

УДК 621.664.741

Ковальов О.В., к.т.н.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

Федорів В.М., к.т.н.

Кам'янець-Подільський коледж харчової промисловості, м. Кам'янець-Подільськ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСІЮВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Розробка раціональних конструкцій просіювачів сипких матеріалів і збільшення ефективності їх роботи – одне з основних завдань харчової промисловості. В цьому напрямку перспективним є вібропросіювання, яке забезпечує суттєву інтенсифікацію процесу та зменшує питомі витрати електроенергії.

Для поділу сипких продуктів на фракції за величиною часток використовуються машини, робочим органом яких є система рухомих сит, або повітряний потік. В результаті просіювання через сито вихідний продукт поділяється за величиною часток на дві фракції. Частина продукту, що проходить через отвір сита, називається проходом, а та частина, що залишається на ситі і сходиться з нього, – сходом. Ці машини використовуються для видалення сторонніх домішок з борошна на хлібозаводах, кондитерських та макаронних фабриках, з різних видів сировини зернопереробної промисловості.

Борошно, що надходить на виробництво, повинно бути обов'язково просіяне, тобто потрібно механічно відділити сторонні домішки. Крім того, в процесі просіювання борошно розрихлюється та аерується (насичується повітрям), що деякою мірою сприяє кращому бродінню тіста, виходу та якості хлібобулочних виробів.

Класифікація сипких продуктів за допомогою повітряного потоку застосовується як в комбінації з ситовими установками (повітряні і ситові сепаратори), так і окремо при провіюванні і пересипанні (аспіраційні колонки та ін.). До найбільш розповсюджених сипких харчових продуктів належать пшеничне борошно, цукрова пудра, картопляний крохмаль. У технології виробництва і переробки цих харчових сипких мас передбачений процес їх просіювання. У кількісному відношенні обсяг високодисперсних сипких харчових продуктів, що підлягають просіюванню, безупинно зростає як у галузях харчової промисловості, так і на підприємствах масового харчування при виробництві хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів. Якість і обсяг виробництва готової продукції, безсумнівно, залежать від ефективності роботи просіювальних машин. Розмір отворів сит, а також фракційні характеристики просіювальних харчових сипких мас є визначальними факторами, від яких залежать технологічна ефективність і питома продуктивність просіювальних машин. Зменшення прохідного перетину отворів сита сприяє їхньому забиванню високодисперсним сипучим продуктом. І як наслідок, таке явище призводить до зниження ефективності і питомої продуктивності процесу просіювання.

Зниження негативних наслідків адгезії і раціональне використання сил адгезійної взаємодії шару сипких часток з контактуючою робочою поверхнею дозволяє інтенсифікувати процес просіювання. Тому розробка нового прогресивного способу просіювання на коливаючих поверхнях по адгезійних властивостях часток сипких харчових мас є своєчасною і практично важливою. Впровадження цього процесу в апарати по виробництву і переробці сипких харчових продуктів буде сприяти зниженню їхньої енергоємності, збільшенню обсягу виробництва і підвищенню якості готових хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів.

Основною нашою метою є дослідження процесу вібропросіювання і розробка нових конструкцій просіювачів борошна.

Для досягнення основної мети необхідно вирішити ряд взаємозалежних наукових завдань, а саме:

- дослідити та встановити механіку процесу вібраційного просіювання;
- встановити межі інтервалу інтенсивності коливань просіювальної поверхні;

- отримати теоретичні залежності параметрів вібропереміщення шару часток борошна від параметрів коливань деки;
- запропонувати конструктивні схеми, розробити і впровадити дослідний зразок вібраційного просіювача борошна і оцінити його економічну ефективність.

У багатьох роботах закордонних і вітчизняних учених підтверджується залежність коефіцієнта тертя від гранулометричного складу сипучої маси: зі зменшенням розміру часток збільшується значення коефіцієнта тертя. Однак цей факт пояснюється проявом адгезійного зв'язку високодисперсних часток із контактуючою поверхнею, а не підвищеними фракційними властивостями часток.

Фракційні властивості сипких матеріалів характеризує коефіцієнт зовнішнього тертя m , який визначали на лабораторній установці (рис.1).

Сила тертя F , що є основною характеристикою процесу тертя двох поверхонь, визначається їх взаємодією по площі істинного або фактичного контакту S_{ϕ} . У загальному випадку сила тертя є функцією тиску P , швидкості ковзання U , температури T , тривалості контакту та ряду інших параметрів. На практиці часто використовується питома номінальна сила тертя G , що називається напруженням тертя і визначається відношенням сили тертя до площі номінального геометричного контакту:

$$G = F / S.$$

Поширена також така характеристика, як коефіцієнт тертя f_t , що дорівнює відношенню сили тертя до нормального навантаження N :

$$f_t = F / N.$$

Разом з питомою силою тертя G користуються поняттям питомого нормального навантаження:

$$P = N / S$$

Найважливішими характеристиками процесу тертя є, безумовно, питома фактична (істинна) сила тертя

$$G_{\phi} = F / S_{\phi}$$

та фактичний тиск

$$P_{\phi} = N / S_{\phi}.$$

Проте, ці характеристики використовуються досить рідко через те, що визначення площі фактичного контакту пов'язане із певними труднощами.

