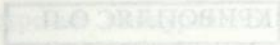


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

Український державний університет

харчових технологій



На правах рукопису

УДК 663 / 664. 63.621 / 798. 4

ГАВВА

Олександр Миколайович

**НАУКОВІ ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКОВО-
ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

Спеціальність 05.18.18- Машини та агрегати харчової,
мікробіологічної та фармацевтичної промисловості

Автореферат

**дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук**

Київ - 1996

АВ. 35. 833

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті харчових технологій

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор

КРИВОПЛЯС О.П.

Офіційні опоненти:

член кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України
ІВАНЧЕНКО Ф.К.

академік АІН України,
доктор технічних наук, професор
ЛІСОВЕНКО О.Т.

доктор технічних наук, професор
ОРЛОВСЬКИЙ Б.В.

Провідна організація:

Державний український науково-дослідний та конструкторський інститут продовольчого машинобудування

Захист відбудеться 20 листопада 1996 року о 14 годині на засіданні спеціалізованої Ради Д01.15.04 Українського державного університету харчових технологій за адресою: 252033, Київ-033, вул. Володимирська, 68, корпус А, ауд.311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського державного університету харчових технологій.

Автореферат розісланий "17 жовтня" 1996 р.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00760095 (R)

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, к.т.н., доцент

В.Л. Зав'ялов

АВ - 35.855 3

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ. Проблема збереження якості і кількості готової продукції підприємств харчової промисловості в процесі її транспортування, зберігання і реалізації має першочергове народногосподарське значення.

В умовах загострення конкурентної боротьби між виробниками, торгівельними закладами і т. і., гостро постає питання про якість виробів і їх товарний вигляд. А тому важливу роль в пошуку споживачів як в самій державі, так і на міжнародному ринку будуть відігравати пакувальні технології, способи складування, транспортування готової продукції, погодження вантажних потоків в часі і обсягах, зниження трудових витрат, зменшення простоїв транспортних засобів і таке інше.

Відсутність єдиного підходу до розробки раціональних схем руху вантажів в переробних галузях АПК, на транспорті і в торгівлі створює велику кількість непродуктивних операцій, веде до явно невиправданих втрат харчової продукції.

Ліквідувати ці недоліки можливо лише на основі широкого впровадження в товарообіг нових схем руху вантажів, які пов'язані з перевезенням тарно-штучних вантажів укрупненими транспортними одиницями.

Механізований комплекс, до складу якого входить обладнання для укрупнення вантажних одиниць і який забезпечує потоковий метод переробки вантажів, прийнято називати потоково-транспортною системою (ПТС).

Прискорений розвиток цієї відносно молодого галузі техніки і впровадження її високоефективних зразків на підприємствах Держхарчпрому і Мінсільгоспроду України багато в чому залежить від успішного вирішення значної науково-технічної проблеми-створення науково-методичної бази розрахунку і конструювання засобів механізації

НРТС-робіт з тарно-штучними продовольчими вантажами з урахуванням їх специфічних властивостей.

Дисертаційна робота входила в плани науково-дослідних робіт Українського державного університету харчових технологій, які направлені на розв'язання проблеми з комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів в переробних галузях АПК.

Робота виконувалася у відповідності із завданнями, які визначені Державною програмою розвитку виробництва тари і пакувальних матеріалів на період до 2000 року.

МЕТА І ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.

Метою дисертаційної роботи є розробка наукових основ розрахунку параметрів потоково-транспортних систем харчових виробництв, які є науково-методичною базою при створенні високоефективних поточкових ліній укрупнення вантажних одиниць.

У відповідності з поставленою метою визначено такі основні завдання наукового дослідження: науково обґрунтувати і визначити функціональні залежності між продуктивністю поточкових ліній укрупнення вантажних одиниць, власними і залежними простоями машин і установок, які входять в дані лінії; визначити оптимальні значення місткості міжмашинних конвейерів-накопичувачів для створення раціональної компоновки ПТС харчових виробництв; провести узагальнення методик розрахунку раціональних параметрів складного плоского руху вантажів в перевантажувальних і подаючих пристроях ПТС і провести дослідження таких технологічних операцій: переміщення вантажів з подаючого на магістральний конвейер, який розташований під кутом до напрямку подачі вантажів; орієнтування вантажів на гравітаційних спусках, визначивши при цьому основні геометричні і кінематичні параметри перевантажувальних пристроїв; розробити і узагальнити методи розрахунків пристроїв і механізмів формування структурних елементів транспортних пакетів і визначити

основні напрямки інтенсифікації процесу формування укрупнених вантажних одиниць; розробити науково-обґрунтовані методики визначення раціональних параметрів машин і механізмів для транспортування, перевантаження та переорієнтування укрупнених вантажних одиниць в лініях скріплення транспортних пакетів; провести експериментальну перевірку адекватності результатів теоретичних досліджень реальним процесам переробки вантажних потоків на підприємствах харчової промисловості; провести реалізацію результатів дослідження при розробці і впровадженні технологій, технічних рекомендацій, машин і поточкових ліній для укрупнення вантажних одиниць на харчових виробництвах.

ТЕОРЕТИЧНА І ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЙОГО НАУКОВА НОВИЗНА.

Наукова новизна праці включає наступні позиції, які захищає автор. Встановлено основні функціональні залежності між продуктивністю потокової лінії укрупнення вантажних одиниць, власними і залежними простоями машин, які входять в дану лінію. Запропоновано методику розрахунку раціональних параметрів місткості міжмашинних конвейсрів-накопичувачів потоково-транспортних систем.

Розроблено узагальнену методику визначення параметрів складного плоского руху одиничних вантажів в перевантажувальних і орієнтуючих пристроях під дією сил тертя, інерції і гравітаційних сил. Вперше узагальнено методику визначення раціональних параметрів процесу орієнтації тарно-штучних вантажів на несучій площині з урахуванням закону розподілення тиску на опорній поверхні вантажу.

Встановлено основні закономірності руху вантажів в механізмах укладання з розсувними стулками або відвідними роликowymi доріжками. Досліджено вплив динамічних процесів у зіштовхуючих і підйомно-опускних механізмах пакетоформуєчих машин на якість формування структурних елементів укрупнених вантажів.

Одержано розрахункові залежності, які дозволяють визначити оптимальні або близькі до оптимальних параметри підйомно-опускних механізмів.

Розглянуто і поглиблено наукові дані про статичну і динамічну стійкість пакета вантажів на рухомих несучих площинах і в переорієнтуючих пристроях. Розроблено узагальнену методику визначення раціональних геометричних, кінематичних і динамічних параметрів механізму переорієнтації пакета вантажів з коливальним циліндром.

Теоретичне узагальнення результатів проведених в роботі досліджень дозволило вирішити значну наукову проблему-теоретично і експериментально обґрунтувати визначення раціональних параметрів потоково-транспортних систем харчових виробництв.

Розроблена теорія і одержані на її основі рішення прикладних задач дозволяють здійснювати комплекс робіт з розрахунку, проектування і удосконалення потоково-транспортних систем і дозволяють зокрема: здійснювати вибір і компоновку потоково-транспортної системи, її конвейєрних пристроїв безперервної дії; розраховувати раціональні величини швидкості транспортування вантажів і місткості міжмашинних накопичувачів; розраховувати і вибирати параметри перевантажувальних і орієнтуючих пристроїв на основі кінематичного і динамічного аналізів руху вантажів; здійснювати обґрунтований вибір технологічних і кінематичних схем пакетоформуєчих і пакетоскріплюєчих машин з урахуванням фізико-механічних властивостей вантажів і специфіки укрупнених вантажних одиниць; знаходити раціональні конструктивні рішення пристроїв і механізмів, які реалізують операції переміщення вантажів і формування укрупнених транспортних одиниць; визначати раціональну компоновку обладнання, яке входить до складу ПТС; проводити аналіз режимів роботи обладнання ПТС з метою визначення продуктивності і пошуку резервів її підвищення.

Результати теоретичних, експериментальних досліджень і практичні рекомендації, які наведені в дисертації, впроваджені при створенні: лінії Ш24-ЛЛБ машинного пакування картонних ящиків з макаронними виробами; лінії ЛПц для механізації заключних операцій з сухим молоком, фасованим в паперові мішки; комплексу Ш25-ЛУБ нестандартизованого обладнання для машинного укладання пачок з макаронними виробами в тару-обладнання; комплексу нестандартизованого обладнання для механізації НРТС-робіт на Хмельницькій макаронній фабриці; базової моделі універсальної пакетоформуючої машини Ш24-УМП.

Лінія Ш24-ЛЛБ впроваджена і експлуатується на Донецькій макаронній фабриці, а лінія ЛПц - на Буринському заводі сухого і обезжиреного молока. Комплекс обладнання Ш25-ЛУБ пройшов відомчі випробування і переданий в дослідну експлуатацію на Київській макаронній фабриці. Комплекс обладнання для механізації НРТС-робіт на Хмельницькій макаронній фабриці виготовлений на дослідному заводі Вінницького ПКТІ. Вінницьким ПКТІ Держхарчопрому України розроблена технічна документація на базову модель універсальної ПФМ Ш24-УМП і розпочато її виготовлення.

Результати дисертації використані Українським науково-виробничим об'єднанням соляної промисловості (УкрНВО "Сіль") при розробці ліній пакування і скріплення пакетів вантажів, до складу яких входять такі пакетоформуючі машини Ш9-АПМ1, Ш9-АПМ2, Ш9-АШЗ-М і Ш9-АЧА. Розроблені лінії пакування і скріплення були впроваджені на руднику N3 ВО "Артемсіль", на Слав'янському солевиварному комбінаті, на Стерлітамакському ВО "Сода" і на руднику N2 Сіль-Ілецького рудоуправління.

Крім цього лінії пакування Ш9-АСП і скріплення Ш9-АША безпіддонних пакетів в 1996 р. будуть впроваджені на руднику N7 ВО "Артемсіль".

Сумарний економічний ефект від реалізації результатів проведених досліджень перевищує 1,1 млн.крб., в тому числі від впровадження поточкових ліній- 830 тис. крб. Очікуваний економічний ефект від розширення обсягу впровадження досліджень перевищує 1,2 млн. крб. Розрахунки економічної ефективності наведені в цінах 1988...1991 р.р.

