

НАПРЯМКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МІНІ-ПЕКАРНІ НА РУХОМІЙ ПЛАТФОРМІ

Стадник І. Я., д.т.н.

ORCID: 0000-0003-4126-3256

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Матенчук Л. Ю., к.с.-г.н.,

ORCID: 0000-0002-4051-4546

Новак Л. Л., к.с.-г.н.,

ORCID: 0000-0002-9509-9044

Головкіна Л. І., інженер

ORCID: 0000-0002-7881-830X

Уманський національний університет садівництва

Тел. (097) 545-48-29

Постановка проблеми. Останнім часом у світі постійно проводяться роботи з розроблення та вдосконалення технологічних ліній для виробництва борошняних кондитерських та дрібноштучних булочних виробів, що складаються з машинно-апаратурної схеми приготування тіста, формування та його випікання. Динаміка розвитку хлібопекарської промисловості у світі свідчить, що сьогодні пріоритет мають технології, які забезпечують максимальне збереження у готовому продукті смакових і харчових властивостей первинної сировини, термічна обробка яких веде до значних втрат їх смакових, харчових властивостей. Тому сучасні тенденції до приготування борошняної продукції висувають наукові і науково-технічні проблеми, що охоплюють одразу декілька областей знань. Важливою вимогою технічного і технологічного процесу залишається оптимізація наукових досліджень з подальшим оперативним впровадженням їх результатів в промисловість [1]. Ефективну роль у виконанні цих вимог все більше відіграє математичне та імітаційне моделювання. Використання моделювання при розрахунках, аналізі і перспективному прогнозуванні технологічних процесів на міні виробництві хлібобулочної продукції, переконливо підтверджує його цілеспрямованість і переваги.

Аналіз останніх досліджень. Сучасне харчове виробництво – складна система, в якій для виробництва продуктів харчування, зокрема хлібопекарської, кондитерської промисловості визначальну роль відіграє об'єднання інформаційних, матеріальних та нематеріальних ресурсів [2]. Тому, для прийняття оптимальних рішень на міні-виробництві необхідно своєчасно аналізувати та враховувати ефект взаємодії компонентів технологічної системи. Для підтримки конкурентних переваг необхідно постійно шукати нові методи та засоби удосконалення продукції і її розширення в

асортименті. Похідними цілями діяльності міні-виробництв є виробництво продукції високої якості та низької собівартості, завоювання певної ніші на ринку, задоволення споживчого попиту населення міста, району, села в умовах надзвичайних ситуацій. Найважливіші ознаки міні-виробництва, його сутність розкривається у виконанні основних функцій, що мають позитивну та негативну сторони.

Позитивними рисами міні - виробництва є:

- гнучкість і мобільність в управлінні та організації виробництва борошняної продукції;
- обґрунтоване використання технологічного обладнання, менший рівень запасів сировини, ремонтного пристосування;
- раціональна організація технологічної системи;
- швидка адаптація до умов навколишнього середовища, місцевих умов, запасів споживачів, оперативне оновлення асортименту, багатоцільове використання обладнання;
- невисокі експлуатаційні витрати;
- відносно невеликий капітал для створення міні-виробництв на рухомій платформі;
- можливість зменшення витрат на виробництво продукції за рахунок вузької спеціалізації, енергоресурсів, обслуговуючого персоналу, доставки продукції та ін.;
- значна роль у створенні нових робочих місць та їх забезпечення кваліфікованими працівниками;
- ідентифікація з певною територією;
- наявність власної території реалізації.

Основними недоліками діяльності міні-виробництв є:

- низька продуктивність праці;
- мала здатність впровадження капіталомісткі досягнення науки і техніки;
- обмеженість у своєчасному проведенні ремонтних робіт;
- низька забезпеченість комплектуючими запасними деталями, вузлами.

Перераховані вище позитивні та негативні сторони, напрямки, фактори розвитку технологічної системи та проблеми існування системи міні-виробництва, а також жорсткі вимоги до енергозбереження, захисту навколишнього середовища, економії та скорочення виробничих площ, обслуговуючого персоналу і термінів освоєння нових видів продукції при одночасному зниженні якості вітчизняної сировини, є досить гострою проблемою створення нових напрямків управління системою з регулюючими в широкому діапазоні робочими параметрами процесів.

