Цуркан О. В.

Нечепоренко С. А.

Вінницький національний аграрний університет

Близнюк М. Я.

Вінницький національний технічний університет

Tzurkan O. V.

Necheporenko S. A.

Vinnytsia National Agrarian University

Blyzniuk M. Ya.

Vinnytsia National Technical University

УДК 633.1:631.536.24

СУЧАСНІ СПОСОБИ СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. *У статті наведені два нових способи сушіння зернових матеріалів, котрі поєднують конвективний спосіб підведення теплоти із введенням до складу сушильного агента озону. У першому – сушильний агент одночасно з озоном приймають участь у процесі сушіння, а у другому – зерновий матеріал спочатку підсушують низькотемпературною озоно-повітряною сумішшю, а потім досушують його високотемпературним агентом сушіння. Способи ефективно висушують зерновий матеріал та, окрім того, дозволяють знезаражувати поверхню зерен, що сприяє підвищенню їх якості, з точки зору стимулювання росту і розвитку насіння.*

Ключові слова: *зерновий матеріал, сушильна камера, бункер, пружні підвіски, вібратор, шибери, генератор озону, калорифер, деструктор.*

Вступ. Сушіння зернових матеріалів є надійним способом зупинки біохімічних процесів, які протікають у зерні, а тому воно запобігає псуванню зібраного врожаю. З метою підвищення інтенсивності процесу сушіння і збереження якості зернового матеріалу, який підсушують, досліджені різні джерела теплоти і способи їх енергопідведення, а також їх сполучення [1]. Найбільш поширений на практиці конвективний спосіб підведення теплоти не є ефективним, за рахунок значних втрат тепла (до 70%). Ефективність цього процесу може бути підвищена за рахунок введення до складу сушильного агента озону. До переваг застосування озону, у складі сушильного агента, віднесемо: його високий окислювальний потенціал; можливість отримання на місці використання із кисню повітря; відсутність відходів і шкідливих речовин у процесі сушіння; економічну ефективність застосування озону; екологічну сумісність озону з оточуючим середовищем.

Основна частина. Нами запропоновані два способи сушіння зернових матеріалів з використанням озону. У першому [2] використання озону у складі сушильного агента, забезпечує безпосередній біохімічний вплив на зерновий матеріал, поліпшує транспорт вологи та газів із внутрішніх шарів зерен. Тому використання озоно-повітряної суміші одночасно з агентом сушіння до моменту біохімічного етапу масообміну позитивно впливає на процес сушіння. У результаті біохімічних реакцій окислення озоном зерен матеріалу, утворюються нові хімічні елементи, які є природними антисептиками і біологічними стимуляторами росту і розвитку зерен. Отже, цей спосіб сушіння зернових матеріалів дозволяє знезаражувати поверхні зерен зернових матеріалів і сприяти підвищенню їх якості, з точки зору стимулювання росту і розвитку насіння.

На рис.1 показані зерновий матеріал 1, U-подібна вібруюча сушильна камера 2 з перфорованим дном 3, нахиленим в один бік, під яким утворена порожнина 4 для подачі озоно-повітряної суміші одночасно з агентом сушіння, за допомогою пружних підвісок 5 змонтована на нерухомій рамі 6 і оснащена вібратором 7. Для герметизації U-подібної вібруючої сушильної камери 2, із завантаженим зерновим матеріалом 1, застосовують шибери 8,9 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. Установка оснащена генератором озону 10, калорифером 11 і деструктором 12.

