

УДК 621.86.067.2:621.565:664.8.037

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІДКАЧКИ ПОВІТРЯ ПРИ ДОЗОВАНІЙ ПОДАЧІ ПОДРІБНЕНОЇ КАРТОПЛІ ЖИВИЛЬНИКОМ-НАСОСОМ

Ломейко А.П., інженер*

Таврійська державна агротехнічна академія

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація - робота присвячена визначенню експериментальних параметрів і режимів роботи живильника-насоса при дозованій подачі подрібненої картоплі до флюїдизаційного апарату з одночасною відкачкою атмосферного повітря та порівнянню результатів з теоретичними дослідженнями.

Ключові слова – живильник-насос, флюїдизаційний апарат, критерій оптимізації, швидкість дії, пошкодження подрібненої картоплі.

Постановка проблеми. Однією з найважливіших проблем України на теперішній час є забезпечення населення продуктами харчування на основі раціонального використання сільськогосподарської сировини, скорочення її втрат, підвищення ефективності виробництва у всьому агропромисловому комплексі. За даними Міжнародного інституту холоду, щорічно втрачається від 20 до 30 відсотків усіх вироблених у світі продуктів харчування, що складає майже мільярд тонн. Із зазначеної кількості не менш ніж 50 відсотків – це швидкопсувні продукти, збереження яких можливо тільки за допомогою холоду. Значною частиною з цих швидкопсувних продуктів є овочі [1]. За даними Ф.Байяра 25% коренеплодів потребують заморожування. Адже ця продукція потребує особливих умов зберігання. Заморожена овочева продукція в повній мірі може називатися функціональною, тому що вона містить вітаміни С і групи В, β -каротин, пектинові речовини, клітковину і мінеральні речовини [2].

Аналіз останніх досліджень. В останні роки у всьому світі спостерігається збільшення виробництва заморожених картопляних продуктів. Основним асортиментом заморожених виробів є картопля фрі, який виробляють у трьох видах: смажений, підсмажений і несмажений. Вимиту та очищену картоплю подрібнюють на кубики

* Науковий керівник – к.т.н., доцент Стручаєв М.І.

або скибочки, причому форма часток і ступень подрібнення залежить від призначення продукту[3].

Для заморожування подрібнених овочів, в тому числі картоплі, найбільш раціонально використовувати флюїдизаційні апарати[4]. Теоретичні та експериментальні дослідження процесу заморожування продукції у флюїдизаційному апараті довели, що за рахунок зменшення потрапляння вологого атмосферного повітря у морозильну камеру разом з продуктом, який завантажується через відкриті вікна подачі сировини, енергоємність апарату зменшується до 5% відсотків[5,6].

Використання живильника-насоса [7,8], призначеного для дозування мілких або подрібнених плодів, овочів та ягід з одночасним відкачуванням атмосферного повітря, для завантаження продукції у флюїдизаційний апарат дозволяє вирішити існуючий недолік, щодо його енергоємності.

Експериментальні дослідження процесу відкачки атмосферного повітря при дозованій подачі плодів черешні за допомогою живильника-насоса підтвердили доцільність та ефективність його використання для плодової продукції. До того ж були визначені оптимальні режими роботи пристрою для завантаження продукції при подачі у флюїдизаційний апарат[6].

Постановка завдання. Основним завданням роботи було експериментальне визначення конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи живильника-насоса при дозованій подачі подрібненої картоплі з одночасною відкачкою атмосферного повітря, а також порівняння результатів експерименту з теоретичними дослідженнями[8,9].

Основна частина. Експериментальні дослідження проводилися з використанням активних експериментів та методу математичного планування експериментів [11]. Статистична обробка результатів експериментальних та теоретичних досліджень проводилася за допомогою IBM-сумісних ПК з використанням табличного процесора Excel.

Для проведення експериментальних досліджень розроблена автором лабораторна установка (рис.1). Конструкція установки складається з станини 1, живильника-насоса 7, приводу 3, транспортер для подачі продукту 8, накопичувач продукту 11, теплообмінника 10, регулятора частоти обертання 5 та контрольно-вимірювальних приладів 2, 4, 9. Установка підключена до джерела живлення перемінного струму 6.

