{фотона}} E_{фотона}$$

Создав такой буравчик, можно создавать тягу, но напряжённости электромагнитного поля требуются огромные.

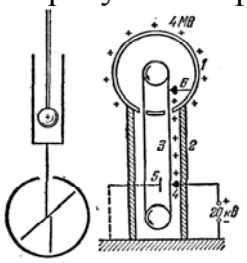
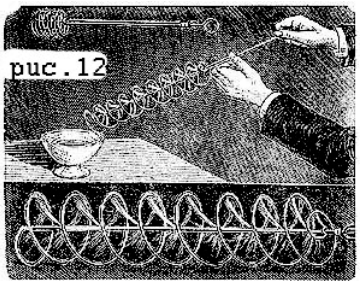


Рис.11.1

Рис.11



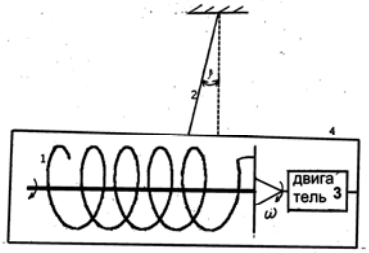


Рис.13

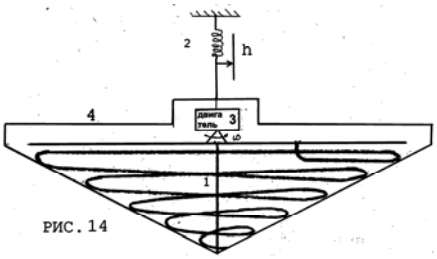


РИС. 14

Но как создать такие поля? Из опытов Фарадея рис.11. если тело сделать полым, то ему можно придать сколь угодно большой заряд - электрический генератор ВандеГраафа. А для того, чтобы 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 в виде полых проводящих цилиндров и зарядив внешнюю спираль и внутреннюю ось противоположными зарядами, и придадим вращение (рис.13) (аналог электромагнитного винта Архимеда). Полученная сила тяги

$$F_{тяги} = K\omega\sum_i R_i E_i L_i \sin\beta_i = K\omega\int_0^L R(a)E(a)L(a)\sin\beta(a)dL$$

где К-коэффициент пропорциональности, ω- частота вращения, E(a) – вектор напряжённости электрического поля, L(a) – длина спирали, $\beta(\alpha)$- угол пересечения касательной к спирали с осью, R(a) –расстояние от спирали до оси. На рис.13 , 1-это пустотелый цилиндр, что позволяет заряду при передаче его цилиндру скапливаться на поверхности, 2 –нить, 3 –мотор, 4 – кожух, чтобы исключить эффект отталкивания от воздуха (хотя нужен вакуум, но нет возможностей). На рис.14. 2 – это пружина, фиксирующая отклонение и силу F . Цилиндрическая конструкция рис.13 при раскрутке 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 $C_{света}(\rho)$.

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.Гравитация - это изменение плотности пространства (криптона)

8.Водоворотно – криптоновая модель создана как альтернатива теории струн.

Список литературы: 1. А. Эйнштейн. Теория относительности. 2000 Научно-издательский центр. Регулярная и хаотическая динамика. 2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. - Фейнмановские лекции по физике. 3. Принцип относительности” Лоренц, Пуанкаре, Эйнштейн и Минковский; ОНТИ ; 1935 г., стр. 134,51,192. 4. Полное собрание трудов, Л. И. Мандельштам; Том 5, стр. 172. 5. "Физика пространства-времени"; Э. Ф. Тейлор; Москва., 1963 г. 6. "Общая теория относительности"; Н. В. Мицкевич; Москва., 1927 г. 7. "Парадоксы теории относительности"; Я. П. Терлецкий; Москва., 1965 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Ф.Ф. ГЛАДКИЙ, *О.П. ЧУМАК*, *К.В. МАРКОВ*, *Л.В. ГАСЮК*, *О.В. ЗИМНЕНКО*, *В.Ю. ЛОГАЧЕВ* 3
ДО ПИТАННЯ ПРО ФЕРМЕНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОДИФІКУВАННЯ ТА ОЧИСТКИ ЖИРІВ

Є.І. ШЕМАНСЬКА, М.І .ОСЕЙКО 8
ВИКОРИСТАННЯ СПЕКТРОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОСФОЛІПІДНИХ ПРОДУКТІВ

І.В. Чоні 15
ЗМІНИ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ГРЕЧАНОЇ ТА РИСОВОЇ КРУПІВ У ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА БОРОШНА ЯК СКЛАДОВОГО СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ ТА НОВИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

І.В. Чоні 18
ДОСЛІДЖЕННЯ МІГРАЦІЇ ТОКСИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТА РАДІОНУКЛІДІВ У РІЗНИХ ФРАКЦІЯХ ВІВСЯНОГО ТА ПЕРЛОВОГО БОРОШНА ЯК СКЛАДОВИХ НОВИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Н. Н. ЗИПУННИКОВ, В. Б. ТРОШЕНЬКИН 22
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА В БАЛЛОННОМ РЕАКТОРЕ

А. В. ШЕСТОПАЛОВ, М. А. ЦЕЙТЛИН, В. Ф. РАЙКО 28
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ УТВОРЕННЯ КАРБОНАТНИХ ІНКРУСТАЦІЙ ПРИ ЗМІШЕННІ І ТРАНСПОРТУВАННІ ПУЛЬПОВОЇ СУСПЕНЗІЇ

Б. А. МАЛИК 33
СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.С. МЕДВЕДЕВ 41
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ И ЭНЕРГО - СИЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАТКИ В ФАСОННЫХ КАЛИБРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАЦИОННЫХ ПРИНЦИПОВ

О.А. МАЛАХОВА, М.Й. СЕЛЕШІ 48
ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ МІЖНАРОДНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

ГОРЯИНОВ А.Н., ОЛЬХОВА М.В 51
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

САПРЫКИН А.С., БОЧАРНИКОВА М. В., АДАМОВ А. С. 58
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УБЫТКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ ВРЕДОНОСНЫХ ПРОГРАММ

Л. М.ЗАМІХОВСЬКИЙ, С.О. САПРИКІН 64
КОНЦЕПЦІЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

ХОДАКІВСЬКИЙ О.М., *ОГАР О.М.*, *КАЛАШНІКОВА Т.Ю.*, *ХОМЕНКО Ю.В.* 69
ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ СИСТЕМ

ГОРЯИНОВ А.Н., ГРИГОРЧУК А.Ю. 73
ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО И ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

ПРОДАЩУК С.М., *КОВАЛЬОВ А.О.* 78
МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ПЕРЕРОБНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ВАНТАЖНИХ ФРОНТІВ

С.Н. ЯЛОВЕНКО 81
ЧЁРНЫЙ ПРЕДЕЛ

Наукове видання

ВІСНИК НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ "ХПІ"

Збірник наукових праць

Тематичний випуск

"Нові рішення в сучасних технологіях"

Випуск №8

Технічний редактор Т.Л. Коворотный

Відповідальний за випуск В.М. Луньова

Обл.-вид. №79-09
Підписано до друку 01.06.2009. Формат 60х84/16 Папір офсетний. Друк різографічний. Ум.-друк. арк. 8. Зам. №14

Надруковано у видавництві "Технологічний центр".
61145 Харків, вул. Новгородська За
Тел./факс (057) 750-89-90