Період повторення імпульсів визначається часовим інтервалом між двома послідовними імпульсами:

$$T = t_{k+1} - t_k, \tag{7}$$

а частота їх повторення:

$$f = \frac{1}{T}, \tag{8}$$

Таким чином, система (3) у поєднанні з нелінійною характеристикою (1) та умовою негативного диференціального опору (2) формує спрощений математичний опис процесів у резонансному генераторі. Чисельне розв'язання цієї системи дає змогу отримати часові залежності $I(t)$ та $U_D(t)$, за якими можна наочно простежити характер зміни струму і напруги та ознайомитися з основними характеристиками сформованого імпульсного сигналу - амплітудою, періодом і частотою.

Висновок. У роботі розглянуто спрощену математичну модель резонансного генератора імпульсів на основі нелінійного діода. Розглянута система диференціальних рівнянь дає змогу описати зміну струму та напруги в часі з урахуванням основних параметрів резонансного контуру і нелінійного діодного елемента. На основі математичного опису можна наочно простежити процес обміну енергією між індуктивністю та ємністю, вплив нелінійної характеристики діода на коливальний процес і формування імпульсного сигналу. Визначення амплітуди, періоду та частоти імпульсів у межах моделі дає базове уявлення про основні характеристики сформованого сигналу.

Запропонована модель має спрощений та ознайомчий характер і не передбачає відтворення всіх фізичних процесів реального генератора або його експериментальної перевірки. Її використання є доцільним для базового ознайомлення з принципом роботи резонансного генератора та розуміння взаємозв'язку між параметрами LC-контуру, нелінійною характеристикою діода і процесом формування імпульсного сигналу.

Список використаних джерел

1. Кунденко М. П., Вахоніна Л. В., Руденко А. Ю. Аналіз проблеми якості обробки в установках для електромагнітної обробки зернової продукції. Інженерія природокористування. 2022. № 1 (23). С. 40–45. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.6807892.

2. Akdemir Evrendilek G., Atmaca B., Bulut N., Uzuner S. Development of pulsed electric fields treatment unit to treat wheat grains: Improvement of seed vigour and stress tolerance. Computers and Electronics in Agriculture. 2021. Vol. 185. Article 106129. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106129.

УДК:331.101.1:519.6:664.6

ВІД ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДО МОДЕЛІ: МАТЕМАТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ФІЗІОЛОГІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРАЦІ НА ХЛІБОЗАВОДІ

Антоніна Галєєва

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

На ТОВ «Терновський хлібзавод» система охорони праці спрямована на запобігання виробничому травматизму, професійним захворюванням та створення належних санітарно-гігієнічних умов у виробничих приміщеннях. Особливості хлібопекарського виробництва пов'язані з використанням теплового обладнання, механізованих ліній, електрообладнання, а також виконанням робіт у приміщеннях із підвищеною температурою та запиленістю повітря, що потребує постійного контролю за станом умов праці.

Система охорони праці на підприємстві організовується відповідно до вимог чинного законодавства України та включає комплекс санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів [1, с. 429]. На підприємстві відповідальність за створення безпечних умов праці покладається на керівника та посадових осіб структурних підрозділів. Для координації роботи з охорони праці створюється

служба охорони праці та призначаються відповідальні особи, які контролюють дотримання вимог безпеки праці, проводять інструктажі, організовують навчання працівників та здійснюють аналіз причин можливих порушень та нещасних випадків.

Одним із важливих елементів системи охорони праці є проведення інструктажів з охорони праці. Працівники ТОВ «Тернівський хлібзавод» перед початком роботи, які працюють з механізмами та обладнанням підвищеної небезпеки проходять навчання з безпечних методів виконання виробничих операцій, ознайомлюються з правилами експлуатації обладнання та порядком дій у разі виникнення аварійної ситуації. Працівники, які обслуговують тістомісильну машину, повинні бути проінструктовані щодо правил запуску обладнання, заборони очищення рухомих частин під час роботи та використання засобів індивідуального захисту. Проведення інструктажів фіксується у спеціальних журналах установленої форми [2, с. 928].

Важливе значення для забезпечення безпеки праці має контроль технічного стану обладнання. У хлібопекарському виробництві використовуються печі, тістомісильні машини, транспортери, подільники тіста та інше механічне обладнання, яке може становити небезпеку для працівників у разі несправності або порушення правил експлуатації. Несправність захисного кожуха на тістомісильній машині може призвести до травмування рук працівника під час роботи. Тому на підприємстві проводяться регулярні технічні огляди [3, с. 101], профілактичне обслуговування обладнання та перевірка справності систем автоматичного захисту.