Результати дисертаційної роботи також використані при розробці: концепції Держхарчпрому України "Механізація заключних операцій харчових виробництв"; технологічних схем комплексної механізації заключних операцій з фасованими у споживчу тару хлібопродуктами для Донецької, Хмельницької, Чернігівської, Сімферопільської макаронних фабрик, Київського, Львівського, Кулиндорівського комбінатів хлібопродуктів; методичних рекомендацій по вибору, обґрунтуванню та впровадженню індустриальних технологій фасувально-пакувальних та НРТС-робіт із сипучими хлібопродуктами.

Матеріали дисертації застосовуються в науково-дослідній практиці і в навчальному процесі при читанні курсу лекцій з дисципліни "Механізація навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт" (для спеціальності "Машини і апарати харчових виробництв"), при виконанні студентами курсових і дипломних проектів, а також при розробці методичних матеріалів з дисциплін "Технології пакування і зберігання упакованої продукції", "Пакувальне обладнання", "Розрахунок і конструювання пакувального обладнання" (для спеціальності "Машини і технологія пакування").

РІВЕНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК підтверджується розробкою нових вискоефективних зразків обладнання і поточкових ліній для укрупнення вантажних одиниць, на які одержано 11 авторських свідоцтв.

АПРОБАЦІЯ ТА ПУБЛІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на: Республіканській науково-технічній конференції "Шляхи скорочення використання ручної праці в галузях харчової промисловості (м.Запоріжжя, 1984 р.); Республіканській науково-технічній конференції "Подальше підвищення рівня механізації навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт в галузях харчової промисловості (м. Луганськ, 1987 р.); УІ Всеукраїнській науково-технічній конференції "Підвищення ефективності процесів добування і переробки солі" (м. Артемівськ, 1988 р.); Республіканській науково-технічній конференції "Інтенсифікація технологій і удосконалення обладнання переробних галузей АПК" (м. Київ, 1989 р.); Науково-технічній конференції молодих вчених і спеціалістів "Питання підвищення ефективності цукрового виробництва" (м. Яготин, 1989 р.); Республіканській науково-технічній конференції "Технічний рівень підприємств переробної промисловості Держхарчопрому України і якість їх продукції" (м. Кіровоград, 1989 р.); Республіканській науково-технічній конференції "Розробка і впровадження високоефективних ресурсозберігаючих технологій, обладнання і нових видів харчових продуктів у харчову та переробні галузі АПК" (м. Київ, 1991 р.); Всесоюзній науково-технічній конференції "Удосконалення технологічних процесів виробництва нових видів харчових продуктів і добавок. Використання вторинної сировини харчових ресурсів" (м. Київ, 1991 р.); Міжнародній науково-технічній конференції "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК" (м. Київ, 1993 р.); Всеукраїнській науково-технічній конференції "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість" (м. Київ, 1995 р.), міжгалузевому науково-виробничому семінарі "Механізація НРТС-робіт і пакетні перевезення" (м. Київ 1983,1984,1985, 1987 р.р.).

Основний зміст дисертації опубліковано в 73 друкованих працях, в тому числі 11 авторських свідоцтв.

Наукові і дослідно-конструкторські розробки відмічені дипломом на ВДНГ УРСР в 1985 р.

СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ РОБОТИ. Робота складається зі вступу, 7 розділів, основних висновків, списку літератури і додатку. Дисертація викладена на 300 сторінках основного тексту, має 120 рисунків, 32 таблиці, 288 літературних джерел. В додатках наведені документи, які підтверджують впровадження результатів роботи у виробництво.

ОСОБИСТІЙ ВНЕСОК АВТОРА У РОЗРОБКУ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ, полягає в тому, що всі теоретичні дослідження проведені автором особисто. Результати досліджень, які виконані у співавторстві, одержані за участю автора на всіх етапах роботи. Автору належать наукові ідеї та формулювання проблеми дослідження, формулювання та доказ теоретичних положень, постановка задач, інтерпретація результатів та розробка рекомендацій.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГІЇ, МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТУ І ОБ'ЄКТА.

Вірогідність досліджень обумовлена коректністю постановки теоретичних задач, застосуванням для їх вирішення математично обґрунтованих методів, використанням сучасних вимірювальних приладів, методик, математичних методів обробки експериментальних даних, відтворенням виявлених закономірностей на всіх досліджених об'єктах та в умовах промислових випробувань.

Загальна методика досліджень побудована на основі математичного моделювання операцій переміщення і укрупнення вантажних одиниць і включала такі етапи: визначення властивостей вантажів як об'єктів переміщення і обґрунтування припущень, які вводяться при математичному моделюванні; виявлення основних видів взаємодії з

конструктивними елементами машин і пристроїв; оцінка комплексного силового впливу на одиничний вантаж або групу вантажів, які переміщуються; побудова математичних моделей із застосуванням основних положень динаміки твердого тіла, теорії диференційних рівнянь, динаміки електроприводу, теорії механізмів і машин, курсу деталей машин і підйомно-транспортних пристроїв; експериментальні дослідження з метою перевірки адекватності одержаних математичних моделей і результатів їх розв'язання реальним процесам проведені із застосуванням методів математичної статистики. Об'єктами досліджень були тарно-штучні вантажі харчових виробництв-як об'єкти переміщення, операції переміщення одиничних вантажів; операції формування, переміщення, переорієнтування і скріплення укрупнених вантажів; механізми і пристрої, які реалізують ці операції.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

1. ОЦІНКА СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ

ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Сучасні харчові підприємства переробляють велику кількість вантажів, різноманітних за номенклатурою і фізико-технічними властивостями. При цьому на будь-якому підприємстві виконуються численні внутрішньо-заводські транспортно-технологічні операції, ефективність яких можлива лише при комплексній механізації НРТС-робіт. Створення ефективної системи комплексної механізації НРТС-робіт з основними видами харчових вантажів і з урахуванням функціональних задач, покладених на харчові підприємства, транспорт, систему оптової і роздрібної торгівлі можливо лише при впровадженні прогресивних форм організації перевезень укрупнених вантажних одиниць. В залежності від виду вантажу, відстані та умов транспортування і умов реалізації використовують три види укрупнених вантажних одиниць: транспортні пакети на піддонах і без піддонів; вантажі в спеціалізованих і універсальних контейнерах.

В системі комплексної механізації НРТС-робіт з харчовими тарними вантажами на підприємствах-виготовлювачах продукції можна виділити дві взаємопов'язані підсистеми: підсистему створення укрупнених вантажних одиниць та підсистему зберігання вантажних транспортних одиниць і відвантаження їх зовнішнім транспортом.

Перша підсистема, крім створення укрупнених вантажних одиниць, погоджує ритми роботи потокових технологічних ліній основного виробництва і машин періодичної дії другої підсистеми.

Технологічні процеси укрупнення вантажних одиниць, які здійснюються послідовно, утворюють єдину потоково-транспортну систему на ділянці переробки готової продукції підприємства.

В залежності від виду технологічних операцій, які виконуються в ПТС, обладнання ліній можна поділити на такі функціональні групи: транспортуючі і перевантажувальні установки безперервної дії для одиничних і укрупнених вантажів; машини для формування, скріплення та оформлення укрупнених вантажних одиниць; пристрої для виконання підготовчих і допоміжних операцій.

В роботі виконано аналіз відомих технологічних схем ПТС на харчових підприємствах і простежені тенденції їх розвитку. Розроблена класифікація потоково-транспортних систем і технологічних процесів, які в ній виконуються. Визначені основні напрямки розвитку машин для формування та скріплення укрупнених вантажних одиниць, розроблені і доповнені їх класифікації. Проведений поопераційний аналіз технологічних схем обробки вантажів в ПТС, який дозволив провести класифікацію операцій переміщення як одиничних, так і укрупнених вантажів і виділити основні види цих операцій, які надалі були досліджені.

Проведений літературний огляд з проблеми, яка розглядається, дозволив установити наступне. Розробці типових компоновок потокових ліній, оцінці їх продуктивності і аналізу структурних схем присвячені роботи Г.А. Шаумяна, В.Н. Шувалова, О.Г. Луніна, М.В. Медвіда,

А.І. Соколенка і інших. Дослідженню закономірностей руху штучних вантажів в перевантажувальних пристроях конвейєрних систем присвячені роботи В.П. Боброва, Е.О. Буланова, К.Е.Івановського, Ю.П. Лапкіна, О.Г.Луніна, А.Р. Малковича, А.С. Оболенського, А.М. Рубашова, В.З. Шапрана, В.Н. Шаповалова, О.П. Кривопляса, Л.О. Сухого, В.М. Любімова і інших.

Конструкція, принципам роботи машин і установок, розвитку теорії і розрахунку пакетоформуєчих і пакетоскріплюєчих машин присвячені роботи В.В. Багреєва, О.М. Вацуро, М.М. Ведернікова, В.І. Гавришева, В.Т. Єгорова, Ф.Г. Зуєва, О.А. Кукібною, В.А. Манькова, О.І. Меншеніна, А.Е. Ріделя, Ю.М. Поляріна, Г.В. Слюнкіна, О.П. Кривошляса, А.А. Бурова, О.В. Щербакова і інших. Питання організації пакетних і контейнерних перевезень продовольчих вантажів розглянуті в роботах Б.І. Бекренєва, М.К. Землячева, В.А. Каверіна, М.О. Левачева, М.Е. Марьяша, Т.Д. Полякової, В.О. Шкуріна і інших.

Необхідно відзначити, що основою для створення і розвитку наукових розробок з дослідження динамічних процесів в приводах підйомно-опускних і зіштовхуючих механізмів ПФМ, установках переорієнтації пакета є роботи з динаміки машин В.О. Вейца, С.І. Артоблевського, А.Е. Кочури, А.М. Мартиненко, І.І. Вульфсона, О.М. Голубенцева, Ф.К. Іванченко, С.М. Кожевнікова, М.С. Комарова і інших.

Проведений аналіз опублікованих наукових робіт свідчить про те, що, незважаючи на суттєвий ріст в останні роки обсягу і якості досліджень з окремих питань теорії і розрахунку продуктивності потокових ліній, місткості міжмашинних накопичувачів, перевантажувальних пристроїв, машин для формування і скріплення пакетів вантажів, транспортних систем для укрупнених вантажів, в цілому операції, які виконуються в ПТС харчових підприємств, залишаються вивченими недостатньо, в результаті чого не було можливим створення належної теоретичної бази для розробки ефективного обладнання потокових ліній укрупнення вантажних одиниць.

На основі огляду літератури, аналізу схем потоково-транспортних систем, технологічних схем обладнання, яке входить в систему, і тенденцій їх розвитку, систематизації операцій переміщення одиничних і укрупнених вантажів сформульовані мета і завдання наукових досліджень, які приведені в наступних розділах.

2. ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

В даному розділі наведені загальні положення компоновки потоково-транспортних систем. Відмічено, що функціонування потоково-транспортних систем визначається ритмом вхідних і вихідних вантажних потоків.

В ПТС вантажні потоки трансформуються в інші потоки без зміни інтенсивності, яка визначається відношенням маси вантажів за одиницю часу. Так, наприклад, у пакетоформуючій машині проходить формування одного потоку із двох і розміри вихідного вантажу по відношенню до вхідного збільшені в декілька разів.

Таким чином, в результаті обробки вантажних потоків в ПТС, маса і ритм руху вантажних одиниць змінюються.

Для погодження режимів роботи обладнання в потоковій лінії укрупнення вантажних одиниць вводять коефіцієнт трансформації вантажного потоку

$$\xi_n = m_2/m_1 = Z_2/Z_1, \quad (1)$$

де m_1, m_2 - відповідно маса вантажних одиниць до і після процесу укрупнення; z_1, z_2 - кількість одиничних вантажів до і після укрупнення.

При багатоетапному укрупненні вантажних одиниць загальний коефіцієнт трансформації вантажного потоку можна визначити як

$$\xi_n = \xi_1 * \xi_2 * \dots * \xi_i, \quad (2)$$

де - $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_i$ коефіцієнти трансформації вантажних потоків відповідно на першому, другому та і-му етапах укрупнення вантажних одиниць.

Тоді фактичну продуктивність потокової лінії для укрупнення вантажних одиниць з урахуванням трансформації потоку вантажів можна визначити

$$Q = k_B * \xi_n * Q_{u.min}, \quad (3)$$

де k_B - коефіцієнт використання лінії; $Q_{u.min}$ - циклова продуктивність машин з найменшою продуктивністю.

Для оцінки конструктивного удосконалення лінії доцільно визначати технічну продуктивність Q_T

$$Q_T = k_{T.B} * \xi_n * Q_{u.min}, \quad (4)$$

де $k_{T.B}$ - коефіцієнт технічного використання лінії, який визначається як відношення сумарного часу роботи лінії до часу роботи і часу простоїв, викликаних технічними причинами.

Значення коефіцієнту $k_{T.B}$ залежить від власних і залежних простоїв машин лінії.

В роботі проведені дослідження з визначення функціональної залежності коефіцієнта $k_{T.B}$ лінії від виду транспортних зв'язків.

Для ліній з жорсткими транспортними зв'язками збільшення значення коефіцієнта $k_{T.B}$ можливе за рахунок підвищення надійності окремих машин і механізмів або зменшення кількості жорстко зв'язаних між собою машин, а для ліній з гнучкими транспортними зв'язками за рахунок правильного вибору значення місткості конвейерів міжмашинних накопичувачів.

При відомих значеннях середнього часу $T_{B.v}$ власних простоїв машин і механізмів можна визначити необхідну довжину конвейера-накопичувача, при якій власні простои гарантовано з імовірністю p не будуть впливати на продуктивність лінії

$$li = T_{B.v.i} \left(\frac{1}{V_{cp.i}} - \frac{1}{Vi} \right), \quad (5)$$

де $T_{B.v.i}$ - верхня довірча межа середнього часу відновлення роботи лінії; $V_{cp.i}$ - середня швидкість переміщення вантажу на конвейері при

нормальному режимі роботи лінії, яку можна визначити за формулою $V_{ср.i} = a_i / T_i$; V_i - швидкість переміщення несучих елементів конвейєра; a_i - довжина вантажу, який переміщується на i -му конвейєрі; T_i - тривалість виконання технологічної операції на i -й машині.

Одержані значення довжин конвейєрів повинні бути кратними довжині вантажу і оптимальними для вихідних даних.

Отже, при наявності гнучких транспортних зв'язків в потокових лініях укрупнення вантажних одиниць незначні збої в роботі, які обумовлені короткочасними простоями, не будуть впливати на продуктивність лінії.

3. РОЗРОБКА УЗАГАЛЬНЕНОЇ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДНОГО РУХУ ВАНТАЖІВ В ПЕРЕВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

Складний плоский рух вантажів в перевантажувальних пристроях виникає тоді, коли потрібне поєднання операцій перевантаження і переорієнтування вантажів. Характерним для складного плоского руху є комбінована дія на вантаж сил інерції, тертя, гравітаційних сил і сил реакції зв'язку. Наявність складного плоского руху вантажів у перевантажувальних пристроях викликає значні труднощі при виборі кінематичних параметрів руху, оцінці пропускну здатності перевантажувальних пристроїв їх геометричних параметрів, визначенні тривалості перевантаження і позиціонування вантажів на прийомній площині.

Рішення подібних практичних задач найбільш ефективно проводиться на базі диференційних рівнянь, які описують рух вантажів і дозволяють одержати вичерпну інформацію про якісні і кількісні зміни кінематичних і силових параметрів руху.

Основними особливостями методики розрахунку складного плоского руху вантажів в перевантажувальних пристроях є врахування:

- багатоступності, яка обумовлена зміною комбінацій сил, діючих на вантаж;

- змінних за величиною і напрямком реактивних сил, які діють на вантаж з боку конструктивних елементів машин і пристроїв;

- необхідності пошуку додаткових рівнянь геометричних зв'язків, тому що число невідомих, які входять в диференціальні рівняння плоского руху вантажів, перевищує число цих рівнянь;

- впливу ударних процесів на зміну кінематичних параметрів руху.

Методика розрахунку параметрів складного плоского руху вантажів в перевантажувальних пристроях проілюстрована на таких прикладах: переміщення вантажів з подаючого на магістральний конвейєр, який розташований під кутом до напрямку подачі вантажів і орієнтування вантажів нерухомим упором або напрямною площиною на гравітаційному спускові.

Переміщення вантажів з подаючого на магістральний конвейєр, який розташований під кутом до подачі вантажів, виконується в ПТС при об'єднанні вантажних потоків і може здійснюватись з переорієнтацією або із збереженням початкової орієнтації вантажів.

Найбільш широке застосування в ПТС харчових підприємств знайшли конструкції вузла перевантаження з переорієнтацією вантажу відносно його початкового напрямку руху.

Тривалість і якість переміщення вантажів багато в чому залежить від співвідношення кінематичних параметрів конвейєрів, коефіцієнтів тертя між опорною площиною вантажу і несучими поверхнями конвейєрів, а також від виду і розташування напрямних площин.

Перевантаження здійснюється під дією сил тертя між опорною площиною вантажу і стрічкою магістрального конвейєра. Значення, напрямок і точка прикладання вектора сил тертя залежить від траєкторії відносного руху вантажу на стрічці магістрального конвейєра. Ця обставина створює додаткові труднощі при математичному моделюванні складного плоского руху вантажів по шорсткій поверхні і вимагає застосування спеціальних методичних прийомів.

На рис. 1 наведена схема силової дії на вантаж в процесі його складного руху на несучих поверхнях подаючого і магістрального конвейерів. Величини векторів F_1 і F_2 рівнодіючих сил тертя, які діють на відповідні частини опорної поверхні вантажу, визначались як геометрична сума їх проєкцій F_{x12} і F_{y12} на осі OX і OY . З урахуванням апроксимаційних залежностей

$$F_1 = \frac{S_1}{S} m g f_1 (1 - \exp(-k_1 r_1 - A_0)); \quad (6)$$

$$F_2 = \frac{S_2}{S} m g f_2 (1 - \exp(-k_1 r_2 - A_0)), \quad (7)$$

можна записати

$$F_{x1} = F_1 \cdot \sin \alpha_1; \quad F_{y1} = F_1 \cdot \cos \alpha_1; \quad (8)$$

$$F_{x2} = F_2 \cdot \sin \alpha_2; \quad F_{y2} = F_2 \cdot \cos \alpha_2, \quad (9)$$

де m - маса вантажу; f_1, f_2 - коефіцієнти тертя ковзання вантажу на несучих площинах відповідно подаючого і магістрального конвейерів; S - площа вантажу; S_1, S_2 - площі частин вантажу, які розташовані відповідно на подаючому і магістральному конвейєрах; k_1 - коефіцієнт апроксимації;

$$A_0 = \ln\left(1 - \frac{F_0}{m g f}\right); \quad F_0 - \text{значення головного вектора сил тертя при } r=0;$$

$$r_1 = \dot{\phi}^{-1} (\dot{x}_1^2 + (V_1 - \dot{y}_1)^2)^{0.5}; \quad r_2 = \dot{\phi}^{-1} ((V_2 - \dot{x}_2)^2 + \dot{y}_2^2)^{0.5};$$

V_1, V_2 - лінійна швидкість переміщення несучої поверхні відповідно подаючого і магістрального конвейерів; $\dot{\phi}$ - кутова швидкість обертання вантажу; $\dot{x}_1, \dot{y}_1; \dot{x}_2, \dot{y}_2$ - проєкції швидкостей на осі X і Y центрів мас частин вантажу, які розташовані відповідно на подаючому і магістральному конвейєрах і визначаються за формулами:

$$\dot{x}_1 = \dot{x} - \dot{\phi} (y - y_{cl}) \quad ; \quad \dot{y}_1 = \dot{y} + \dot{\phi} (x - x_{cl});$$

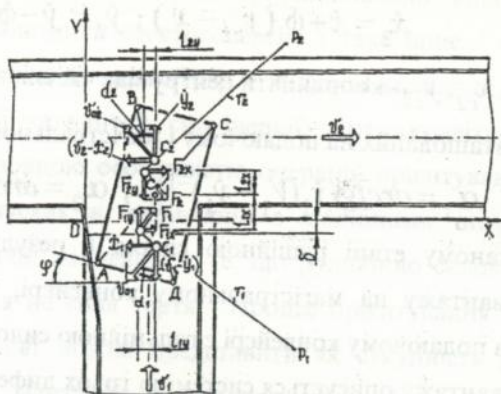


Рис.1 Схема дії зусиль на вантаж в процесі складного плоского руху на несучих поверхнях подаючого і магістрального конвейерів.

