

обслуговування, а також впровадження автоматизованих систем моніторингу енергоспоживання для оперативного виявлення відхилень від нормативних показників.

Нами було проведено техніко-економічне обґрунтування комплексної модернізації типової хлібопекарської печі продуктивністю три тонни готової продукції на добу. Розрахунки показали, що впровадження описаних вище заходів забезпечує зниження витрат природного газу на вісімнадцять – двадцять п'ять відсотків та зменшення споживання електричної енергії на двадцять – тридцять відсотків. При цьому сукупні капітальні інвестиції окуповуються протягом двох – трьох років експлуатації модернізованого обладнання, що є економічно привабливим показником для підприємств галузі.

Підсумовуючи результати проведеного дослідження, необхідно зробити кілька принципових висновків. По-перше, підвищення ефективності роботи хлібопекарських печей потребує саме комплексного системного підходу, що поєднує технологічні, технічні та організаційні заходи. По-друге, найвищу економічну ефективність демонструє інтегроване впровадження декількох напрямків модернізації, зокрема покращення теплоізоляції у поєднанні з рекуперацією теплової енергії та автоматизацією технологічних процесів. По-третє, капітальні інвестиції в модернізацію печей є економічно обґрунтованими та характеризуються прийнятним терміном окупності. По-четверте, ефекти від підвищення енергетичної ефективності не обмежуються лише економією ресурсів, а також проявляються у покращенні якісних характеристик готової продукції та екологічних параметрів виробництва.

Перспективами подальших наукових досліджень у цьому напрямку ми вбачаємо поглиблене вивчення можливостей інтеграції альтернативних джерел енергії в технологічні процеси хлібопекарського виробництва, розроблення інтелектуальних систем управління тепловими режимами на основі штучного інтелекту, а також дослідження впливу різних варіантів модернізації на фізико-хімічні та органолептичні показники хлібобулочних виробів.

Література

1. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.

УДК 621.9

О.С. Кобельник¹, к.т.н; В.І. Оліховський²; В.Р. Кобельник², к.т.н., доцент

¹ВСП «Тернопільський фаховий коледж ТНТУ ім.І.Пулюя», Україна)

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗМІНИ ПОДАЧІ ПРИ СВЕРДЛІННІ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ

O.S. Kobelnyk, Ph. D; V.I. Olikhovskiy; V.R. Kobelnyk, Ph.D., Assoc. Prof.

DEVICE FOR ENSURING CHANGE OF FEED DURIN DRILLING OF THROUGH HOLES

Процес свердління наскрізних отворів та його характерні особливості висвітлені у працях [1-6]. Встановлено, що під час формування наскрізних отворів, у момент виходу свердла з тіла заготовки, виникають небажані ефекти у механізмах головного руху та подачі, як наприклад пружні деформації, що супроводжуються накопиченням потенціальної енергії. В момент виходу свердла із заготовки, ця енергія вивільняється та призводить до різкого зростання подачі S , що в свою чергу призводить до збільшення крутного моменту. Такий стрибок навантаження, є одним із основних факторів поломки свердла та утворення задирок при наскрізному свердлінні. Методами щодо мінімізації

впливу цих явищ, є зниження подачі S , як упродовж всього процесу свердління, або безпосередньо на етапі виходу ріжучого інструмента із матеріалу заготовки .

Аналіз конструктивних рішень і принципів роботи існуючих пристроїв [3-6], призначених для зменшення подачі під час виходу свердла із заготовки, свідчить про наявність низки суттєвих недоліків. Зокрема застосування таких пристроїв, з одного боку, звужує технологічні можливості вертикально-свердильних верстатів, оскільки зменшується їхня ефективна робоча зона. З іншого боку, додаткові механічні елементи, спричиняють підвищені навантаження на вузли коробок швидкостей і подач. Це не лише знижує загальну надійність верстата, але й у ряді випадків, зумовлює потребу використання вертикально-свердильних верстатів більших типорозмірів і потужності, що є економічно необґрунтованим та нераціональним.

Відомий пристрій для свердління наскрізних отворів, принцип роботи якого, полягає у регулюванні осьового зусилля при свердлінні наскрізного отвору, що запобігає різкому збільшенню подачі при виході інструменту, шляхом збереження осьової сили різання навіть після виходу свердла з деталі. Це зменшує навантаження на інструмент та покращує якість отриманих поверхонь. Недоліком даного пристрою є те, що неможливо точно центрувати підпорну п'ятку відносно осі шпинделя. Через це виникає підвищене зношення перемички свердла та появу ексцентриситету в момент виходу свердла, через неспівпадіння вісі свердла з віссю пристрою. Негативні наслідки неточності базування пристрою унеможливають продуктивну та точну роботу. У запропонованій конструкції, виконано опору п'ятки плаваючою для забезпечення руху по радіальних напрямках, що дозволяє системі самоцентруватися під час роботи та отримувати власну вісь обертання від інструменту, дублюючи її.