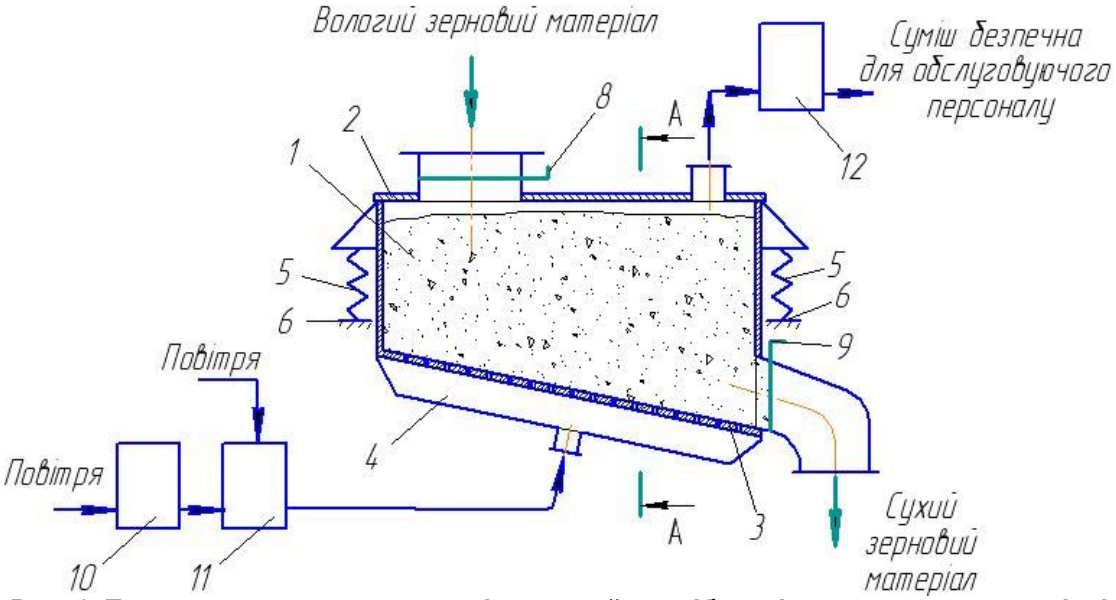

Рис. 1. Принципова схема, яка реалізує новий спосіб сушіння зернових матеріалів

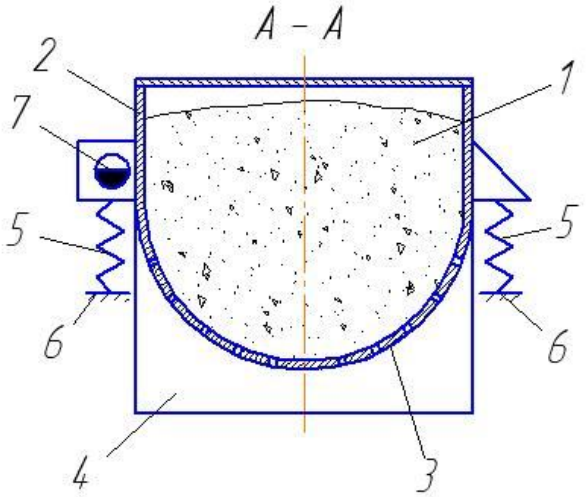

Рис. 2. Переріз А-А на рис. 1

Спосіб здійснюють наступним чином. Зерновий матеріал 1 завантажують всередину U-подібної вібруючої сушильної камери 2 з перфорованим дном 3, нахиленим в один бік, під яким утворена порожнина 4 для подачі озоно-повітряної суміші одночасно з агентом сушіння. U-подібну вібруючу сушильну камеру 2, із завантаженим зерновим матеріалом 1, герметизують шиберами 8,9 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. Включають вібратор 7, котрий за допомогою пружних підвісок 5, змонтованих на нерухомій рамі 6, приводить у коливальний рух U-подібну вібруючу сушильну камеру у 2, разом із зерновим матеріалом 1. Включають генератор озону 10, який з повітря утворює озоно-повітряну суміш з параметрами: температура 18...25ºС, концентрація озону 1,0...0,1 г/м³. Включають калорифер 11, котрий з повітря утворює агент сушіння з температурою 25...70ºС. Озоно-повітряну суміш змішують з агентом сушіння і одночасно подають їх всередину U-подібної вібруючої сушильної камери 2. Температуру агента сушіння варіюють в межах 25...70ºС, в залежності від необхідних, наперед заданих, значень кінцевої вологості зернового матеріалу 1. Утворена суміш з порожнини 4 проходить крізь перфороване дно 3 і аеровіброкиплячий шар зернового матеріалу 1, чим здійснює

процес сушіння зернового матеріалу 1. Відпрацьовану озоно-повітряну суміш з агентом сушіння із U-подібної вібруючої сушильної камери 2 направляють у деструктор 12, де руйнується структура озону, а суміш стає безпечною для обслуговуючого персоналу. Після завершення процесу сушіння піднімають шибер 9 і зерновий матеріал 1 розвантажують із U-подібної вібруючої сушильної камери 2. Подалі цикл сушіння повторюють. Підвищення інтенсивності процесу сушіння зернового матеріалу 1 досягають за рахунок поєднання сушіння вологого зернового матеріалу 1 низькотемпературною озоно-повітряною сумішшю одночасно із високотемпературним агентом сушіння. Відомо, що озон у складі озоно-повітряної суміші інтенсивно руйнується при підвищенні температури вище 70ºС, тому температуру агенту сушіння обмежують. Завдяки тому, що U-подібна вібруюча сушильна камера 2, разом із зерновим матеріалом 1, приводиться у коливальний рух вібратором 7, всі зерна матеріалу отримують рівномірну обробку, як озоно-повітряною сумішшю, так і агентом сушіння.

