

УДК 681.513.6

Т.Я. БІЛА, В.В. СТАЦЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИВОДУ ЕЛЕКТРОПОБУТОВИХ МІКСЕРІВ ТА БЛЕНДЕРІВ ЗА РАХУНОК ВВЕДЕННЯ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

У статті розглядаються особливості процесів, що виникають під час змішування та подрібнення харчових продуктів у побутовому обладнанні. Досліджується вплив їх параметрів на роботу електроприводу та використання адаптивної системи керування для поліпшення експлуатаційних характеристик двигуна.

Ключові слова: міксер, блендер, адаптивне керування приводом, електропобутова техніка, подрібнення, змішування, момент опору.

Кухонні машини широко використовуються в побуті і призначені для змішування компонентів під час приготування кремів, тіста, мусів та подрібнення овочів, фруктів, м'яса для виготовлення пюре, паштетів і таке інше. Для здійснення цих процесів, які часто протікають одночасно, промисловістю випускаються різноманітні міксери, блендери та універсальні комбайни з електричним приводом [1]. Ці пристрої дозволяють підвищити продуктивність праці та зменшують фізичне навантаження на людину.

Постановка проблеми. Не зважаючи на те, що серійний випуск кухонних машин здійснюється на протязі декількох десятиріч [2], їх експлуатаційні параметри можуть бути покращені. В першу чергу, це пов'язано з тим, що одні й ті самі міксери та блендери використовуються для змішування речовин, які мають різні фізичні властивості (в'язкість, насипну густину, розмір частинок та ін.). Крім того, ці властивості суттєво змінюються в процесі змішування, а кінцевий продукт повинен мати певну консистенцію в залежності від потреб користувача. В результаті, під час роботи момент опору на валу електродвигуна змінюється у широких межах, і значну кількість часу двигун працює з ККД меншим за номінальний. Ще одним негативним фактором є високий рівень шуму, який виникає через збільшення швидкості обертання робочих органів при зменшенні моменту опору.

Розглянемо процеси, що можуть відбуватись при інтенсивному перемішуванні (збиванні) та подрібненні компонентів сумішей [3].:

1) структурування рідких компонентів при інтенсивній механічній дії, в результаті чого їх опір деформуванню робочими органами збільшується (наприклад, яєчний білок, вершки з цукром);

2) руйнування структурованих речовин при подальшій механічній дії (якщо довго збивати вершки з цукром, то спочатку відбувається структурування речовин, а потім руйнування структури і коагуляція жирових частинок в вершкове масло), при цьому зменшується здатність опиратись статичним навантаженням та підвищується в'язкість;

3) аерація рідких компонентів (насичення повітряними бульбашками), в результаті чого їх в'язкість (опір деформуванню) може зменшуватись;

4) збільшення в'язкості середовища в результаті насичення рідкої фази подрібненими частинками твердих речовин, або їх розчиненні.

Таким чином, загальний опір середовища P доцільно представити у вигляді суми статичної P_{cm} (що не залежить від швидкості механічної обробки) та кінематичної $P_{кін}$ (що підкоряється закону в'язкої течії Ньютона) складових:

$$P = k_{cm} \cdot P_{cm} + k_{кін} \cdot P_{кін}, \quad (1)$$

де k_{cm} , $k_{кін}$ – коефіцієнти, що визначають дольову участь у опорі кожної складової.

У загальному випадку формулу (1) можна представити у вигляді:

$$P(t) = k_{cm}(t) \cdot F_{cm}(\sigma_m, f_{мер}, \rho_{тв}, d_{тв}(t), \Phi_{cm}) + k_{кін} \cdot F_{кін}(\mu(t), \rho_p(t), \omega, \Phi_{кін}), \quad (2)$$

де σ_m – межа міцності твердої фази; $f_{мер}$ – узагальнений коефіцієнт тертя твердої фази; $\rho_{тв}$ – середня густина твердої фази; $d_{тв}$ – розмір часток твердої фази;

Φ_{cm} – статичний фактор впливу робочих органів (гострота леза, шорсткість поверхонь і ін.); μ – динамічна в'язкість рідкої фази; ρ_p – густина рідкої фази; ω – швидкість руху робочих органів; $\Phi_{кін}$ – кінематичний фактор впливу робочих органів (форма, площа активного перерізу і ін.).

Основна проблема керування процесами змішування та подрібнення в побутових кухонних машинах полягає в тому, що вигляд функцій F_{cm} та $F_{кін}$ не відомий та має стохастичний характер. Відповідно, система регулювання повинна самоналаштуватись на який-небудь параметр об'єкта керування в залежності від змінювання зовнішніх впливів в процесі роботи.

Актуальність дослідження. Підвищення ККД та зниження рівня шуму електропобутових кухонних машин в умовах невизначеності зовнішніх впливів є актуальним завданням.

Основні результати дослідження. У роботі пропонується покращити експлуатаційні характеристики за рахунок використання адаптивної системи керування електроприводом кухонної машини. Структурна схема такої системи наведена на рис. 1. Перед початком роботи користувач обирає необхідний режим на панелі керування.