Конструкція живильника-насоса дозволяє змінювати в межах інтервалу варіювання основні фактори (частота обертання, відносний ексцентриситет, число лопатів)[5], що впливають на робочий процес відкачки атмосферного повітря при одночасній подачі продукту на

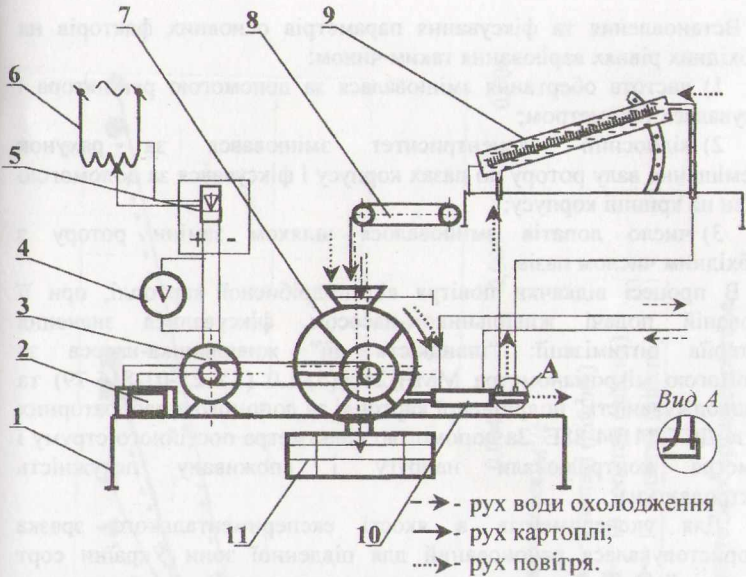


Рис. 1. Схема лабораторної установки:

1 – станина; 2 – тахометр; 3 – привод живильника-насоса; 4 – вольтметр; 5 – регулятор частоти обертання; 6 – джерело живлення; 7 – живильник-насос; 8 – транспортер; 9 – мікроманометр; 10 – теплообмінник; 11 – накопичувач подрібненої картоплі.

подаляшу переробку. виготовлення корпусу, лопатів, дисків, що відсікають робочу полоть від атмосфери, і торцеві кришки живильника-насоса, виготовлені з органічного скла, що дозволяє візуально спостерігати за його робочим процесом.

Експеримент проводився у такій послідовності: подрібнена на кубики картопля подавалася транспортером (600-800 кг/год – для апарату малої продуктивності) до завантажувального вікна живильника-насоса; продукт захоплювався лопатями живильника-насоса; атмосферне повітря поступово відкачувалося від картоплі за рахунок ексцентриситету ротору та теплообмінної системи живильника-насоса; подрібнена картопля з відділеним повітрям вивантажувалася у ізолюваний накопичувач.

При проведенні експериментальних досліджень прийняті такі рівні і інтервали варіювання факторів. Частота обертання ротору живильника-насоса n змінюється від 0,17 до 1,85 об/с з інтервалом 0,83 об/с, відносний ексцентриситет $\bar{\lambda}$ від 0,04 до 0,25 з інтервалом варіювання 0,105, число лопатів від 4 до 16 шт. з інтервалом 6 шт., подача продукту при 600-800 кг/год.

Встановлення та фіксування параметрів основних факторів на необхідних рівнях варіювання таким чином:

- 1) частота обертання змінювалася за допомогою регулятора і фіксувалася тахометром;
- 2) відносний ексцентриситет змінювався за рахунок переміщення валу ротору по пазах корпусу і фіксувався за допомогою шкали на кришці корпусу;
- 3) число лопатів змінювалося шляхом заміни ротору з необхідним числом пазів.

В процесі відкачки повітря від подрібненої картоплі, при її дозованій подачі живильником-насосом, фіксувалися значення критеріїв оптимізації: “швидкість дії” живильника-насоса за допомогою мікроманометра ММН-2400(5)-1.0 (ТУ-25-01-816-79) та “пошкоджуваність” подрібненої картоплі за допомогою лабораторних ваг за ДСТ 24104-88Е. За допомогою вольтметра постійного струму і ватметра контролювали напругу і споживану потужність електродвигуна.

Для експериментів в якості експериментального зразка використовувалася районованій для південної зони України сорт картоплі Лорх (рекомендована для заморожування), яка попередньо нарізалася на кубики розмірами 10x10x10мм. Після проведення експерименту продукт з накопичувача розподілявся на дві фракції (ушкоджена, у межах припустимих вимогами, та неушкоджена картопля) і визначався відсоток механічних пошкоджень продукту, який не повинен перевищувати для подрібненої картоплі 3 відсотка[4,5,12].

План проведення експерименту включав 27 дослідів, що був реалізований у триразовій повторності, і його результати були оброблені на ЕОМ за допомогою прикладних програм, згідно з методикою проведення експерименту[11].

Аналіз отриманих значень параметрів роботи живильника-насоса показує, що на критерій оптимізації “швидкість дії” найбільше впливає частота обертання ротора та число лопатів, враховуючи що відносний ексцентриситет ($\lambda = 0,04 - 0,25$) дуже обмежений припустимим тиском на подрібнену картоплю. При порівнянні отриманої дійсної швидкості дії з теоретичною (Рис.2) видно, що відхилення складає не більше 4 відсотків.