У другому способі [3] використання озону у складі сушильного агенту, на першому етапі сушіння забезпечує підвищення інтенсивності процесу сушіння зернових матеріалів, завдяки безпосередньому біохімічному впливу на зерновий матеріал, поліпшує транспорт вологи та газів із внутрішніх шарів зерен. Тому доцільно використовувати озон на початковому етапі сушіння, щоб до моменту біохімічного етапу масообміну зерно опинилося в сушарці у зоні основного сушіння [1].

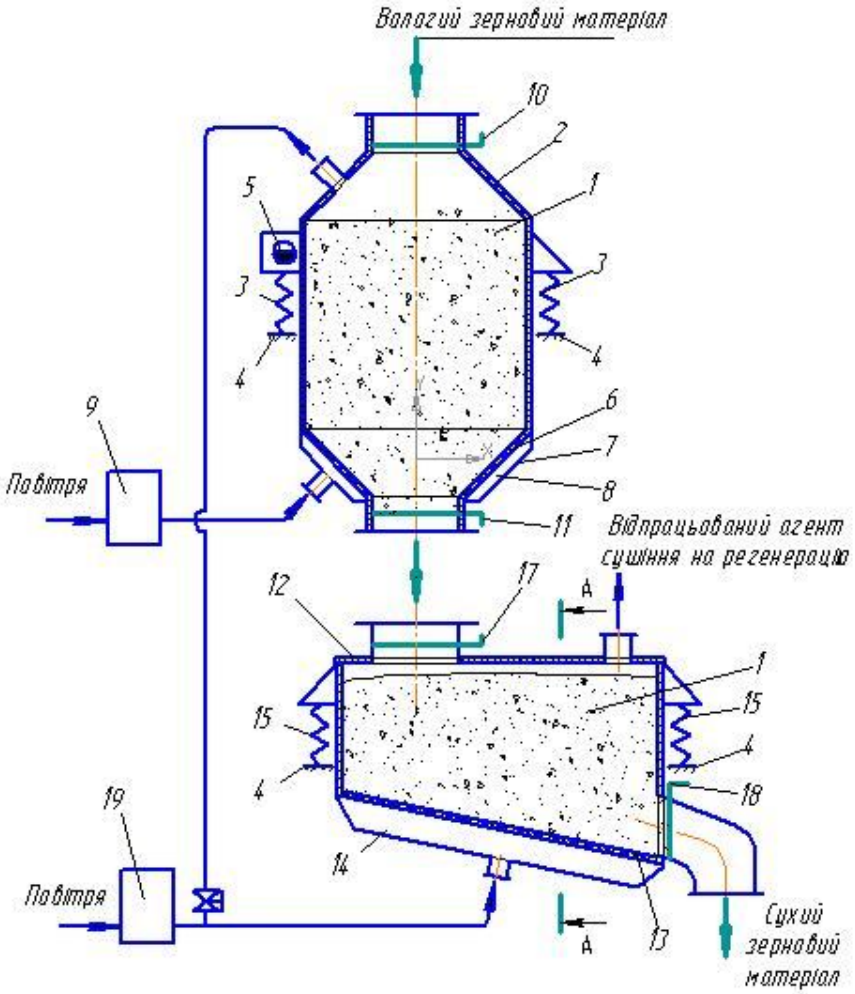

Рис. 3. Принципова схема, яка реалізує новий спосіб сушіння зернових матеріалів

На рис.3 показані зерновий матеріал 1, вібруючий циліндричний бункер 2, з вертикальною геометричною віссю, який за допомогою пружних підвісок 3 змонтований на нерухомій рамі 4 і оснащений вібратором 5. Конусна розвантажувальна поверхня 6 вібруючого циліндричного бункера 2 виконана перфорованою, а навколо неї еквидистантно розташована конусна обичайка 7, нерухомо з'єднана з бункером 2, з утворенням порожнини

8 для подачі озоно-повітряної суміші, котру утворюють за допомогою генератора озону 9. Для герметизації внутрішньої порожнини вібруючого циліндричного бункера 2, із завантаженим зерновим матеріалом 1, застосовують шибери 10,11 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. U-подібна вібруюча сушильна камера 12 з перфорованим дном 13, нахиленим в один бік, під яким утворена порожнина 14 для подачі агента сушіння, за допомогою пружних підвісок 15 змонтована на нерухомій рамі 4 і оснащена вібратором 16. Для герметизації U-подібної вібруючої сушильної камери 12, із завантаженим зерновим матеріалом 1, застосовують шибери 17,18 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. Для утворення агента сушіння використовують калорифер 19.