Навіть просте зіставлення позитивних та негативних сторін діяльності міні-виробництв борошняної продукції, які є

суперечливими в межах єдиної системної сутності, свідчать про домінування позитивних рис, а тому є перспективними у розширенні масштабів своєї діяльності. Розв'язання таких задач неможливе без аналізу особливостей технологічних процесів, як складного об'єкта управління, аналізу існуючих систем. Визначення перспективних шляхів вдосконалення систем управління технологічним комплексом міні-виробництва на основі сучасних досягнень науки і практики управління базується на впровадженні нових технологій та передових розробок технологічного обладнання.

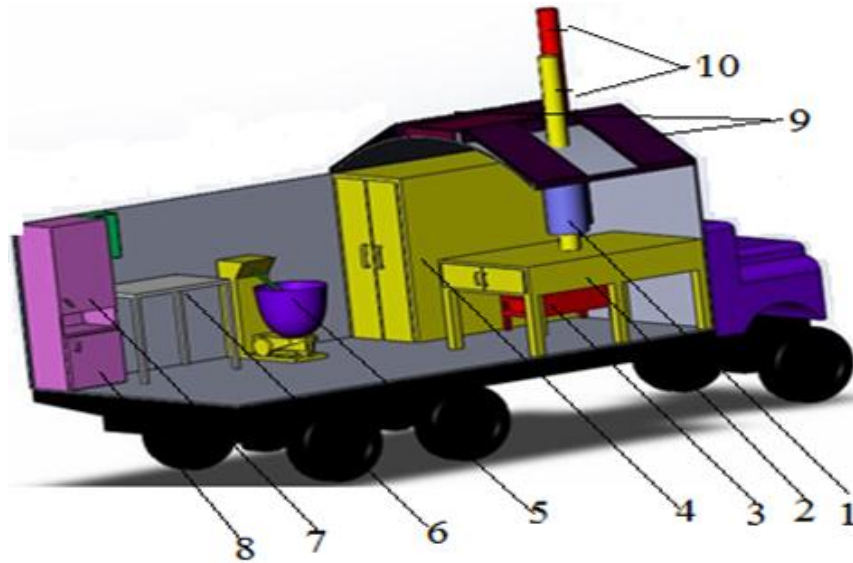
Сьогодні на більшості міні виробництвах крім широкого асортименту виробів, набув значного поширення випуск додаткової спорідненої продукції, що пов'язана із технологічною системою даного виробництва [3]. Це має важливе значення для міні-пекарні, так як використовується сировина, що вирощується, виробляється на території України. Вона може комбінуватися з іншими видами сировини. Враховуючи постійну базу забезпечення сировиною, реальне випікання для забезпечення продукцією населення певного району, міста та села, дозволяє постачати її свіжою, високої якості при мінімальних витратах.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної статті передбачено розкрити об'єктивний підхід до розроблення і застосування міні-пекарні на рухомій платформі в умовах надзвичайних ситуаціях природного та техногенного характеру.

Основна частина. а) *Узагальнення напрямку застосування і дослідження міні-пекарні.* Існуючі системи управління технологічних процесів міні-виробництва в певній мірі забезпечують оперативне комплексне реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки технологічних систем, що залежать від багатьох чинників сировинного та організаційно - ремонтного характеру. Проведений аналіз розвитку дозволив виділити особливості та шляхи удосконалення міні-пекарень як складного об'єкта управління: оцінку комплексних показників якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції; апроксимацію основних змінних процесу і визначення тенденції його розвитку; встановлення критеріїв для оцінки функціонування процесу управління технологією, проведення оцінки деформаційних впливів на напівфабрикати і готову продукцію при змінних рухах технологічного обладнання на рухомій платформі автомобіля, та дослідним шляхом визначити шляхи їх розв'язання.

На основі викладеного нами запропоновано виробництво хлібобулочних виробів з наданням побутових послуг в автономному режимі на рухомій платформі автомобіля в умовах надзвичайних ситуацій техногенного, природного і воєнного характеру. Це є актуальним в період проведення військових навчань, в умовах бойових дій, прифронтових районах і місцях розташування військових

підрозділів.



1 – теплообмінник; 2 – хлібопекарська піч; 3 – пічка;
4 – шкаф вистоювання; 5 – тістомісильна машина; 6 – формувальний
стіл; 7 – інвентарна шафа; 8 – холодильник; 9 – сонячні батареї;
10 – димові труби.