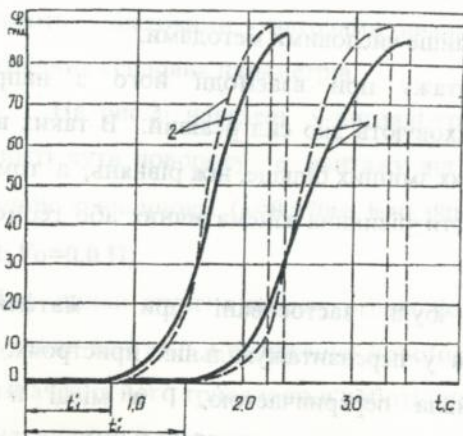


Рис.2 Графіки зміни кутової координати вантажу в процесі його переміщення з подаючого на магістральний конвейер, який розташований під кутом до напрямку подачі вантажу: 1. $V_1=0.2\text{ м/с}$, $V_2=0.4\text{ м/с}$; 2. $V_1=0.4\text{ м/с}$; $V_2=0.4\text{ м/с}$, / суцільні лінії $-r_{кр}=0,0\text{ м}$ і штрихові лінії $-r_{кр}=0,05\text{ м}$ /

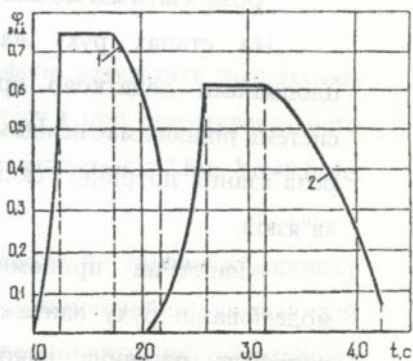


Рис.3 Графіки зміни кутової координати вантажу в процесі його орієнтування напрямною площиною на гравітаційному спускові: 1. $\alpha=35^\circ$, $\beta=0.768\text{ рад}$, $f_1=0.2$, $k=0.1$; 2. $\alpha=25^\circ$, $\beta=0.611\text{ рад}$, $f_1=0.35$, $k=0.01$

$$\dot{x}_2 = \dot{x} + \dot{\phi} (y_{c2} - y); \quad \dot{y}_2 = \dot{y} - \dot{\phi} (x_{c2} - x);$$

$x_{c1}, y_{c1}, x_{c2}, y_{c2}$ - координати центру мас частин вантажу, відповідно розташованих на подаючому і магістральному конвейерах;

$$\alpha_1 = \arctg(\dot{x}_1(V_1 - \dot{y}_1)^{-1}); \quad \alpha_2 = \arctg((V_2 - \dot{x}_2)\dot{y}_2^{-1}).$$

На даному етапі рушійною силою є результуюча F_2 сила тертя ковзання вантажу на магістральному конвейері, тоді як сила тертя F_1 вантажу на подаючому конвейері є гальмівною силою.

Рух вантажу описується системою трьох диференційних рівнянь виду

$$\begin{cases} \ddot{x} = \frac{1}{m}(F_{x1} + F_{x2}); & \ddot{y} = \frac{1}{m}(F_{y1} - F_{y2}); \\ \ddot{\phi} = \frac{12}{mc^2}(F_{y1} \cdot l_{y1} - F_{x1} \cdot l_{x1} + F_{x2} \cdot l_{x2} - F_{y2} \cdot l_{y2}), \end{cases} \quad (10)$$

розв'язати які можна лише числовими методами.

На етапах руху вантажу при взаємодії його з напрямними площинами додатково враховують дію сил реакцій. В таких випадках система рівнянь має невідомих змінних більше, ніж рівнянь, а тому для її розв'язання потрібно скласти рівняння кінематичних або геометричних зв'язків.

Аналогічні прийоми були застосовані при математичному моделюванні руху вантажів у перевантажувальних пристроях, в яких напрямна площина виконана переривчастою, і в місці її розриву встановлені приводні або неприводні ролики (барабани).

На рис.2 наведені у вигляді графіків результати розрахунків залежності кута повороту вантажу в процесі його переміщення з подаючого на магістральний конвейер при таких вихідних даних: $a=0,570$ м; $b=0,285$ м; $m=20$ кг; $f_1=0,4$; $f_2=0,4$.

В більшості випадків операції переміщення вантажів на гравітаційних спусках поєднують з операціями орієнтування вантажів.

Таке поєднання дає можливість раціонально використовувати виробничі площі, економити електроенергію і таке інше.

Для даних операцій характерним є також складний плоский рух при комбінованій дії на вантаж сил інерції, тертя, гравітаційних сил і реакцій зв'язку. Основною особливістю операцій орієнтування вантажів на гравітаційних спусках в порівнянні з подібними операціями, які здійснюються на стрічці конвейєра є те, що рушійною силою є складова гравітаційної сили, а не сила тертя. Процес орієнтування вантажів на гравітаційному спускові можна представити як сукупність ряду етапів. Кожний етап руху вантажів в орієнтуючих пристроях описується системою трьох диференційних рівнянь, до складу яких входить число невідомих параметрів більше трьох. Для розв'язання такої системи необхідно доповнити її рівняннями геометричних зв'язків, і після проведення відповідних перетворень одержимо математичні моделі, які дозволяють числовими методами визначити значення кінематичних, геометричних і силових параметрів.

На рис.3 наведені у вигляді графіків результати розрахунків залежності кута повороту φ вантажу від часу t при орієнтуванні його напрямною площиною ($a=0,570\text{м}$; $b=0,380\text{м}$; $m=5\text{кг}$; $\xi_s=2,5\text{м}$; $V_0=0,0\text{м/с}$; $f_2=0,2$; $F_0=0,0\text{ Н}$).

Для оцінки ступеня впливу різних факторів на тривалість процесу орієнтування вантажів і одержання простих математичних залежностей для визначення його тривалості в роботі проведено активний експеримент з математичними моделями.

В результаті проведеного експерименту одержані поліноміальні рівняння, що дозволяють визначати параметри, за допомогою яких можна ефективно керувати процесом орієнтування і виконувати інженерні розрахунки на етапах проєктування механізмів.

4. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

УКРУПНЕНИХ ВАНТАЖНИХ ОДИНИЦЬ

Основна і найбільш трудомістка технологічна задача - формування укрупнених вантажних одиниць (пакета)-виконується з допомогою пакетоформуючих машин і установок. В залежності від конкретних умов (вид і властивості одиничного вантажу, схеми розташування вантажів у пакеті, спосіб формування пакета) кількість і вид стадій формування структурних елементів пакета може варіюватися. Вибір типів робочих органів і поверхонь формування, тобто розробка структурної схеми машини, залежить від параметрів пакета і штучного вантажу. Параметри пакета визначаються його структурою, вимогами транспортабельності і геометричними параметрами штучного вантажу.

В розділі наведений поопераційний аналіз технологічних схем формування пакета з метою вибору найбільш раціональної.

На основі схеми формування пакета здійснюється побудова циклограми пакетоформуючої машини і вибір конструкції її робочих органів.

В роботі наведена методика розрахунку раціональних параметрів таких основних механізмів і пристроїв пакетоформуючих машин: пристроїв для орієнтування тарно-штучних вантажів; механізмів формування ряду і шару вантажів; механізмів укладання і накопичення шарів штучних вантажів.

Широке застосування в ПФМ одержав комбінований спосіб орієнтування вантажів, який полягає в тому, що при орієнтації вантаж контактує з двома поверхнями, одна з яких є несучою, а інша-напрямною (орієнтуючою). Комбінація силової дії напрямної поверхні, сил тертя, які діють на опорну поверхню вантажу з боку несучої площини, і сил інерції забезпечують потрібне орієнтування вантажу при високій продуктивності вузла орієнтування в цілому.

Основними параметрами, які характеризують процес орієнтування вантажів, є продуктивність і якість орієнтування (розворот вантажу на заданий кут). Ці параметри можуть бути забезпечені лише при

правильній оцінці всіх основних факторів, які впливають на закон руху вантажу.

Характерною особливістю проведених автором досліджень операцій орієнтування в порівнянні з відомими, по публікаціях, є врахування закону розподілення тиску на площині контакту опорної поверхні вантажу з несучою площиною. Приймаючи припущення, що вантаж і несуча площина-тверді тіла, будемо вважати закон розподілення тиску лінійним.

Відповідно з таким припущенням, тиск є функцією сил, які діють на площу контакту. А тому тиск зумовлюється не тільки дією сили тяжіння, але й інерційних сил, ударних навантажень, реакцій зв'язків і т. інше.

На рис.4 наведені графіки залежностей $F(r)$ і $L_z(r)$ при дії центру тяжіння вантажу в різних точках ядра перерізу опорної поверхні і таких значеннях параметрів: $f=0,3$; $m=20$ кг; $a=0,570$ м; $b=0,285$ м.

Аналіз залежностей $F(r)$ і $L_z(r)$ показав, що закон розподілення тиску на опорній грані вантажу суттєво впливає на величину $F(r)$ в області зміни радіуса r , яка визначається нерівністю $0 \leq r \leq 2b$, і на величину $L_z(r)$ при $r \leq b$.

На основі аналізу взаємодії зовнішніх сил при орієнтуванні вантажу упором (рис.5) запишемо рівняння, які відповідають законам розподілення тиску на опорній поверхні вантажу при його русі на: 4 і 5 етапах

$$q = q_0 + 0.5mh \left[\left(\ddot{y} \cdot \sin \varphi + \ddot{x} \cdot \cos \varphi \right) + Nf_2/h_1 \right] \frac{\xi}{J_\eta} + \left(\ddot{x} \cdot \sin \varphi - \ddot{y} \cdot \cos \varphi \right) + Nf_1 \right] \frac{\eta}{J_\xi}; \quad (11)$$

на 2 і 6 етапах

$$q = q_0 + 0.5mh \left[\left(\ddot{y} \cdot \sin \varphi + \ddot{x} \cdot \cos \varphi \right) \frac{\xi}{J_\eta} + \left(\ddot{x} \cdot \sin \varphi - \ddot{y} \cdot \cos \varphi \right) \frac{\eta}{J_\xi} \right], \quad (12)$$

де h_1 - відстань від опорної поверхні вантажу до точки контакту його з упором (точка А); N - нормальна реакція, яка діє з боку упора на вантаж;

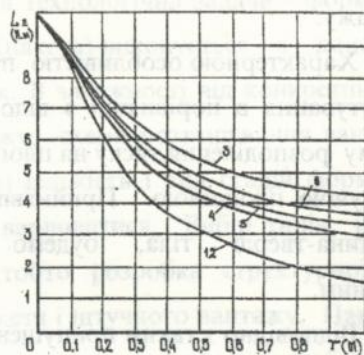
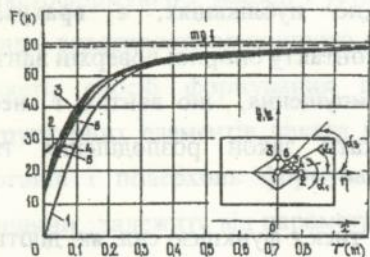