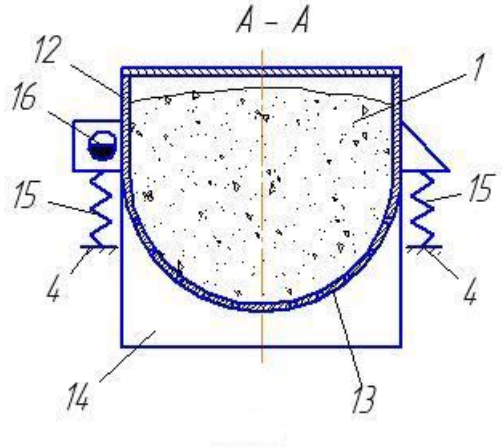

Рис. 4. Переріз А-А на рис. 3

Спосіб виконують у два етапи-на першому зерновий матеріал 1 завантажують у вібруючий циліндричний бункер 2, з вертикальною геометричною віссю, конусна розвантажувальна поверхня 6 котрого виконана перфорованою, а навколо неї еквидистантно розташована конусна обичайка 7, нерухомо з'єднана з бункером 2, з утворенням порожнини 8. Для герметизації внутрішньої порожнини вібруючого циліндричного бункера 2, із завантаженим зерновим матеріалом 1, застосовують шибери 10,11 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. Включають вібратор 5, котрий за допомогою пружних підвісок 3, змонтованих на нерухомій рамі 4, приводить у коливальний рух вібруючий циліндричний бункер 2, разом із завантаженим у нього зерновим матеріалом 1. Включають генератор озону 9, котрий з повітря утворює озоно-повітряну суміш, яку крізь порожнину 8 і перфоровану конусну розвантажувальну поверхню 6 подають у внутрішню порожнину вібруючого циліндричного бункера 2. Параметри озоно-повітряної суміші- температура 18...25ºС, концентрація озону 1,0...0,1 г/м³. Ця суміш проходить крізь аеровіброкиплячий шар зернового матеріалу 1 з експозицією 5,0...15,0 хвилин, за якої зерновий матеріал 1 попередньо підсушується. На другому етапі зерновий матеріал 1 із вібруючого циліндричного бункера 2 подають всередину U-подібної вібруючої сушильної камери 12 з перфорованим дном 13, нахиленим в один бік, під яким утворена порожнина 14 для подачі агента сушіння. U-подібну вібруючу сушильну камеру у 12 із завантаженим зерновим матеріалом 1 герметизують шиберами 17,18 з боків завантаження і розвантаження зернового матеріалу 1. Включають вібратор 16, котрий за допомогою пружних підвісок 15, змонтованих на нерухомій рамі 4, приводить у коливальний рух U-подібну вібруючу сушильну камеру у 12 разом із зерновим матеріалом 1. Включають калорифер 19, котрий утворює агент сушіння з температурою 25...85ºС , котрий подають всередину U-подібної вібруючої сушильної камери 12. Агент сушіння з температурою 25...85ºС, в залежності від необхідних, наперед заданих, значень кінцевої вологості зернового матеріалу 1, з порожнини 14 проходить крізь перфороване днище 13 і аеровіброкиплячий шар зернового матеріалу 1, чим завершує процес сушіння зернового матеріалу 1. Відпрацьовану озоно-повітряну суміш із вібруючого циліндричного бункера 2 подають, з метою деструкції озону, у трубопровід з високотемпературним агентом сушіння, котрий направляють в U- подібну вібруючу сушильну камеру 12. Відпрацьований агент сушіння із U-подібної вібруючої сушильної камери 12 відводять на регенерацію з повторним його використанням. Після завершення процесу сушіння піднімають шибер 18 і зерновий матеріал 1 розвантажують із U-подібної вібруючої сушильної камери 12. Подалі цикл сушіння повторюють. Підвищення інтенсивності процесу сушіння зернового матеріалу 1 досягаємо за рахунок поєднання підсушування вологого зернового матеріалу 1 низькотемпературною озоно-повітряною сумішшю, а потім досушування його високотемпературним агентом сушіння. Завдяки тому, що вібруючий циліндричний бункер 2 та U-подібна вібруюча сушильна камера 12, разом із зерновим матеріалом 1, приводяться у коливальний рух вібраторами відповідно 5 і 16, всі зерна матеріалу отримують рівномірну обробку, як озоно-повітряною сумішшю, так і агентом сушіння.