Особлива увага на ТОВ «Терновський хлібзавод» приділяється забезпеченню санітарно-гігієнічних умов праці. У виробничих цехах підтримується належний температурний режим, функціонують системи вентиляції та освітлення, проводиться регулярне прибирання приміщень. У мучному відділенні встановлюються вентиляційні системи для зменшення концентрації мучної пилки у повітрі, оскільки її накопичення може негативно впливати на органи дихання працівників та створювати ризик виникнення алергічних реакцій. Працівники забезпечуються спеціальним одягом, рукавицями, головними уборами та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт.

Організація охорони праці на підприємстві здійснюється відповідно до нормативно-правових актів України. Основним документом є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні засади державної політики у сфері охорони праці, права та обов'язки працівників та роботодавців щодо створення безпечних умов праці. Відповідно до цього закону керівник ТОВ «Терновський хлібзавод» забезпечує функціонування системи управління охороною праці, організує навчання працівників, проводити атестацію робочих місць та вживає заходів щодо запобігання виробничого травматизму.

Важливе значення для регулювання трудових відносин має Кодекс законів про працю України [4, с. 29], який встановлює вимоги щодо режиму праці та відпочинку, тривалості робочого часу, охорони праці жінок, а також гарантії працівникам у разі пошкодження здоров'я на виробництві. Працівники, які працюють у гарячих цехах біля хлібопекарських печей, мають право на регламентовані перерви для відпочинку та відновлення працездатності.

Під час організації безпечних умов праці підприємство також керується державними санітарними нормами, правилами пожежної безпеки та нормативними актами щодо експлуатації електроустановок та технологічного обладнання. Зокрема, у виробничих приміщеннях дотримуються встановлених норм температури, вологості, освітлення та рівня шуму [5, с. 447]. Для попередження пожеж на підприємстві проводяться перевірки стану електромереж, забезпечується наявність вогнегасників та розробляються плани евакуації персоналу.

Виробничі приміщення та робочі місця на підприємствах хлібопекарської промисловості повинні відповідати вимогам безпеки та гігієни праці, оскільки специфіка технологічного процесу пов'язана з дією підвищених температур, запиленості повітря, шуму, рухомих механізмів та значних фізичних навантажень. На ТОВ «Терновський хлібзавод» організація виробничих приміщень спрямована на забезпечення безпечних умов праці працівників, дотримання санітарно-гігієнічних норм та створення оптимального виробничого середовища для ефективного виконання трудових обов'язків.

Основними виробничими приміщеннями підприємства є мучне відділення, тістоприготувальний цех, пекарське відділення, пакувальна дільниця, складські приміщення та допоміжні санітарно-побутові кімнати. Кожне приміщення має свої особливості щодо умов праці та рівня виробничих ризиків. У мучному відділенні основною проблемою є підвищена концентрація мучної пилки у повітрі. Під час завантаження муки, його просіювання та транспортування у виробниче середовище утворюється пилка, яка може подразнювати органи дихання та слизові оболонки працівників. Тривалий вплив мучної пилки здатний спричиняти алергічні реакції, кашель та професійні захворювання дихальної системи. Для зниження запиленості на підприємстві використовуються вентиляційні системи та місцеві відсмоктувачі повітря [6, с. 65].

Особливу увагу приділяють організації робочих місць у тістоприготувальному цеху, де працівники контактують із тістомісильними машинами, дільниками тесту та транспортерами. Робочі місця повинні бути організовані таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до обладнання, безпечне переміщення працівників та можливість швидкого вимкнення механізмів у разі аварійної ситуації. Біля тістомісильних машин встановлені захисні кожухи та блокувальні пристрої, які запобігають доступу до рухомих частин обладнання під час його роботи. У разі відсутності чи несправності таких пристроїв виникає ризик травмування рук працівників [7, с. 120].

У пекарському відділенні умови праці характеризуються підвищеною температурою та тепловим випромінюванням від хлібопекарських печей. Працівники, які здійснюють контроль випікання та вивантаження готової продукції, тривалий час перебувають у зоні високих температур, що створює значне теплове навантаження на організм. Пекар під час відкриття печі для перевірки готовності хлібобулочних виробів піддається впливу гарячого повітря та пари, що може призвести до перегрівання організму або отримання термічних опіків. Для покращення умов праці у виробничих приміщеннях функціонують системи вентиляції та кондиціонування повітря [8, с. 144], а працівникам надаються регламентовані перерви для відпочинку.