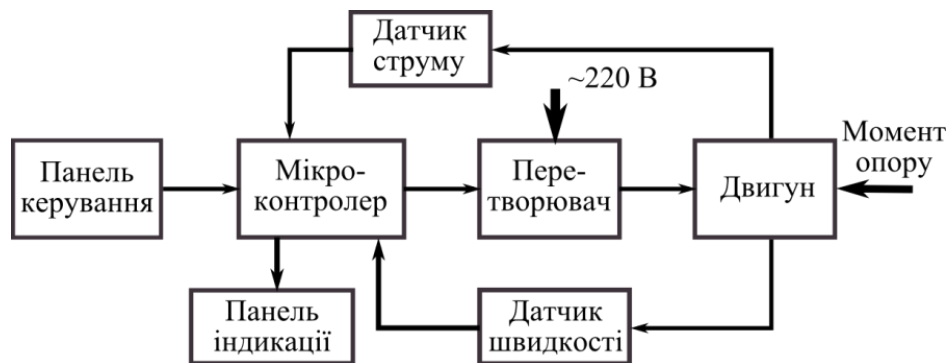


Рис.1. Структурна схема адаптивної системи керування приводом кухонної машини

Мікроконтролер за допомогою датчиків швидкості та струму визначає поточний режим роботи електродвигуна та порівнює його із заданим. На основі аналізу цих даних він формує сигнали керування перетворювачем електричної енергії, який визначає режим роботи електродвигуна. Інформація про поточний режим роботи відображається на панелі індикації.

Така система керування дозволяє забезпечити: захист електродвигуна від перевантаження; автоматичне вимикання електродвигуна при досягненні харчовим продуктом заданої якості обробки; автоматичне підтримування режиму роботи кухонної машини таким чином, щоб електродвигун працював з максимальним ККД, або обробка продукту відбувалась з максимальною інтенсивністю.

Для створення відповідних алгоритмів керування необхідно визначити закономірності зміни координат положення робочих точок електроприводу в залежності від зміни механічних характеристик речовин, що оброблюються. Тому що функцій $F_{ст}$ та $F_{кін}$ мають стохастичний характер, існує лише один робочий параметр міксера (блендера), який можна змінити у відповідь на зміну властивостей речовини – це швидкість обертання робочого органу. Тобто після обробки інформації про

параметри речовини ми повинні визначити заданий режим роботи двигуна. Механічні характеристики колекторних двигунів визначаються виразом:

$$\omega = \frac{U}{k \cdot \Phi I} - M \cdot R / [k \cdot \Phi I]^2, \quad (3)$$

де ω – кутова швидкість обертання валу електродвигуна; U – напруга живлення; k – конструктивний коефіцієнт; ΦI – магнітний потік; M – момент на валу двигуна; R – опір якоря.

Таким чином, для вирішення поставлених задач нам достатньо визначити момент опору на валу двигуна та струм в обмотках.

Цей підхід дозволяє забезпечити два режими регулювання частоти обертання валу електродвигуна: регулювання в функції стабілізації моменту опору середовища та регулювання в функції обмеження моменту опору.

Перший режим можна застосовувати за необхідністю забезпечення постійної інтенсивності механічної дії на харчовий продукт. Доцільний до використання для продуктів, що мають реологічні характеристики, які змінюються в процесі обробки. В цьому режимі швидкість обертання двигуна має бути обернено пропорційною моменту опору.

Принцип регулювання в цьому режимі наведений на рис. 2, а. На початку обробки робоче середовище створює момент опору, що відповідає характеристиці t_0 . Робоча точка 1 знаходиться на