Висновки. У результаті біохімічних реакцій окислення озоном зерен матеріалу, у цьому способі, як і у попередньому, утворюються нові хімічні елементи, які є природними антисептиками і біологічними стимуляторами росту і розвитку зерен. Отже, цей спосіб також дозволяє знезаражувати поверхню зерен зернових матеріалів і сприяє підвищенню їх якості, з точки зору стимулювання росту і розвитку насіння.

Список використаних джерел

1. Перспективы использования озона в биоэнергетических процессах сушки и сохранности растительных материалов. Т. П. Троцкая, И. Е. Голубец, «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Республика Беларусь, А. А. Литвинчук, А. М. Миронов, В. М. Грищук , «НПЦ НАН Беларуси по продовольствию» г. Минск, Республика Беларусь. Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–22 окт. 2009 г.). В 3 т. Т.2. с. 7-14 / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редколлегия: П. П. Казакевич (гл. ред.), О. О. Дударев. – Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2009. – 212 с.
2. Спосіб сушіння зернових матеріалів. Заявка на патент України (корисну модель) u 2013 06638, від 28.05.2013 р., заявники-винахідники: Павленко В.С., Цуркан О.В., Близнюк М.Я., Нечепоренко С.А.
3. Спосіб сушіння зернових матеріалів. Заявка на патент України (корисну модель) u 2013 06626, від 28.05.2013 р., заявники-винахідники: Павленко В.С., Цуркан О.В., Близнюк М.Я., Нечепоренко С.А.

Список джерел в транслітерації

1. Perspektivy ispolzovaniya ozona v bioenergeticheskimi protsessakh sushki i sokhrannosti rastitelnykh materialov. T. P. Trotskaya, I. Ye. Golubets, «Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet» g. Grodno, Respublika Belarus, A. A. Litvinchuk, A. M. Mironov, V. M. Grishchuk, «NPTS NAN Belarusi po prodovolstviye» g. Minsk, Respublika Belarus. Nauchno-tekhnicheskiy progress v selskokhozyaystvennogo proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Minsk, 21-22 okt. 2009 g.). V 3 t. T.2. s. 7-14 / RUP «Nauchno-prakticheskiy tsentr natsional'noy akademii nauk Belarusi po mekhanizatsii selskogo khozyaystva»; redkollegiya: P. P. Kazakevich (gl. red.), O O. Dudarev. – Minsk: RUP «NPTS NAN Belarusi po mekhanizatsii selskogo khozyaystva», 2009. – 212 s.
2. Sposib Sushinnya zernovykh materialiv. Zayavka na patent Ukrainy (korysnostey model) u 2013 06638, vid 28.05.2013 r., Zayavnyku-vinakhidniki: Pavlenko V. S., Tsurkan O. V., Blyznyuk M. Ya., Necheporenko S. A.
3. Sposib Sushinnya zernovykh materialiv. Zayavka na patent Ukrainy (korysnostey model) u 2013 06626, vid 28.05.2013 r., zayavnyku-vinakhidniki: Pavlenko V. S., Tsurkan O. V., Blyznyuk M. Ya., Necheporenko S. A.

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. *В статье описаны два новых способа сушки зерновых материалов. В них объединены конвективный способ подвода теплоты с введением в состав агента сушки озона. В первом способе агент сушки одновременно с озоном поступает в сушильную камеру, а во втором-зерновой материал предварительно подсушивают низкотемпературной озоно-воздушной смесью, а затем досушивают высокотемпературным сушильным агентом. Способы эффективны для сушки зерновых материалов и, кроме того, позволяют обеззараживать поверхность зерен, что повышает их качество, с точки зрения стимулирования роста и развития семян.*

Ключевые слова: *зерновой материал, сушильная камера, бункер, упругие подвески, вибратор, шиберы, генератор озона, калорифер, деструктор.*

MODERN METHODS OF DRYING GRAIN MATERIALS

Annotation. *The paper presents two new methods of drying grain materials that combine convection method of heat supply to the introduction of the drying agent ozone. The first - the drying agent simultaneously with ozone participate in the drying process, and the second-grain material is first dried low temperature ozone-air mixture, and then finally dried its high-temperature drying agent. Ways to effectively dried grain material, and furthermore, can disinfect the surface of grains, thereby increasing their quality, in terms of stimulating growth and development of seeds.*

Key words: *grain material, drying chamber, tank, elastic suspension, vibrator, Gates, ozone generator, heater, destructor.*