Важливим елементом безпеки праці є стан підлоги та проходів у виробничих цехах. На ТОВ «Тернівський хлібзавод» підлога рівна, неслизька та стійка до впливу вологості та механічних навантажень. У процесі виробництва на поверхню підлоги можуть потрапляти мука, вода або залишки тісту, що створює небезпеку падіння працівників. Працівник пакувальної ділянки під час транспортування лотків із готовою продукцією може посковзнутися на забрудненій поверхні та отримати травму. Для попередження таких ситуацій проводиться регулярне прибирання виробничих поміщень та контроль санітарного стану робочих зон [9, с. 46].

Важливе значення для безпеки та гігієни праці має освітлення робочих місць. Недостатній рівень освітлення погіршує видимість, сприяє швидкій втомі працівників і підвищує ризик помилок під час роботи з обладнанням. На підприємстві використовується комбіноване природне та штучне освітлення, яке забезпечує належні умови для виконання виробничих операцій.

Під час аналізу робочих місць враховується також рівень шуму та вібрації, що виникають внаслідок роботи механічного обладнання [10, с. 159]. Джерелами шуму є тістомісильні машини, компресора, вентиляційні установки та транспортери. Тривалий вплив шуму негативно впливає на нервову систему працівників, що викликає втому, головний біль і зниження концентрації уваги. Працівник виробничої лінії протягом усієї зміни перебуває в зоні постійного шуму від роботи обладнання, що може призводити до професійного виснаження. Для зменшення шумового навантаження використовуються звукоізоляційні матеріали та проводиться своєчасне технічне обслуговування обладнання.

Важливою складовою гігієни праці є забезпечення працівників санітарно-побутовими приміщеннями [11, с. 558]. На підприємстві передбачаються гардеробні, душові, кімнати для відпочинку та приймання їжі. Працівники забезпечуються спеціальним одягом, головними уборами та засобами індивідуального захисту відповідно до характеру роботи. Працівники мучного відділення використовують респіратори або захисні маски для зниження впливу пилу на органи дихання.

Аналіз виробничих приміщень та робочих місць на ТОВ «Терновський хлібзавод» засвідчує про наявність низки виробничих факторів, які можуть впливати на безпеку та здоров'я працівників.

Основними з них є підвищена температура, запиленість повітря, шум, небезпека травмування рухомими частинами обладнання та фізичне навантаження. Для забезпечення належних умов праці на підприємстві необхідно постійно удосконалювати систему вентиляції, підтримувати справний технічний стан обладнання, контролювати санітарний стан приміщень та забезпечувати працівників ефективними засобами захисту.

Список використаних джерел

1. Піндера М. В. Контроль та управління безпечністю харчових продуктів. Актуальні проблеми та перспективи розвитку агропродовольчої сфери, індустрії гостинності та торгівлі : тези доповідей IV міжнар. наук. практ. конф., 4 листопада 2025 р. / Державний біотехнологічний ун-т. Харків, 2025. С. 428-430. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/22771.

2. Іваненко В., Курепін В. Впровадження інноваційних систем безпеки на підприємства під час війни на прикладі міста Миколаїв. Актуальні проблеми та перспективи розвитку обліку, аналізу та контролю в соціально-орієнтованій системі управління підприємством : матеріали IX всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 26 березня 2026 р.). Полтава : Полтавський державний аграрний університет, 2026. С. 926-928. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/25169.

3. Курепін В. М., Зубєхіна-Хайят О. В. Механізми антикризового управління як основа адаптації бізнесу до турбулентного середовища. Modern Economics. 2025. № 54(2025). С. 95-103. DOI:https://doi.org/10.31521/modecon.V54(2025)-13.

4. Іваненко В. С. Макроекономічні аспекти економічної безпеки підприємств аграрного профілю. Управління механізмами гарантування фінансово-економічної безпеки соціально-економічних систем різних рівнів функціонування : матеріали IV всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Миколаїв; 26–28 листопада 2025 р.). Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 27-28. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/23929.

5. Іваненко В. С. Вплив блекаутів на ментальне здоров’я та механізми адаптації. Проблеми надзвичайних ситуацій : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Черкаси, 21 травня 2026 року). Черкаси : НУЦЗ України, 2026. С. 447-448. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/25631.

6. Курепін В. М., Іваненко В. С. Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку. Modern Economics. 2024. № 47(2024). С. 62-69. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-09.

7. Іваненко В. С. Система управління надзвичайними ситуаціями в умовах воєнних викликів: муніципальний аспект. Інтеграція науки та практики управління в умовах соціокультурних трансформацій: зб. матеріалів IV Міжнар. наук.-практич. конф. (28 квітня 2026 року, м. Лубни). Лубни : ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2026. С. 116-121. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/26716.