Рис.4 Графіки залежностей $F_{(r)}$ і $L_{z(r)}$ при пересіченні ліній дії сили тяжіння з опорною поверхнею вантажу в точках 1...6

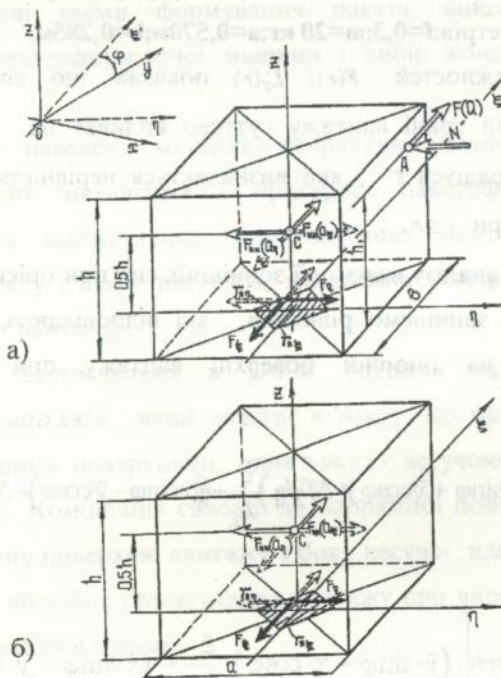


Рис.5 Схема взаємодії зовнішніх сил при орієнтуванні вантажу опором на: а) 4 і 5 етапах; б) 2 і 6 етапах

f_2 - коефіцієнт тертя ковзання між вантажем і упором; η, ξ - осі координат; J_η, J_ξ - відповідно з осями η і ξ моменти інерції опорної поверхні вантажу, які дорівнюють $J_\eta = r_\eta^2 \cdot S$; $J_\xi = r_\xi^2 \cdot S$; r_η, r_ξ - радіуси інерції опорної поверхні відносно осей η і ξ .

На рис. 6 наведені у вигляді графіків результати розрахунків залежності кута повороту φ вантажу від часу t при орієнтуванні його нерухомим упором ($a=0,570$ м; $b=0,285$ м; $m=20$ кг; $k=0,25$; $f_1=0,3$; $f_2=0,4$). Розрахунки виконані для випадків рівномірного і нерівномірного розподілення тиску на опорній поверхні вантажу.

Аналіз графіків, наведених на рис. 6, показав, що в залежності від закону розподілення тиску на опорній поверхні вантажу можна інтенсифікувати або гальмувати процес орієнтування.

За подібною методикою проведені дослідження операції орієнтування прямою площиною вантажу на стрічці конвейєра з урахуванням закону розподілення тиску.

Для визначення раціональних параметрів операцій орієнтування штучних вантажів на рухомій несучій площині проведено активний експеримент з математичними моделями, які описують процес переміщення вантажів в орієнтуючих пристроях.

Одержані поліноміальні рівняння, які описують переміщення вантажу в процесі його орієнтування нерухомим упором, мають вигляд

$$T = -9,2634 - 3,1407V_C + 35,1859a + 37,3628b + 1,8976f_1 + 0,2490m + \dots \\ + 21,7998\beta + 2,8322k + 319,0447ab\beta - 90,9277a\beta - 79,7406ab - \dots \\ - 131,9887b\beta - 0,7227am - 0,2867bm + 0,6045m\beta ; \quad (13)$$

$$\varphi_{op} = -1,3174 + 5,3921a + 9,6583b + 0,3594V_C - 1,1261k + 0,4578f_1 + \dots \\ + 0,5516f_2 + 0,0322m + 5,9025\beta + 79,5079ab\beta - 20,6490ab - \dots \\ - 18,2707a\beta - 32,2104b\beta - 0,0822am - 0,0848bm + 0,0795m\beta . \quad (14)$$

Рівняння (13) і (14) справедливі при коливанні значень параметрів в межах: a - від 0,380 м до 0,570 м; b - від 0,190 м до 0,380 м; m - від 5 кг до 20

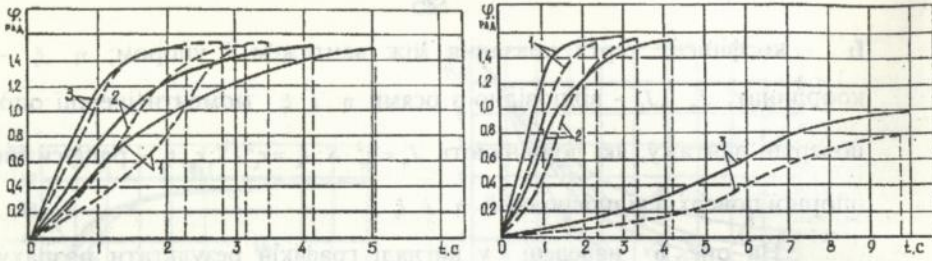


Рис.6 Графіки зміни кутової координати вантажу в процесі його розвороту нерухомим упором :

- а) $V_n=0.5\text{м/с}$; 1. $\beta=0.139$ рад; 2. $\beta=0.241$ рад; 3. $\beta=0.337$ рад;
 б) $\beta=0.139$ рад; 1. $V_n=1.0\text{м/с}$, 2. $V_n=0.5\text{м/с}$; 3. $V_n=0.1\text{м/с}$,
 / суцільні лінії відповідають рівномірному розподіленню тиску $q=q_0$;
 штрихові - нерівномірному розподіленню тиску $q=q_0+m_\xi \times \eta / J_\xi /$

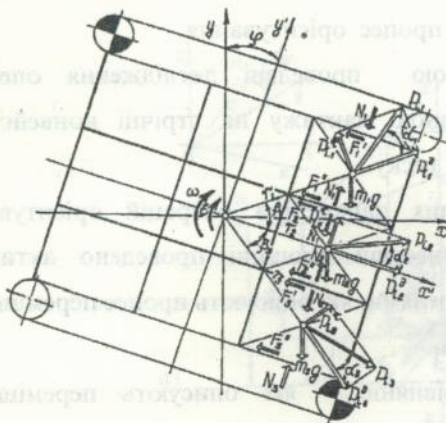


Рис.7 Розрахункова схема режиму розгону при обертанні пакета у вертикальній площині з умови незрушення окремих вантажів.

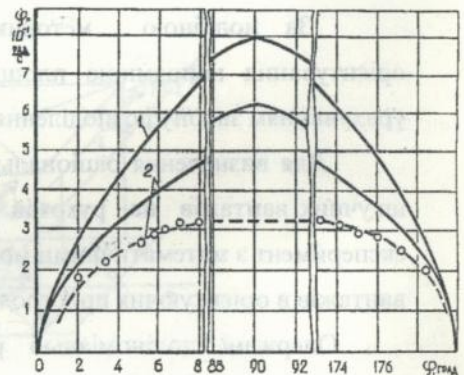


Рис.8 Графіки залежності $\phi(\varphi)$ при переорієнтуванні пакета вантажів у вертикальній площині; суцільні лінії - графічне зображення теоретичних розрахунків; штрихові лінії - графічне зображення експериментальних даних ;

1. Функціональна залежність для 2^{го} вантажу ;
2. Функціональна залежність для 5^{го} вантажу .

кг; V_c - від 0,2 м/с до 1,0 м/с; k - від 0,01 до 0,1; f_1, f_2 - від 0,2 до 0,6; β - від 0,087 рад до 0,262 рад.

Процеси формування ряду і шару вантажів-це сукупність операцій по переміщенню і накопиченню вантажів. Ці процеси переважно характеризуються поступальним переміщенням вантажів. Вибір типу виконавчого механізму при поступальному переміщенні вантажів визначається фізико-механічними властивостями і геометричними параметрами вантажів, прийнятою структурою пакета, можливістю застосування пневмо-, гідро- або електромеханічного приводу і таке інше. Аналіз рішень, які базуються на принципі горизонтального формування, свідчить про те, що найбільші переваги має варіант утворення рядів і шарів за рахунок зсовування елементів пакета на площину формування.

При створенні високопродуктивних ПФМ операції зсовування є лімітуючими. А тому важливе значення має правильна оцінка часу робочого і холостого ходів механізму зіштовхування, яка базується на результатах розв'язання диференційних рівнянь руху ряду вантажів під дією штовхача по поверхні формування з урахуванням обмежень динамічної дії на вантажі.

В роботі наведена методика розрахунку основних параметрів процесу переміщення вантажів механізмом зіштовхування і аналітичні дослідження удару вантажів з конструктивними елементами механізму, які можуть бути теоретичною основою для створення інженерної методики розрахунку даних процесів і механізмів, які при цьому застосовуються.

Як приклад застосування даної методики розглянута послідовність розрахунку електроприводного механізму зіштовхування вантажів. В результаті досліджень одержані розрахункові формули, які дозволяють визначити закони переміщення вантажів і штовхача, зміну кінематичних параметрів і оцінити величини силової дії на вантаж з боку штовхача. Шляхом розрахунків визначені значення кінематичних і силових параметрів механізму зіштовхування пакетоформуючих машин Ш24-ЛЛБ, ПС, Ш24-УМП.

В переважній більшості конструкцій ПФМ укладання вантажів шарами реалізується звичайно одним із таких видів механізмів: механізмом з однією відвідною стулкою; механізмом з двома розсувними стулками; механізмом, у якому роль відвідної стулки виконує вилкова платформа. Робочі площини стулок можуть бути виконаними у вигляді суцільного металевго листа, вилкової платформи або роликової доріжки. Незважаючи на наявні конструктивні відмінності, всі ці механізми характеризуються складним плоским рухом вантажів під дією сили тяжіння і реактивних сил з боку конструктивних елементів вузла укладання. На основі методики математичного моделювання складного плоского руху проведено поетапне дослідження операцій укладання одиничних вантажів і шарів вантажів в пакет механізмом з відвідною стулкою. За допомогою одержаних розрахункових формул можна визначити кінематичні параметри руху і виконати оцінку статичних і динамічних навантажень на вантажі, які переміщуються. Наведена методика визначення раціональних конструктивних параметрів механізму з розсувними стулками.

Особливу увагу приділено дослідженню операції укладання вантажів механізмом з відвідною роликовою доріжкою. Перевагою такого конструктивного виконання механізму укладання є те, що при відводі роликової доріжки тертя ковзання між вантажем і стулкою замінено тертям кочення опорної поверхні вантажу по роликах. Внаслідок цього зменшуються сили опору руху стулок, фрикційна дія на вантаж, що сприяє збереженню цілісності його тари. Але ці переваги мають місце лише в тому випадку, коли сили тертя опорної поверхні вантажу на роликах істотно менші сил тертя ковзання на поверхні стулки, яка виконана у вигляді суцільного металевго листа, що характерно для вантажів в жорсткій або напівжорсткій тарі.