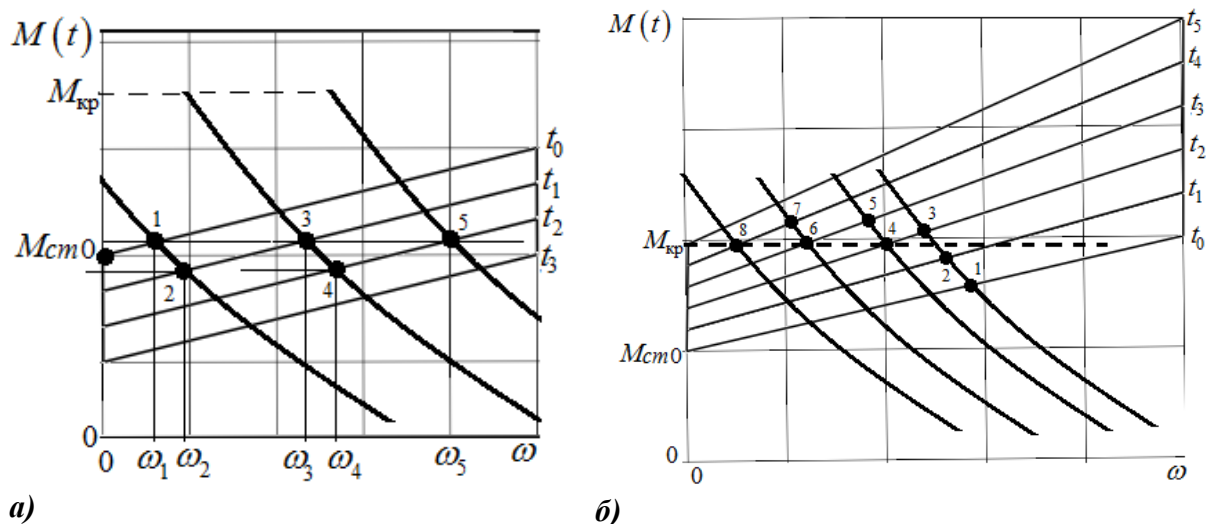


Рис. 2. Регулювання в функції:

а – стабілізації моменту опору середовища; *б* – обмеження моменту опору.

перетині цієї прямої і механічної характеристики електродвигуна на початку роботи. Через проміжок часу, що визначений у програмі, контролер опитує стан датчика струму. Якщо в деякий момент t_1 (робоча точка 2), момент менше початкового на задану в програмі величину, подається команда підвищення швидкості обертання на величину, що розрахована за виразом (3). Система електродвигун - середовище переходить на робочу точку 3. Далі процес повторюється (т. 4-5; 5...) до закінчення процесу обробки.

Другий режим (обмеження моменту опору) доцільний для обробки продуктів, що чутливі до надмірної механічної дії (сметана, яєчний білок і ін.) і в яких момент опору збільшується з часом обробки.

Принцип регулювання системою частоти обертання електродвигуна в функції обмеження моменту опору наведений на рис.2, б. В початковий момент часу t_0 машина працює в режимі, що відповідає точці 1. В програмі заданий момент $M_{кр}$ на валу електродвигуна, який є критичним для даного продукту (наприклад, щоб сметана не перетворилась на масло). Якщо при черговому опитуванні датчика струму його сигнал перевищує той, що відповідає значенню $M_{кр}$ (точка 3), то двигун переводиться на нижчу характеристику, якій відповідає робоча точка 4. Далі процес повторюється.

Висновки. Таким чином, система, що запропонована, дозволяє вирішити поставлені задачі; не призводить до суттєвих змін у масо-габаритних показниках обладнання; може бути створена з використанням пристроїв, що випускаються серійно, тобто не призводить до суттєвого підвищення вартості.

Список використаної літератури

1. Електропобутова техніка: Навчальний підручник / [Петко І.В., Бурмістенков О.П., Кострицький В.В. та ін.]. – К.: КНУТД, 2009. – 204 с.
2. Лебедев В.С. Расчёт и конструирование типовых машин и аппаратов бытового назначения / Лебедев В.С. – М., Лёгкая и пищевая промышленность, 2009. – 327 с.
3. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах / [Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін.]. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2011. – 832 с.

Стаття надійшла до редакції 01.11.2013

Повышение эффективности работы привода электробытовых миксеров и блендеров за счет введения адаптивной системы управления

Белая Т.Я., Стаценко В.В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье рассматриваются особенности процессов, возникающих во время смешивания и дробления пищевых продуктов в бытовом оборудовании. Исследуется их влияние на работу привода и использования адаптивной системы управления для увеличения КПД двигателя.

Ключевые слова: миксер, блендер, адаптивное управление приводом, бытовая техника, дробление, смешивание, момент сопротивления.

Improving the electrical drive mixers and blenders efficiency due to adaptive control system introduction

Bila T., Statsenko V.

Kyiv National University of Technologies and Design

The article discusses the processes features that occur during mixing and grinding of food components in household equipment. Study of their impact on the drive operation and the adaptive control system usage to increase the engine efficiency.

Keywords: mixer, blender, adaptive drive control, household equipment, grinding, mixing, resisting moment

УДК 687.016:687.17

Р.Ю. КОЖУШКО, М.В. КОЛОСНІЧЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

**УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ЖИЛЕТІВ З
НАВАНТАЖЕННЯМ**

У статті розглянуто результати аналізу умов експлуатації, асортимент матеріалів та фурнітури, недоліки існуючих видів жилетів з навантаженням для занять Workout. Сформовано номенклатуру показників якості, значущість яких визначено методом анкетного опитування експертів. Досліджено показники розривального зусилля та подовження на момент розривання матеріалів та ниткових з'єднувань жилетів з навантаженням. Запропоновано нове конструктивно-технологічне рішення жилету з навантаженням з поліпшеними показниками якості.

Ключові слова: *Workout, жилет з навантаженням, міцність, матеріали, конструктивно-технологічне рішення*

Сучасна прогресивна молодь, що є прихильниками здорового способу життя все активніше займається різноманітними видами активної фізичної діяльності, до яких належить і створений на початку ХХ століття у США напрям занять фізичними вправами Workout.