При аналізі впливу параметрів на “пошкоджуваність” продукту (рис.3) спостерігається перевищення допустимого значення незначних пошкоджень для подрібненої картоплі сорту Лорх (не більш 3 відсотків[4,5]) при частоті обертання 1,6 об/с, якщо ротор має 10,

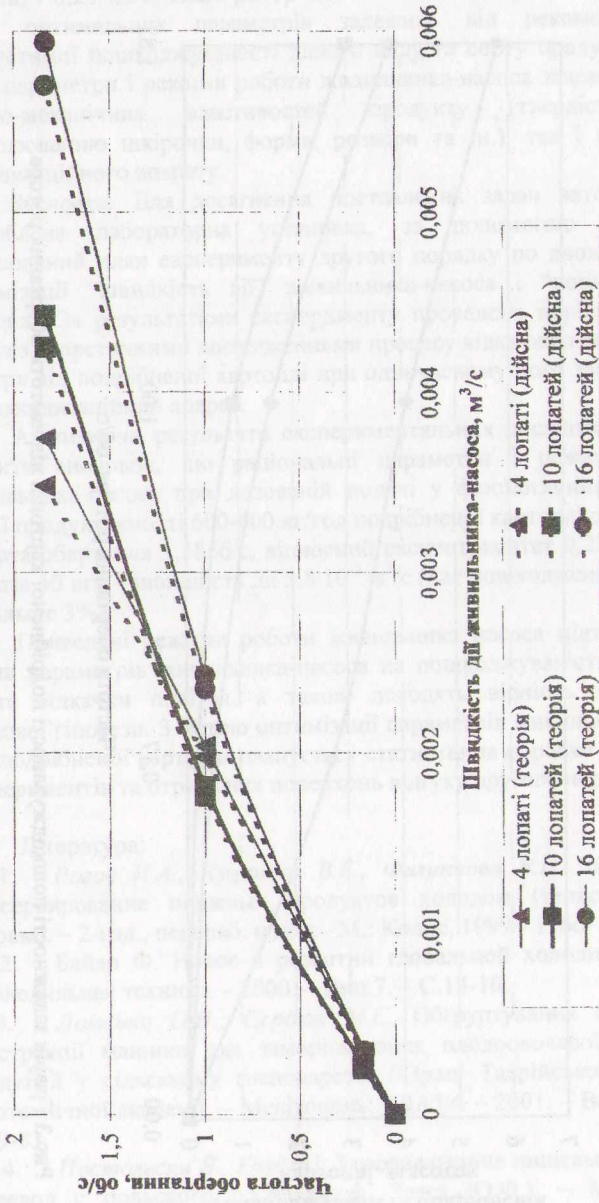


Рис.2 Графік залежності швидкості дії живильника-насоса від частоти обертання ротора

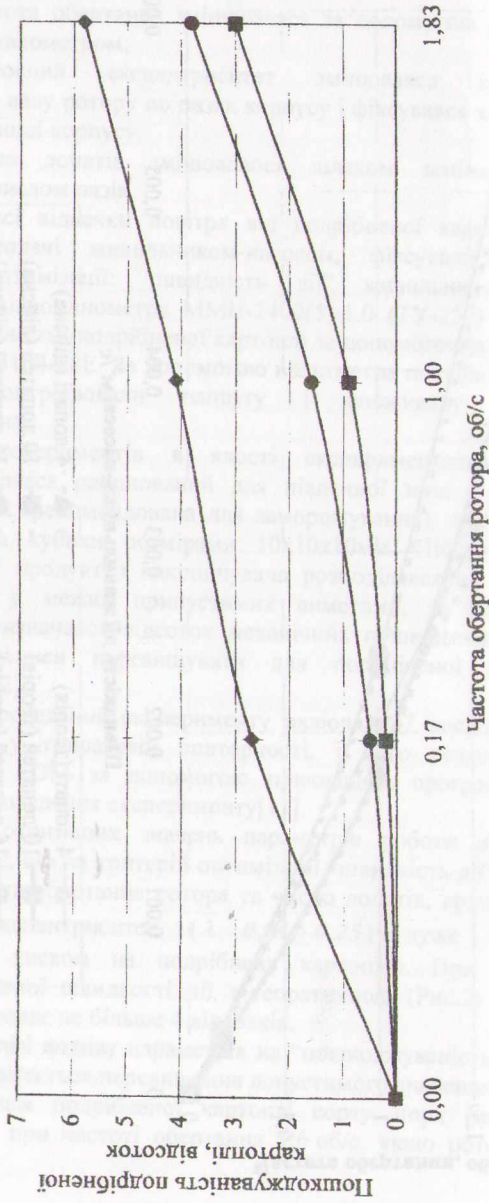


Рис.3. Графік залежності пошкоджуваності подрібненої картоплі від частоти обертання ротора