Операція накопичення вантажів шарами, яка реалізується із застосуванням підйомно-опускного пристрою, є завершальною в технологічному процесі формування пакета і багато в чому визначає

його якість. При цьому потрібно відзначити, що максимальна продуктивність ПФМ, в яких формування пакета здійснюється на нерухомій платформі, вдвічі менша, ніж при формуванні на рухомій платформі. А тому в роботі наведена методика розрахунку підйомно-опускних пристроїв, які здійснюють накопичення шарів за рахунок покрокового опускання платформи.

В процесі накопичення шарів при покроковому опусканні платформи істотний вплив на якість формування пакета можуть проявити коливні процеси, які неминуче виникають в кінематичних ланцюгах, особливо в перехідних режимах роботи приводів підйомно-опускних пристроїв. А тому при виконанні динамічних розрахунків підйомно-опускних пристроїв потрібно віддавати перевагу таким значенням параметрів, які сприяли б найшвидшому затуханню коливальних процесів.

Проведений аналіз перехідних процесів дозволив запропонувати методику вибору таких раціональних параметрів підйомно-опускних пристроїв ПФМ, які забезпечують найшвидше затухання коливальних процесів.

Рекомендовані оптимальні або близькі до оптимальних умов тривалості перехідних процесів можна реалізувати відповідним підбором мас елементів приводу і платформи, а також раціональним вибором жорсткості пружних елементів, які є в кінематичному ланцюзі підйомно-опускного пристрою.

5.ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ, ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ТА ОРІЄНТУВАННЯ ПАКЕТІВ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ

Загальними для всіх технологій переробки пакетів вантажів в потоково-транспортних системах і найбільш трудомісткими є операції транспортування, перевантаження та орієнтування пакета вантажів.

При перевантаженні і переорієнтуванні пакетів характер операцій має складну природу, через необхідність враховувати не тільки види взаємодій пакета з конструктивними елементами машини, але і

взаємодію одиничних вантажів одного з іншим в пакеті в процесі переміщення.

Основною особливістю виконання даних операцій є збереження цілісності і формостійкості пакета вантажів. А тому важливою є задача визначення допустимих кінематичних і динамічних параметрів пристроїв переміщення і переорієнтування пакета вантажів в потоково-транспортних системах.

При переміщенні пакетів в потоково-транспортних системах розрізняють чотири види стійкості: статична стійкість; кінематична стійкість; динамічна стійкість розгону і динамічна стійкість гальмування. Особливу увагу в роботі приділено дослідженню динамічної стійкості пакета в період розгону і гальмування, тому що процеси розгону і гальмування є найбільш небезпечними з точки зору втрати його стійкості. Розглянуті варіанти оцінки динамічної стійкості пакета при зсовуванні одиничних вантажів по площині формування і при перекиданні стопи вантажів.

В результаті математичного моделювання стійкості пакета вантажів при здійсненні операцій переміщення одержані функціональні залежності, за допомогою яких можливо: встановити характер переміщення пакетів під дією фрикційно-інерційних сил у випадку зсовування одиничних вантажів по площині формування і перекидання стопи пакета; визначити умови, при яких буде забезпечено стійкість і цілісність вантажів при їх обробці в потоково-транспортних системах; провести вибір раціональних параметрів транспортуючих пристроїв для переміщення пакетів вантажів.

В потоково-транспортних системах для виконання операцій орієнтування пакета по відношенню до його напрямку руху широко застосовуються поворотні платформи. Бажання одержати максимальну продуктивність потокової лінії при одночасному обмеженні динамічного впливу на вантажі призводить до пошуку оптимального за швидкістю закону руху пакета при його орієнтуванні в горизонтальній площині.

Проведені аналітичні дослідження дозволили визначити максимальне значення швидкості $\dot{\varphi}'_p = \dot{\omega}'_{\max, p}$ як функції кута повороту φ пакета при умові неперекидання стопи з n -вантажів і незрушення одиничних вантажів.

Технологічний процес скріплення безпіддонних пакетів термоусаджувальною полімерною плівкою передбачає переорієнтацію пакета на 180° у вертикальній площині. Переорієнтація пакета у вертикальній площині здебільшого здійснюється за допомогою двох стрічкових конвейєрів, які розташовані один над одним на рухомих і нерухомих напрямних. Збільшення продуктивності кантувача можливе шляхом зменшення часу повороту пакета на 180° , що призводить до збільшення кутової швидкості та прискорення. При цьому особливу небезпеку викликає можливе випадання вантажу крайньої стопи пакета на початку повороту та в період гальмування.

Якщо розглянути поворот пакета в режимі розгону, то найбільш несприятливі умови будуть для вантажів, центр мас яких найбільш віддалений від осі обертання пакета (вантаж перший та третій) (рис.7).

Рівняння для визначення максимального значення швидкості обертання першого вантажу за умови зберігання його нерухомості в пакеті запишемо у вигляді

$$\dot{\varphi}'_p = \left\{ \frac{C_1 \cdot b_1}{a_1^2} \left(1 - \exp\left(-2 \frac{b_1}{a_1} \cdot \varphi\right) \right) - \frac{2g \cdot f_1 \cdot a_1}{4b_1^2 + a_1^2} \left(\sin\varphi + \frac{2b_1}{a_1} \cos\varphi - \frac{2b_1}{a_1} \cdot \exp\left(-2 \frac{b_1}{a_1} \varphi\right) \right) + \frac{2g \cdot a_1}{4b_1^2 + a_1^2} \left(2 \frac{b_1}{a_1} \sin\varphi - \cos\varphi - \exp\left(-2 \frac{b_1}{a_1} \varphi\right) \right) \right\}^{0.5}, \quad (15)$$

де $a_1 = r_1(f_1 \cdot \cos\beta_1 + \sin\beta_1)$, $b_1 = r_1(\cos\beta_1 + f_1 \cdot \sin\beta_1)$; $c_1 = (f_0 + f_1)P_{CT} \cdot m^{-1}$;

r_1 - відстань від центра обертання пакета до центра мас першого вантажу; β_1 - кут між додатним напрямком осі OX і радіусом r_1 ; f_0 - коефіцієнт тертя ковзання між площиною конвейєра і вантажем; f_1 - коефіцієнт тертя ковзання між одиничними вантажами в площині формування пакета; φ - кут повороту пакета; P_{CT} - зусилля стискування

вантажів в пакеті, яке забезпечує стабілізацію розмірів пакета за висотою і нерухомість вантажів при дії на них інерційних сил.

З застосуванням аналогічних математичних прийомів в роботі одержано математичні залежності для визначення величин швидкості обертання третього та інших вантажів за умови зберігання їх нерухомості в пакеті в період розгону і гальмування. Результати розрахунків максимального значення $\dot{\varphi}$ швидкості для першого і п'ятого вантажів як функції повороту пакета при виконанні умови їх нерухомості наведені у вигляді графіків (рис.8). Якщо відомі закони переміщення пакета в кожному з режимів роботи, можна визначити мінімально можливий час переорієнтування пакета, який буде відповідати максимальній продуктивності

$$T_{\min} = t_p + t_r \quad (16)$$

Значення величин часу розгону і гальмування механізмів установки можна визначити, проінтегрувавши вирази для визначення $\dot{\varphi}_p$ і $\dot{\varphi}_r$:

$$t_p = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\dot{\varphi}_p(\varphi)} \quad ; \quad t_r = \int_{\varphi}^{\pi} \frac{d\varphi}{\dot{\varphi}_r(\varphi)} \quad (17)$$

Як приклад реалізації оптимального за швидкістю закону руху в роботі наведена методика розрахунку раціональних параметрів установок з коливальним циліндром для переорієнтування пакета вантажів у вертикальній площині.

6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Основною метою експериментальних досліджень є визначення величин параметрів, які входять в математичні моделі, і перевірка адекватності одержаних математичних моделей реальним процесам.

До першої групи експериментів можна віднести: визначення коефіцієнтів тертя ковзання вантажів на несучих площинах; визначення коефіцієнтів відновлення швидкості вантажів при ударі і визначення

допустимих величин ударних імпульсів при ударах вантажів з конструктивними елементами машин; визначення міцності і жорсткості вантажів. Враховуючи те, що дані експерименти відносяться до розряду простих і проводяться за відносно нескладними методиками, в роботі приведені тільки їх результати без детального опису.

Друга група експериментальних досліджень присвячена перевірці адекватності одержаних математичних моделей реальним процесам. Зважаючи на те, що математичне моделювання більшості операцій здійснювалося аналогічними прийомами і при однакових припущеннях, немає необхідності в експериментальній перевірці кожного з них. Експериментальне забезпечення виконаних досліджень проілюстровано на таких найбільш характерних операціях: перевантаження вантажів з подаючого на магістральний конвейер, який розташований під кутом 90° до напрямку подачі вантажів; орієнтування одиничних вантажів напрямною площиною на гравітаційному спускові; укладання вантажів відвідною неприводною роликвою доріжкою; накопичення вантажів на рухомій платформі підйомно-опускного пристрою; переорієнтування пакета вантажів у вертикальній площині. В роботі приведено детальний опис експериментальних установок, методики проведення експериментів і аналіз одержаних результатів.

Методичною основою експериментальних досліджень були статистичні методи планування і обробки результатів експериментів.

Експериментальні дослідження виконувалися в науково-дослідній лабораторії кафедри "Технічна механіка і пакувальна техніка" УДУХТ і на дослідно-експериментальному заводі УкрНВО "Сіль" під керівництвом і при безпосередній участі автора спільно з С.П. Погребняком і І.В. Голоперовим. На основі порівнянь результатів експериментальних і теоретичних досліджень встановлено, що їх відхилення в більшій частині операцій, які досліджувалися, не перевищували 12%. При порівнянні кінематичних і динамічних параметрів підйомно-опускного пристрою відхилення теоретичних значень від експериментальних не перевищували

19%. Наведені результати дозволяють зробити висновок про правомірність прийнятих при теоретичних дослідженнях припущень і адекватності одержаних математичних моделей реальним процесам обробки вантажів в потоково-транспортних системах.

7. РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИ СТВОРЕННІ ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

В даному розділі наведені основні положення методики розробки потоково-транспортних систем. Виділені основні етапи методики і характерні групи параметрів: кінематичні; геометричні; силові і часові, якими характеризується обладнання потоково-транспортних систем. Наведені рекомендації з розрахунку і вибору цих параметрів з урахуванням фізико-механічних властивостей вантажів і конкретних умов експлуатації обладнання.