Рис. 1. Розміщення технологічного обладнання міні-пекарні.

б) *Опис розробки.* Спроектований комплекс складається із автомобіля «Краз» з причепом. На платформі машини з розмірами 6х3м розміщується фургон. Всередині змонтовано технологічне і допоміжне обладнання: хлібопекарська піч на дровах з продуктивністю 160кг/год, тістомісильна машина, водопідігрівачі, допоміжне обладнання. На причепі розміщується склад сировини, дрова, автономний генератор, дві пральні побутові машини, душеві кабінки, водопідігрівачі, під фургоном збірний бак для дощової води. На верхніх частинах фургонів розміщуються сонячні батареї та напірні баки для води. Вода за рахунок сонячної енергії підігрівається в період виробничого циклу та переїзду до точки призначення. Загальний вигляд запропонованої технологічно-конструктивної схеми міні-пекарні представлено на рис. 1.

в) *Шляхи та принцип ефективності управління технологічною системою міні-пекарні.* При створенні обладнання для виробництва хлібобулочної продукції перевага віддається методу механічної обробки, що дає можливість контролювати виробничі процеси в цілому та отримати різноманітний асортимент виробів високої якості. Адже розробка вітчизняних технологій хлібобулочних виробів і рекомендацій щодо створення обладнання для їх механізованого виробництва на міні-пекарні з використанням додаткових енергоресурсів димових газів та сонячної енергії є актуальними. Тому методологічні підходи розроблення раціональних технологічних процесів механічної обробки тіста, його дозрівання, випікання,

зберігання продукції базується на системному аналізі процесів на макро- та мікрорівнях у межах кожної підсистеми.

Обґрунтування оптимальних типів технологічного обладнання для міні-пекарні і структури технологічної схеми виробництва хлібобулочних виробів може бути вирішено на основі поєднання експериментальних досліджень та моделювання ймовірнісних значень. Особливо сюди можна віднести існуючі технологічні характеристики і можливі типи машин з множиною робочих факторів.

Виходячи з фізико-механічних та біологічних особливостей тіста до якості роботи машини при дії зовнішніх змінних навантажень (в період руху платформи автомобіля), пред'являються жорсткіші вимоги, порівняно із загальновиробничими машинами. Зокрема, машини повинні бути надійними і зручними в експлуатації та забезпечувати необхідний у кожному конкретному випадку процес. Відповідно вони повинні швидко і повністю очищатися при переході від одного сорту до іншого, робочі органи не повинні травмувати тісто та впливати на зменшення якості процесу. При застосуванні допоміжного обладнання, воно повинно сприяти значному підвищенню продуктивності і якості.

Тому для збільшення ефективності і продуктивності мініпекарні на рухомій платформі необхідно передбачити напрямки по:

- створенню і впровадженню у виробництво вискоєфективного технологічного обладнання, що відповідає сучасним вимогам;
- широкому впровадженню комплексу системи автоматичного управління технологічними процесами з використанням обчислювальної техніки;
- рівномірному переміщенню (зручне розташування технологічного обладнання) сировини, напівфабрикатів, готових виробів протягом усього технологічного процесу при рухомій платформі автомобіля;
- рівномірному розподілу, як усіх, так і окремих технологічних операцій між окремими одиницями технологічного обладнання та виробничим персоналом;
- синхронності операцій на всіх робочих місцях.

Враховуючи складність виробництва хлібобулочної продукції в умовах зовнішніх факторів, механізм управління комплексом має базуватися й функціонувати за загальними принципами формування технологічної системи. Особливості управління виробництвом і наданням послуг зумовлюють потреби визначення специфічних принципів: професіоналізм персоналу в управлінні технологічним комплексом даної системи. Справа в тому, що через різноманітність зміни технологічної систем, та специфіки роботи міні-пекарні, проблема визначення способів досягнення управління є вельми трудомісткою. Крім того, оскільки технологічні системи виробництва

хлібобулочної продукції на хлібозаводах володіють найкращими розробками науки та техніки, то міні-пекарня не в повному обсязі може визначити способи досягнення таких можливостей, а лише в узагальненому вигляді. Тому для деталізації способів досягнення механізму управління процесом на міні-пекані необхідно конкретно розробити напрямки розвитку технологічної системи виробництва продукції, обґрунтування якої має визначити технологічне обладнання і програму випуску продукції.