З метою виявлення впливу швидкості ковзання U та питомого навантаження S на коефіцієнт тертя у русі сипких матеріалів по сталі запропонована лабораторна установка (рис.1).

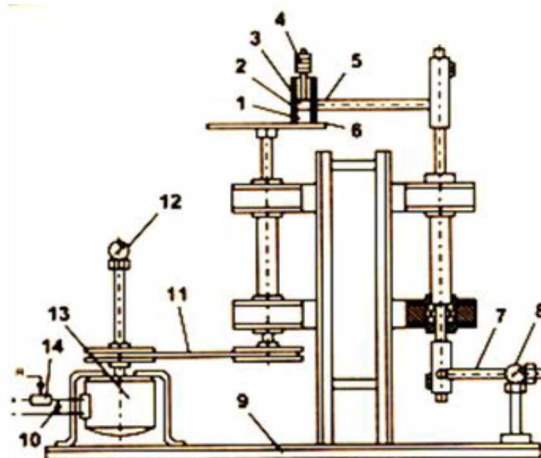


Рисунок 1 – Лабораторна установка для визначення коефіцієнта тертя

Лабораторна установка складається з порожнього циліндра 2 діаметром 0,05 м. із засипаним у нього дослідним матеріалом 1, притискного поршня 3, важелів 4,7, набору металевих пластин різної ваги 5, диска 6, електродвигуна 13 з пасовою передачею 11, реостата 14, динамометра 8, тахометра 12, вольтметра 10, станини 9. Циліндр 2 закріплений на важелі

4 таким чином, що між циліндром 0,2...0,5 мм. Рух диска 6 передається через пасову передачу 11 від електродвигуна 13. Швидкість обертання електродвигуна змінюється за допомогою реостата 14 і визначається тахометром 12.

Коефіцієнт зовнішнього тертя продукту по поверхні залежать від питомого навантаження на робочу поверхню та швидкості ковзання і може бути визначений за формулою:

$$f_{т,} = 0,22 + 2 G_{ф}^{-0,35} U^{0,2}$$

Знайдені коефіцієнти дали можливість визначити оптимальні характеристики роботи вібропросіювача для борошна різних гатунків.

За результатами дослідів було розроблено нову спрощену конструкцію вібраційного просіювача (рис.2) із застосуванням кривошипно-шатунного механізму для зменшення витрат електроенергії. У цьому просіювачі, що складається з каркаса, завантажувального бункера, дерев'яної ситової рамки з ситом, закритої зверху кришкою з оргскла, до середини торцевого боку дерев'яної рамки прикріплюється кривошипно-шатунний механізм, що приводиться в рух від електродвигуна, встановленого на каркасі. Дерев'яна рамка з ситом може встановлюватись не тільки горизонтально, а й під певним кутом за допомогою регулювальних гвинтів. Рамка підвішується з торцевих боків до кронштейна за допомогою дерев'яних пружинних опор, що значно зменшує опір потоку матеріалу і дає можливість ефективніше використовувати енергію привода та поліпшувати процес просіювання.

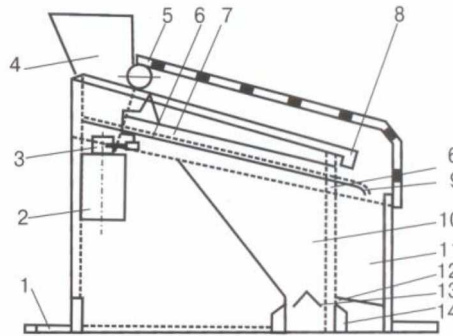


Рисунок 2 – Вібраційний просіювач

Вібраційний просіювач складається з каркаса 1, завантажувального бункера 4, дерев'яної ситової рамки 8 розміром 370× 500 мм із встановленим пробивним ситом 7 з отворами Ø1,5 мм. Рамка підвішена до кронштейнів за допомогою чотирьох дерев'яних пружинних опор 6, 9. Зверху рамка з ситом закрита кришкою 5 з оргскла. До складу просіювача входять також збірник просіяного борошна з розвантажувальним патрубком 11, обладнаним магнітним уловлювачем 13, патрубком 12 і відкидним лотком 14 для нього та механізму привода, який складається з електродвигуна 2 (P = 0,4 кВт; n = 1000 хв.⁻¹) і кривошипно-шатунного механізму 3.

Завдяки такій конструкції буде більш раціонально використовуватися енергія привода, а також за умови нахиленого розташування сита більш ефективно проходитиме просування нижнього шару борошна, що поліпшуватиме процес просіювання.

Такі удосконалення дають можливість підвищити ефективність просіювання сипких матеріалів.

Література

1. Ковалев А.В. Высокоинтенсивные просеиватели муки / А.В. Ковалев, В.М. Фёдоров, В.А. Анистратенко – М.: Хлебопечение России. – 2001. - №5.- С. 30.
2. Ковальов О.В. Шляхи підвищення ефективності процесу просіювання сипких матеріалів // Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. - К.: УкрІНТЕІ. -1996. -№22 - С. 12 - 13.