Одержані в дисертаційній роботі результати досліджень були використані при розробці нових технічних рішень обладнання, яке призначене для ліній укрупнення вантажних одиниць і при створенні і впровадженні потоково-транспортних систем на підприємствах макаронної, соляної і молочно-консервної галузей промисловості.

На основі аналізу прикладного аспекту проведених досліджень, а також вивчення і систематизації вітчизняного і закордонного обладнання, яке призначене для укрупнення вантажних одиниць, були запропоновані нові конструктивні рішення в галузі пакетоформуючої і пакетоскріплюючої техніки, які захищені 11 авторськими свідоцтвами на винаходи.

Відповідні документи, які підтверджують впровадження і економічну ефективність використання результатів досліджень, наведені в додатках до дисертаційної роботи.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ

Виконаний комплекс теоретичних і експериментальних досліджень, дослідно-конструкторських розробок дозволив вирішити актуальну, яка

має важливе народногосподарське значення, наукову проблему - "Розробка наукових основ розрахунку параметрів потоково-транспортних систем харчових виробництв".

Одержані результати роботи направлені на впровадження індустріальних технологій виконання НРТС-робіт на харчових підприємствах, які передбачають звільнення робітників від важкої ручної праці і застосування прогресивних високоефективних форм організації перевезення вантажів з продукцією харчових виробництв.

Основні результати роботи містяться в наступному.

1. На основі проведених досліджень встановлено особливості розрахунку продуктивності потоково-транспортних систем, одержано функціональні залежності, які відображають вплив власних і залежних простоїв машин системи на коефіцієнт технічного використання і тим самим на їх технічну продуктивність. Розроблено методику розрахунку раціональних параметрів місткості міжмашинних накопичувачів потоково-транспортних систем при заданій продуктивності машин і тривалості їх простоїв.

2. Розроблено узагальнену методику визначення параметрів складного плоского руху вантажів в перевантажувальних і орієнтуючих пристроях, характерними особливостями якої є: поетапне математичне моделювання процесу переміщення вантажів з використанням геометричних зв'язків; застосування апроксимаційних залежностей для визначення головного вектора і головного моменту сил тертя; оцінка впливу коефіцієнта удару на кінематичні параметри руху вантажів. З використанням узагальненої методики розрахунку проведено дослідження процесів переміщення вантажів з подаючого на магістральний конвейер, який розташований під кутом до напрямку подачі вантажів, і орієнтування вантажів на гравітаційних спусках. В результаті досліджень розроблено методику розрахунку і рекомендації з вибору кінематичних, силових, геометричних параметрів перевантажувальних пристроїв.

3. Вперше запропоновано узагальнену методику визначення раціональних параметрів процесу орієнтування тарно-штучних вантажів на несучій площині з урахуванням закону розподілення тиску на опорній поверхні вантажу. Встановлено, що відповідною зміною закону розподілення тиску на опорній поверхні вантажу можна інтенсифікувати процес орієнтування.

4. На основі дослідження динамічних процесів в пристроях формування структурних елементів транспортного пакета розроблено методики розрахунку вибору параметрів: електроприводного механізму зіштовхування, який призначений для формування шару вантажів; механізмів для укладання шару вантажів, які виконані у вигляді рухомих ступок або відвідних роликівих доріжок; підйомно-опускних механізмів з урахуванням впливу перехідних процесів на якість формування пакета.

5. Одержано аналітичні залежності і теоретично обґрунтовано методи оцінки стійкості пакетів вантажів при їх переміщеннях, перевантаженнях і переорієнтуванні в горизонтальній і вертикальній площинах.

6. Запропоновано методику розрахунку раціональних геометричних, кінематичних і динамічних параметрів механізму з коливальним циліндром для переорієнтування пакета вантажів, а також методику реалізації оптимального за швидкістю закону руху пакета при його переорієнтуванні.

7. Експериментальна перевірка вірогідності теоретичних результатів досліджень підтвердила адекватність розроблених математичних моделей реальним процесам переміщення вантажів в потоково-транспортних системах. Одержані експериментальні дані про коефіцієнти тертя, коефіцієнти удару, міцність і жорсткість деяких найбільш поширених видів транспортної тари, яка заповнена продукцією харчових виробництв, дозволяють використовувати результати проведених досліджень для промисловості.

8. Основні результати дисертаційної роботи можна застосовувати при вирішенні задач проектування потоково-транспортних систем і дозволяють зокрема:

- здійснювати вибір і компоновку потоково-транспортної системи, її конвейсних засобів і розраховувати необхідні швидкості транспортування вантажів і місткості накопичувачів;

- розраховувати і вибирати параметри перевантажувальних пристроїв на основі кінематичного і динамічного аналізів руху вантажів;

- здійснювати обґрунтований вибір технологічних і кінематичних схем пакетоформуючих і пакетоскріплюючих машин з урахуванням фізико-механічних властивостей вантажів і специфіки укрупнених вантажних одиниць;

- знаходити раціональні конструктивні рішення пристроїв і механізмів, які реалізують операції переміщення вантажів і формування укрупнених транспортних одиниць;

- визначати раціональну компоновку обладнання, яке входить до складу потоково-транспортної системи;

- проводити аналіз режимів роботи обладнання потоково-транспортної системи з метою визначення продуктивності і пошуку резервів її підвищення.

9. Наукові основи розрахунку параметрів потоково-транспортних систем, що розроблені в дисертаційній роботі, носять універсальний характер і можуть бути рекомендовані для застосування при проектуванні подібного обладнання для будь-яких тарно-штучних вантажів, що мають форму паралелепіпеда, з урахуванням специфіки їх властивостей як об'єктів обробки.

10. Результати дисертаційної роботи були використані при розробці нових технічних рішень обладнання, яке призначене для ліній укрупнення вантажних одиниць, і при створенні та впровадженні високоефективних потоково-транспортних систем на підприємствах макаронної, соляної,

молочно-консервної промисловості. Запропоновані при розробці поточкових ліній для укрупнення вантажних одиниць нові технічні рішення захищені 11 авторськими свідоцтвами на винаходи.

Сумарний економічний ефект від впровадження результатів роботи перевищує 1,1 млн.крб., в тому числі від впровадження поточкових ліній 830 тис. крб. Економічний потенціал наукових розробок при розширенні обсягу впровадження перевищує 1,2 млн. крб. Розрахунки виконані в цінах 1990 р.

Результати дисертаційної роботи також були використані при розробках:

- концепції Держхарчопрому України "Механізація заключних операцій харчових виробництв";

- технологічних схем комплексної механізації заключних операцій з фасованими у споживчу тару хлібопродуктами для: Донецької, Хмельницької, Чернігівської, Сімферопільської макаронних фабрик; Київського, Львівського, Кулиндорівського комбінатів хлібопродуктів;

- методичних рекомендацій з вибору, обґрунтуванню та впровадженню індустриальних технологій фасувально-пакувальних та НРТС-робіт з сипучими хлібопродуктами.

Матеріали дисертації застосовуються в науково-дослідній практиці і в навчальному процесі при читанні курсу лекцій з дисципліни "Механізація навантажувально-розвантажувальних і транспортно-складських робіт" (для спеціальності "Машини і апарати харчових виробництв"), при виконанні студентами курсових і дипломних проєктів, а також при розробці методичних матеріалів з дисциплін "Технології пакування і зберігання упакованої продукції", "Пакувальне обладнання", "Розрахунок і конструювання пакувального обладнання" (для спеціальності "Машини і технологія пакування").

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ, ЩО ВІДОБРАЖАЮТЬ

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Средства механизации операций укрупнения грузовых единиц пищевых производств /Кривопляс А.П.,Сторижко И.И.,Гавва А.Н., Масло Н.А. -М., 1990.-37 с.-/Обзор информ./ АгроНИИТЭНПП/.
2. Буров А.А., Кукибный А.А., Гавва А.Н. Прочность и жесткость тары при пакетировании пищевых продуктов. /Пищ.пром-ность.-1983 -N4-с.48-49/
3. Гавва А.Н.Развитие методов расчета и оценки параметров машин для пакетирования штучных грузов пищевой промышленности.- Автореф. дис...канд. техн. наук.-1986.-24 с.
4. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Определение значений равнодействующей системы сил трения, действующей на опорную поверхность груза / Пищ. пром-сть.-1991.-Вып.37.с. 27-32/.
5. Линия для укладывания пачек с макаронами в тару-оборудование /Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Захаревич В.Б. и др.-М.:Хлебопродукты.-1992.-N6-с.16-17/.
6. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Распределение давления в зоне контакта груза с несущей плоскостью при его ориентировании. /Пищ. пром-сть,- 1992.-Вып.38.-с.9-13/.
7. Гавва А.Н. Параметры ориентирования штучных грузов на ленте конвейера /М.:Хлебопродукты.-1992.-N9-с.17-21/.
8. Комплекс обладнання /Кривопляс О.П., Сторіжко Й.І., Гавва О.М. і інші. -Київ.:Харчова і переробна промисловість.-1992.-N11-с.25-26.
9. Гавва А.Н. Метод расчета процесса ориентирования штучных грузов неподвижным упором /Пищ. пром-сть.-1995.Вып.40.-с.20-23/.
10. Гавва А.Н. Определение параметров процесса ориентирования штучных грузов направляющей плоскостью //Пищ.пром-сть.-1995.-Вып.40.-с.23-27.
11. Гавва О.М., Кривопляс О.П., Сторіжко Й.І. Розрахунок пристрою переорієнтації транспортного пакета //Наукові праці Укр. держ. ун-ту харчових технологій-1993.-N1.-с.176-185.

12. Гавва О.М. Розрахунок механізму укладання продовольчих тарно-штучних вантажів парами //Наукові праці Укр. держ. ун-ту харчових технологій-1996.-N3.

13. А.с. СССР N1134505. Устройство для поштучной выдачи изделий из пакета /Кривопляс А.П., Лебедь В.В., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 15.01.85. Бюл. N2.

14. А.с. N1239065. Пакетоформирующая машина для штучных грузов /Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Лебедь В.В. и др.-Опубл. 07.01.87. Бюл. N1.

15. А.с. СССР N1133176. Контейнер /Гавва А.Н., Лебедь В.В., Кривопляс А.П. и др.-Опубл.07.01.85. Бюл. 1.

16. А.с. СССР N1281488. Устройство для ориентирования изделий на конвейере /Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Волчко А.И. и др.-Опубл.07.01.87. Бюл. N1.