8. Курепін В. М. Безпечність харчових продуктів як складова продовольчої безпеки України. Стратегічні напрями забезпечення продовольчої безпеки України у воєнний період : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 27-28 листопада 2025 року) / Державний університет інформаційно комунікаційних технологій. Київ, 2025. С. 143-146. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/23363.

9. Курепін В. М., Іваненко В. С., Марченко Д. Д. Цивільний захист: надзвичайні ситуації мирного та воєнного часу. Частина 2 Надзвичайні ситуації техногенного характеру: дії населення при загрозі та у разі виникнення надзвичайних ситуацій : навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2026. 397 с. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/24226.

10. Курепін В. М. Механізм фінансування та громадської участі в забезпеченні заходів безпеки на локальному та регіональному рівнях. Modern Economics. 2026. № 55(2026). С. 153-161. DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V55(2026)-21.

11. Іваненко В. С. Роль лідерства в забезпеченні безпеки підприємства: аналітичний аспект. Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку. Інноваційне підприємництво: стан та перспективи розвитку : збірник матеріалів XI міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 27 березня 2026 р.). Київ : КНЕУ, 2026. С. 554-559. https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/26639.

УДК 531.1:631.362.3:633.1

МОДЕЛЬ КОНТРОЛЬОВАНОГО ГРАВІТАЦІЙНОГО РУХУ ЗЕРНА ПО ЧОТИРЬОМ ПЕРЕСИПНИМ ПОЛИЦЯМ

Анатолій Антонець, Володимир Арендаренко, Олег Іванов
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

Актуальною проблемою АПК є безпечне завантаження висотних силосів зерном без його травмування. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є розробка завантажувальних установок, які забезпечують контроль швидкості гравітаційного руху зерна за рахунок різних кутів нахилу розгінних та гальмівних ділянок [1].

Розглянемо процес переміщення зерна по чотирьох пересипних полицях, які послідовно чергуються та складаються з двох розгінних і двох гальмівних ділянок. Розгінні полиці мають довжину l_1 та кут нахилу α. Гальмівні полиці характеризуються довжиною l_2 і кутами нахилу β та γ відповідно. З метою зменшення травмування зерна приймаємо умову, за якої кінцева швидкість сходу зерна з останньої полиці дорівнює початковій швидкості зерна на вході до першої розгінної полиці.

Початкову швидкість V_0 зерно набуває внаслідок вільного падіння з бункера, розташованого на висоті h_0 над краєм першої розгінної полиці. Під час падіння зерна від вихідного отвору бункера до краю першої розгінної ділянки його швидкість становить $V_0 = \sqrt{2gh_0}$. Під час подальшого переміщення зерновий потік, проходячи відстань l_1 по першій розгінній полиці, збільшує свою швидкість до максимального значення V_{max}. Перша розгінна ділянка розташована під кутом α до горизонту. З урахуванням перетворення частини потенціальної енергії зернового потоку в кінетичну, а також дії сили тертя, що характеризується коефіцієнтом тертя μ між шаром зерна та поверхнею полиці, отримаємо спрощене рівняння, яке описує процес перетворення енергії зернового потоку під час його руху по першій розгінній полиці:

$$\frac{mV_0^2}{2}\sin\alpha + mgl_1\sin\alpha - \mu mgl_1\cos\alpha = \frac{mV_{\max}^2}{2}$$

Після проходження першої розгінної полиці зерновий потік сходить із її краю та здійснює вільне падіння з висоти h на першу гальмівну полицю. З урахуванням кутів нахилу розгінної та гальмівної ділянок отримаємо:

$$\left(\frac{mV_{\max}^2}{2}\sin\alpha + mgh\right)\sin\beta$$

Рух зернового потоку по першій гальмівній ділянці довжиною l_2, яка розташована під кутом β до горизонту, відбувається під дією максимальної кінетичної енергії, набутої під час руху по першій розгінній ділянці, додаткової кінетичної енергії, отриманої внаслідок падіння з висоти h, а також потенціальної енергії зернового потоку $\mu mgl_2\sin\beta$. Водночас рух зернового потоку по даній ділянці супроводжується протидією сил тертя $\mu mgl_2\cos\beta$, яка через кут нахилу $\beta \le \alpha$ є набагато більше і спричиняє зменшення швидкості зерна з $V_{\max}$ до $\frac{2V_{\max}}{3}$ [2]. Отже, після проходження першої гальмівної ділянки в розрахунковій моделі передбачається зниження максимальної швидкості руху зерна на одну третину. Така умова має забезпечити стабільне переміщення зернового потоку та