Отже, для раціонального проектування і виготовлення високоефективних міні-пекарень з наданням побутових послуг на рухомій платформі автомобіля необхідно розглядати закономірності процесу деформації в реологічному відношенні харчових мас. Зазвичай, при розгляді дії додаткових факторів впливу на середовище, в якості основної силової дії на неї необхідно розглядати нормальне напруження. Однозначно, що в залежності від форми додаткових впливів на рухому платформу в області деформації по вібрації і довжині зворотно-поступального її руху, значення буде різне. Нерівномірність впливу деформації на весь технологічний процес виробництва хліба, обумовлено часом контакту різних форм поверхонь дороги і значенням площі контакту коліс. Тому динамічна задача полягає у визначенні дії робочого органу тістомісильної машини в зоні контакту на в'язко-пружно-пластичне середовище та його поведінка в подальших технологічних процесах.

Для забезпечення населення хлібобулочними виробами в умовах надзвичайних ситуацій техногенного характеру та в умовах бойових дій, проблема надійності є однією з основних, що визначає ефективність роботи міні-пекарні. Забезпечення надійності і довговічності обладнання повинно ґрунтуватися на виконанні певних умов і заходів на етапах проектування, виготовлення та експлуатації. Конструктивна розробка взаємозв'язків технологічного обладнання, з метою забезпечення довговічності і зносостійкості, повинна проводитись з урахуванням:

- раціональної схеми взаємозв'язків при роботі обладнання, їх конфігурації та розмірів з точки зору впливу на зносостійкість.
- раціонального вибору матеріалів з урахуванням впливу на них технологічних середовищ.
- доцільного розрахунку і вибору кінематичних і силових параметрів навантаження елементів контактної взаємодії.
- вибору ефективних видів мастил і систем змащування вузлів тертя, а також захисту їх від попадання з технологічних середовищ частинок матеріалів.

За основний принцип оцінювання і забезпечення надійності технологічного обладнання міні-пекарні є оцінка випробувань як усього обладнання, так і окремих його елементів на етапах розробки,

при освоєнні його виробництва та експлуатації. Задачі оптимізації надійності міні-пекарні, особливо при рухомій платформі в постійних складних технологічних та конструктивних режимах, при проектуванні необхідно узгодити удосконалення зв'язків між структурними елементами машин. Складність полягає в тому, що на характер взаємодії між конструктивними елементами впливає складність фізичних, хімічних, біологічних та інших процесів, які протікають в період роботи. Тому необхідно постійно проводити пошук методів у детальному вивченні і визначенні дії силових параметрів та можливе зменшення вібраційних впливів.

Висновки. Враховуючи проведений загальний опис напрямку використання розробленого і проектного технологічного обладнання для міні-пекарні та додержання конструктивних й технологічних вимог до виробництва хлібобулочної продукції, необхідно спрямувати зусилля на більш глобальне використання енергоресурсів природного характеру та димових газів. Однозначно, необхідно передбачити і різні зовнішні впливи в процесі руху автомобіля, кліматичні умови та запаси сировинних матеріалів. Тому комплекс питань по виробництву хлібобулочної продукції пов'язаний з науковим обґрунтуванням та визначенням раціональних технологічних і конструктивних параметрів міні-пекарні на рухомій платформі.

Список використаних джерел

1. Стадник І. Я. Науково-технічні основи процесів та розробка обладнання для безлопатевого замішування тіста: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 / НУХТ. Київ, 2014. 40 с.
2. Енергетичні трансформації і енергозбереження в харчових технологіях: монографія / А. І. Соколенко та ін. Київ: Фенікс, 2012. 484 с.
3. Нащокин В. В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник. Москва: Высшая школа, 1980. 469 с.
4. Соколенко А. І., Шевченко О. Ю., Піддубний В. А. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових технологіях: монографія. Київ: Люксар, 2008. 443 с.
5. Стадник І. Я., Лісовенко О. Т. Процеси та машини для замішування тіста. Тернопіль: ТНТУ, 2011. 212 с.
6. Methodology of determination of temperature flows in the zone of action of valveworking swath / A. Derkach, I. Stadnuk, V. Sukhenko, V. Vasylyv. *Journal of Prodindastri APK*. 2017. № 3. P. 19–23.
7. Bloksma A., Niemann W. The effects of temperature on some rheological propertits of wheat flour doughs. *Journal of Texture studies*. 1975. Vol. 6, № 3. P. 343–361. DOI: 10.1111/J.1745-4603.1975.TB01130.X.
8. Simulation of components mixing in order to determine rational

parameters of working bodies / I. Stadnyk, T. Vitenko, P. Drozdziel, A. Derkach. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 2016. Vol. 10, № 31. P. 130-138. DOI: 10.12913/22998624/64068.

НАПРЯМКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ МІНІ-ПЕКАРНІ НА РУХОМІЙ ПЛАТФОРМІ

Стадник І. Я., Матенчук Л. Ю., Новак Л. І., Головкіна Л. Л.

Анотація

Проведено аналіз сучасних тенденцій у приготуванні борошняної продукції, які висувають наукові і науково-технічні проблеми, що охоплюють одразу декілька областей знань.

Розглянуто та проаналізовано можливість використання технологічного обладнання і технології при проектуванні міні-пекарні на рухомій платформі автомобіля. Запропоновано основні напрямки можливого керування технологічною системою виробництва хлібобулочної продукції в умовах деформаційного впливу зовнішнього середовища та узагальнений напрямок надійності роботи комплексу на колесах. Проаналізовано динамічну дію робочого органу тістомісильної машини в зоні контакту на в'язко-пружно-пластичне середовище та його поведінка в подальших технологічних процесах.

Відзначено, що для забезпечення населення хлібобулочними виробами в умовах надзвичайних ситуацій техногенного характеру та в умовах бойових дій, проблема надійності є однією з основних, що визначає ефективність роботи міні-пекарні.

Ключові слова: міні-пекарня, технологічна система, хлібобулочні вироби, рухома платформа автомобіля.

НАПРАВЛЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ МИНИ-ПЕКАРНИ НА ПОДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЕ

Стадник И. Я., Матенчук Л. Ю., Новак Л. И., Головкина Л. Л.

Аннотация

Рассмотрены современные тенденции к приготовлению мучной продукции, которые выдвигают научные и научно-технические проблемы, возникающие сразу в нескольких областях знаний.

Рассмотрены и проанализированы возможности использования технологического оборудования и технологии при проектировании мини-пекарни на подвижной платформе автомобиля. Предложены основные направления возможного управления технологической системой производства хлебобулочной продукции в условиях деформационного воздействия внешней среды и обобщенное направление надежности работы комплекса на колесах. Проанализировано динамическое воздействие рабочего органа тестомесильной машины в зоне контакта на вязко-упруго-пластическую среду и их поведение в последующих технологических процессах.

Отмечено, что для обеспечения населения хлебобулочными изделиями в условиях чрезвычайных ситуаций техногенного характера и в условиях боевых действий, проблема надежности является одной из основных, определяющих эффективность работы мини-пекарни.

Ключевые слова: мини-пекарня, технологическая система, хлебобулочные изделия, подвижная платформа автомобиля.

DIRECTIONS OF RELIABILITY OF WORK OF A MINI-BAKERY ON A MOBILE PLATFORM

I. Stadnyk, L. Matenchuk, L. Novak, L. Golovkina

Summary

The important requirement of technical and technological process on scientific researches optimization with the subsequent operative implementations of their results in the industry is considered. An analysis of current trends in the preparation of flour products, which raise scientific and technical problems, covering several areas of knowledge is done. The possibility of using technological equipment and technology in the design of a mini-bakery on a mobile car platform is considered and analyzed. The basic directions of possible management of technological system of production of bakery products in the conditions of deformation external environment influence and the generalized direction of reliability of work of a complex on wheels is offered. For highly efficient operation of mini-bakeries it is necessary to consider the actions of additional factors influencing the environment, as the main force on them as well as vibration. It is noted that depending on the form of additional effects on the moving platform in the field of deformation by vibration and the length of its reciprocating motion, the values will be different, and accordingly the change in product quality. The dynamic action of the working body of the kneading machine in the contact zone on the viscous and elastic and plastic medium and its behavior in further technological processes are analyzed. It is noted that to provide the population with bakery products in emergencies of man-made nature and in combat, the problem of reliability is one of the main determinants of the efficiency of the mini-bakery. It is established that ensuring the reliability and durability of equipment and compliance with the technological process should be based on the implementation of certain conditions and measures at the stages of design, manufacture and operation.

Key words: mini-bakery, technological system, bakery products, mobile car platform.