лопатів, і 0,25 об/с, якщо ротор має 16 лопатів. Варто помітити, що вибір оптимальних параметрів залежить від рекомендацій з припустимої пошкоджуваності даного виду та сорту продукції. Крім того, параметри і режими роботи живильника-насоса залежать як від фізико-механічних властивостей продукту (твердість, опір проколюванню шкірочки, форма, розміри та ін.), так і від подачі флюїдизаційного апарату.

Висновки. Для досягнення поставлених задач автором була розроблена лабораторна установка, за допомогою якої був реалізований план експерименту другого порядку по двох критеріях оптимізації “швидкість дії” живильника-насоса і “пошкодження” картоплі. За результатами експерименту проведено порівнювальний аналіз з теоретичними дослідженнями процесу відкачки атмосферного повітря від подрібненої картоплі при одночасному його завантаженні у флюїдизаційний апарат.

Аналізуючи результати експериментальних досліджень, можна зробити висновок, що раціональні параметри і режими роботи живильника-насоса при дозованій подачі у флюїдизаційний апарат малої продуктивності 600-800 кг/год подрібненої картоплі сорту Лорх: частота обертання 1,58 об/с, відносний ексцентриситет 0,22, кількість лопатів 10 шт. – швидкість дії $3,8 \cdot 10^{-3}$ м³/с (дає пошкодження картоплі не більше 3%).

Приведені режими роботи живильника насоса підтверджують вплив параметрів живильника-насоса на пошкоджуваність овочів та якість відкачки повітря, а також доводять вірність теоретичної наукової гіпотези. З метою оптимізації параметрів живильника-насоса для подрібненої картоплі планується статистична обробка результатів експериментів та отримання поверхонь відгуку другого порядку.

Література:

1. *Рогов И.А., Куцакова В.Е., Филиппова В.И., Фролов С.В.* Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы). – 2-изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1999 - 176с.

2. *Байяр Ф.* Новое в развитии глобальной холодильной цепи //Холодильная техника. – 2000. – Вип.7. – С.13-16.

3. *Ломейко О.П., Сердюк М.С.* Обґрунтування оптимальної конструкції машини для заморожування плодоовочевої та ягідної продукції у сільському господарстві //Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА – 2001. – Вип.1, Т.23. – С.79-83.

4. *Постольски Я., Груда З.* Замораживание пищевых продуктов (перевод с польского д.т.н., проф. Заяса Ю.Ф.). – М: Пищевая промышленность, 1978 – 606с.

5. Грубы Я. Производство замороженных продуктов. - М.: Агропромиздат, 1990. - 336 с.
6. Ломейко О.П. Експериментальні дослідження процесу відкачки повітря при дозованій подачі плодів черешні живильником-насосом //Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь: ТДАТА - 2003. - Вип.15. - С.76-83.
7. Пат.№48698 А Україна, F25D25/00, F04C13/00. Живильник-насос для плодової або ягідної продукції. / В.А. Дідур, М.І. Стручасв, О.П. Ломейко, К.М. Стручасв. - №2001117728; Заявлено 12.11.2001; Опубл. 15.08.2002; Бюл.№8 - С.25
8. Стручасв М.І., Ломейко О.П. Живильник-насос для плодової та ягідної продукції //Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. - Харків: ХДТУСГ - 2002. - Вип.9 - С.394-401.
9. Ломейко О.П. Дослідження живильника флюїдизаційного апарату /Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - вип.1. - т.14 - Мелітополь ТДАТА, 2000. - 100 с.
10. Стручасв М.І., Ломейко О.П. Методика розрахунку живильника-насосу для флюїдизаційного апарату при заморожуванні плодової та ягідної продукції / Збірник наукових праць Міжнародної науково-технічної конференції Одеської державної академії холодові, Одеса - 170 с.
11. С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Роцин Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов - Ленинград: Колос, 1972 - 200с.
12. Бурмакин А.Г. Справочник по производству замороженных продуктов - М.: Пищевая промышленность, 1970, - 464с.

**THE EXPERIMENTAL RESEARCHES OF ATMOSPHERIC
AIR PUMPING OUT AT FEEDER - PUMP SUBMISSION
DOSED OF CRUSHED POTATO**

A. Lomejko

Summary

The definition of experimental parameters and operation modes at crushed potato dosed submission in fluidization device with simultaneous atmospheric air pumping out and comparison of theoretical researches results is devoted.