17. А.с. СССР 1331733 Устройство для подачи изделий на упаковку /Волчко А.И., Кривопляс А.П., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 23.08.87. Бюл. N31.

18. А.с. СССР N1232577 Устройство для группирования изделий /Кривопляс А.П., Волчко А.И., Гавва А.Н., и др.-Опубл. 23.05.86. Бюл. N19.

19. А.с. СССР N1495207. Устройство для группирования изделий /Кривопляс А.П., Волчко А.И., Гавва А.Н., Захаревич В.Б.-Опубл. 23.07.89. Бюл. N27.

20. А.с. СССР N1720966. Устройство для опрокидывания контейнеров с опорными стойками /Захаревич В.Б., Кривопляс А.П., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 23.03.92. Бюл. N11.

21. А.с. СССР N1757963. Устройство для группирования изделий /Захаревич В.Б., Кривопляс А.П., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 30.08.92. Бюл. N 32.

22. А.с. СССР N1787903. Устройство для ориентирования штучных изделий /Волчко А.И., Кривопляс А.П., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 15.01.93. Бюл. N2.

23. А.с. СССР N1835375. Устройство для укладки изделий в тару /Кривопляс А.П., Захаревич В.Б., Гавва А.Н. и др.-Опубл. 23.08.93. Бюл. N31.

24. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Исследование операции укладки слоя штучных грузов в пакетформирующей машине /Деп. в УкрНИИНТИ -1985.-N2159.-39 с.

25. Гавва А.Н., Кривопляс А.П., Семенько А.В. Исследование динамических процессов в подъемно-опускных устройствах пакетформирующих машин. /Деп. в УкрНИИНТИ.-1985-N 2160.37 с.

26. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Уменьшение динамических воздействий на формируемый пакет в подъемно-опускных устройствах пакетформирующих машин. //Деп. в УкрНИИНТИ.-1986-N 1183.-с.13.

27. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Оптимизация параметров переходных процессов в подъемно-опускных устройствах пакетформирующих машин./Деп. в УкрНИИНТИ -1986-N 1184.-с.21.

28. Гавва А.Н., Кривопляс А.П., Задорожная Г.А. Обзор и пооперационный анализ технологических схем современного оборудования для машинного пакетирования штучных грузов /Деп. в УкрНИИНТИ, 1987, N 1742.-36 с.

29. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Определение основных параметров процесса перемещения грузов сталкивающим механизмом /Деп. в УкрНИИНТИ-1987-N2159-24 с.

30. Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Волчко А.И. Расчет параметров устройства для ориентирования штучных грузов /Деп. в УкрНИИНТИ-1987-N1201-24 с

31. Гавва А.Н. Динамика сталкивающего механизма с электроприводом в устройствах формирования слоя ПФМ /Деп. в УкрНИИНТИ-1989-N101-37 с.

32. Захаревич В.Б., Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Определение рациональных параметров кантователей тары-оборудования с продовольственными продуктами /Деп. в УкрНИИНТИ-1989-N2171-25 с.

33. Захаревич В.Б., Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Волчко А.И. Исследование динамики движения опрокидывателей тары с мелкоштучными изделиями пищевой промышленности /Деп. в УкрНИИНТИ-1989-N2316-24 с.

34. Гавва А.Н. Особенности исследования динамических процессов в механизмах выделения единичного поддона из стопы /Деп. в УкрНИИНТИ-1991-N658-35 с.

35. Погребняк С.П., Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Определение рациональных параметров устройств переориентации пакетов /Деп. в АгроНИИТЭН-1991-N2446-38 с.

36. Погребняк С.П., Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Исследование операций перемещения пакетов фасованной соли под действием фрикционно-инерционных сил /Деп. в АгроНИИТЭН-1991-N2447-37 с.

37. Гавва А.Н., Кудрявцев Г.П., Голоперов И.В. Исследование операции перемещения штучного груза вдоль направляющей плоскости при неравномерном распределении давления по опорной поверхности /Деп. в УкрИНТЭН-1992-N684-28 с.

38. Гавва А.Н., Голоперов И.В. Исследование параметров процесса ориентирования штучных грузов направляющей плоскостью на ленте конвейера методом многофакторного эксперимента /Деп. в УкрИНТЭН-1992-N1380 -19 с.

39. Гавва О.М. Продуктивність і надійність потокових ліній для укрупнення тарно-штучних вантажів підприємств харчової промисловості /Деп. в ДНТБ України-1996 N259-51 с.

40. Кривопляс А.П., Лебедь В.В., Гавва А.Н. Механизация операций пакетирования картонных ящиков с макаронными изделиями. /Республ.научн.-техн. конф. "Пути сокращения применения ручного труда в отраслях пищевой промышленности":Тез. докл.,Запорожье, 1984.-Вып. 1.-с.20-22.

41. Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Сторишко И.И. Совершенствование средств формирования транспортных пакетов. /Республ. науч.-техн. конф.

"Дальнейшее повышение уровня механизации погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ в отраслях пищевой промышленности": Тез. докл.-Ворошиловград, 1987.-Вып.1.-с.6-7.

42. Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Развитие научно обоснованных методов расчета и оценки параметров пакетоформирующих машин для штучных продовольственных грузов /Всесоюзная науч.-техн. конф. специалистов соляной промышленности "Повышение эффективности процессов добычи и переработки соли": Тез. докл.-Артемовск, 1988 -145-146 с.

43. Захаревич В.Б., Гавва А.Н., Кривопляс А.П. Определение оптимальных параметров пневмопривода устройства стыковки тары-оборудования с укладочной машиной /Республ. науч.-техн. конф."Технический уровень предприятий перерабатывающей промышленности Госагропрома УССР и качество выпускаемой продукции": Тез. докл. Кировоград, 1989-с.10-11.

44. Создание оборудования для бесподдонного пакетирования фасованной соли /Погребняк С.П.,Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Любимов В.М.-Республ.научно-технич. конфер. "Технический уровень предприятий перерабатывающей промышленности Госагропрома УССР и качество выпускаемой продукции": Тез. докл. Кировоград, 1989-с.24-26.

45. Комплексная механизация ПРТС работ на Хмельницкой макаронной фабрике /Гавва А.Н., Кривопляс А.П., Сторижко И.И., Егурнов Е.Г.-Республ. научно-техн. конф. "Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК".: Тез. докл. Киев, 1991, с. 414-415.

46. Кривопляс А.П., Гавва А.Н., Сторижко И.И. Совершенствование средств формирования транспортных пакетов /Всесоюзная научно-технич. конф. "Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок".: Тез. докл. Киев, 1991, ч.II. с.55-56.

47. Гавва А.Н., Кривопляс А.П., Погребняк С.П. Определение рациональных параметров механизмов и устройств линий скрепления бесподдонных пакетов продовольственных грузов /Всесоюзная научно-технич. конф. "Совершенствование технологических процессов производства новых видов пищевых продуктов и добавок.:Тез. докл. Киев, ч. II.с. 26-27.

48. Комплекс устаткування для укрупнення дрібно-штучних вантажів у соляній промисловості /Кривопляс О.П., Гавва О.М., Масло М.А. та інші - Міжнародна науково-технічна конференція "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК":Тез. доп., Київ,-1993-с.477-478.

49. Гавва О.М., Голоперов І.В. Розробка методики розрахунку операцій переміщення тарно-штучних вантажів з подаючого на магістральний конвейєр /Міжнар. науково-технічна конф. "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК": Тез. доп., Київ-1993-с. 481-482.

50. Розробка концепції Держхарчпрому України по механізації кінцевих операцій харчових виробництв /Кривопляс О.П., Гавва О.М., Сторіжко Й.І. та інші -Всеукр. науково-технічна конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість": Тез. доп., Київ,-1995-с.378-379.

51. Кінематичний і динамічний синтез механізмів з коливальним пневмоприводом в пакувальних машинах /Гавва О.М., Чижик О.В., Кривопляс О.П., Захаревич В.Б.-Всеукр. науково-техн. конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість": Тез. доп., Київ,-1995-с.384-385.

Гавва А.Н. Научные основы расчета параметров поточно-транспортных систем пищевых производств.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности **05.18.18-** машины и агрегаты пищевой, микробиологической и фармацевтической промышленности, Украинский государственный университет пищевых технологий, Киев, 1996.

Защищается **62** научные работы и **11** авторских свидетельств, которые содержат теоретические исследования в области создания высокоэффективных поточно-транспортных систем пищевых производств, а также результаты экспериментальных исследований. Установлена особенность компоновки поточно-транспортных систем пищевых производств и разработана методика расчета оптимальных значений вместимости межмашинных конвейеров-накопителей. Разработана обобщенная методика определения рациональных параметров сложного плоского движения грузов в перегрузочных, ориентирующих устройствах и механизмах формирования укрупненных грузовых единиц. Теоретически обоснованы методы оценки устойчивости пакетов грузов при их перемещении, перегрузке и переориентировании в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Осуществлено промышленное внедрение поточно-транспортных систем, линий укрупнения грузовых единиц на предприятиях макаронной, соляной, молочно-консервной промышленности.

Gavva O.M. Scientific bases of flow transporting systems' parameters for food industry.

Dissertation is on competition for a doctor's degree of technical sciences on speciality **05.18.18** - machines and aggregates of food, microbiological and pharmaceutical industries, Ukrainian State University of food technology, Kiev, 1996.

62 scientific works and **11** author's certificates are defended. They contain theoretical researches of highly effective flow transporting systems and results of experimental investigations. Peculiarity of flow transporting systems arrangement and their between-machines conveyers-accumulators capacity optimal value calculations were established. Load's compound plane motion parameters generalized design procedure was worked out for reloading, orienting devices and unit load assembling mechanisms. Palletized loads stability estimation methods are theoretically grounded for transference, reloading and reorienting of loads.

Industrial inculcation of flow transporting systems, palletizing and unit load wrapping lines was realized on enterprises of macaroni, salt-processing and dairy-canning industries.

Ключові слова:

потоково-транспортна система; одиничні вантажі; укрупнені вантажі; операції переміщення, орієнтування, перевантаження, скріплення.

Handwritten signature

832.833 A

Підп. до друку 09.10.96р. Формат 60x84 1/16. Папір
друк. №2. Друк офсетний. Умовн. др. арк. 2,79. Умовн. фарбо-відб. 2,90.
Облік.-вид. арк. 2,18. Тираж 130. Зам. 1011.

Дільниця оперативної поліграфії при Державній академії
легкої промисловості України.
252011, Київ-II, вул. Немировича-Данченко, 2.

401 448