Опис принципу роботи пристрою. Для забезпечення процесу свердління свердло 5 отримує обертовий рух від шпинделя верстату через корпус 1, стержень 2 який має можливість осьового руху в цьому корпусі та палець 3, патрон 4. При виході свердла 5 з тіла деталі 6, виникає процес випучування матеріалу оброблюваної деталі, упор 7 сприймає це навантаження та через кульки 9, що позиціонуються за допомогою сепаратора 10, і передають зусилля на корпус 8 до пружин 14 стискаючи їх. Тоді при контакті свердла 5 з упором 7 виникає контакт, що зберігає осьове зусилля, як при різанні, а обертання свердла передається на упор 7 якій позиціонується та починає обертатися точно з віссю свердла. Величина компенсації зміщення осі обмежується

втулкою 12, що запресована на кришку 11. При досягненні крайнього значення відхилення осі, яке може компенсувати пристрій, упор 7 впирається у втулку 12. Для запобігання

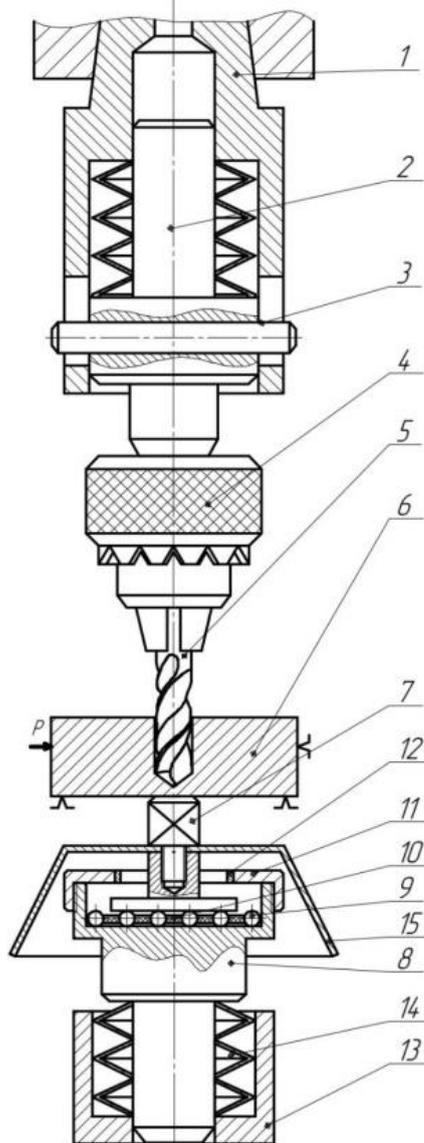


Рис. 1. Пристрій для свердління наскрізних отворів з плаваючим упором.

передчасному зносу, нижня частина упору 7, та верхня частина корпусу 8 гартується. При складанні пристрою в зону кульок вноситься консистентна змазка.

Таким чином запропонована конструкція пристрою для свердління наскрізних отворів дозволяє нівелювати відхилення від співвісності між свердлом та упором, що значно спрощує налагодження та дозволяє використовувати його при свердлінні деталей, як на вертикально-свердлильних верстатах так і на радіально-свердлильних верстатах

Література:

1. Кобельник В.Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі: дис. канд. техн. наук: 05.03.01: Терноп. нац. техн. ун-т ім. Івана Пулюя. Т., 2013. 21 с.

2. Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І. Про характер зміни подачі при виході інструменту із тіла заготовки в процесі свердління наскрізних отворів. *Вісник ТНТУ : Науковий журнал*.: Тернопіль : ТНТУ, 2012. № 4 (68). С. 114–127.

3. Оліховський В. І., Кобельник В. Р. Механізм для забезпечення перервної подачі шпинделя верстата. Матеріали VI Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (27–28 квітня 2023 р.). Тернопіль: ТНТУ, 2023. С. 242 – 243.

4. Оліховський В., Кобельник В. Пристрої для свердління наскрізних отворів. Матеріали VII Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25–26 квітня 2024 р.). Тернопіль: ТНТУ, 2024. С. 278 – 279.

5. Пат. 33445 Україна, МПК В 23 В 47/00. Механізм подач свердлильного верстату / Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І.; заявник та патентовласник Терн. нац. тех. універ. ім. І. Пулюя. – № 200801364; заяв. 04.02.2008; опубл. 25.06.2008, Бюл. № 8.

6. Пат. 77698 Україна, МПК (2013.01) В 23 В 47/00. Пристрій для свердління наскрізних отворів / Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І.; заявники і патентовласники Кривий П. Д., Кобельник В. Р., Кузьмін М. І. № u201209347; заявл. 30.07.2012; опубл. 25.02.2013, Бюл. № 4.

УДК 637.1.02

В.В. Колцун

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

НАПРЯМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПОТОКОВОЇ ЛІНІЇ ПАСТЕРИЗАЦІЇ МОЛОКА ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

V.V. Koltsun

DIRECTIONS FOR MODERNISING THE MILK PASTEURISATION FLOW LINE FOR SMALL-SCALE PRODUCTION ENTERPRISES

Підприємства невеликої продуктивності з переробки молока становлять значну частину молокопереробної галузі України. Однак вони часто стикаються з проблемою обмежених технологічних можливостей поточкових ліній пастеризації, що знижує їхню конкурентоспроможність та гнучкість виробництва. Розширення функціональності існуючого обладнання є економічно доцільним рішенням, яке дозволяє підвищити ефективність виробництва без значних капітальних інвестицій.

Сучасні ринкові умови вимагають від малих молокопереробних підприємств здатності швидко адаптуватися до змін у попиті споживачів, впроваджувати нові види продукції та забезпечувати стабільно високу якість. При цьому обмежені фінансові ресурси не завжди дозволяють здійснювати повну заміну виробничих ліній, що робить модернізацію існуючого обладнання оптимальною стратегією розвитку. Особливо це актуально для сільських підприємств, які відіграють важливу роль у переробці місцевої сировини та забезпеченні зайнятості населення.

Встановлення сучасних контролерів та датчиків дозволяє точно контролювати температурні режими, тиск та час витримки продукту. Система SCADA забезпечує візуалізацію процесу в реальному часі, автоматичне регулювання параметрів та ведення електронних журналів, що підвищує якість готової продукції та спрощує дотримання санітарних норм.

Перехід до модульної побудови лінії дозволяє легко змінювати конфігурацію залежно від потреб виробництва. Можливість швидкого демонтажу окремих секцій для