

УДК 664.292

**С.Г. МЕТЛЬОВ**

**В.О. ОВЧАРУК**, канд. техн. наук

**Ю.І. ВЕРЕСОЦЬКИЙ**, канд. техн. наук

**Є.М. БАБКО**, канд. техн. наук

**І.В. ЮЩУК**

*Національний університет харчових технологій*

## **АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПЕКТИНОВМІСНИХ ПОРОШКІВ**

*Наведено результати дослідження існуючих способів отримання сушених харчових порошків та започатковано розроблення нових технологічних схем виробництва сухих пектиновмісних екстрактів.*

**Ключові слова:** сушені харчові порошки, пектиновмісні екстракти.

*Приведены результаты исследования существующих способов получения сушеных пищевых порошков и начата разработка новых технологических схем производства сухих пектиносодержащих экстрактов.*

**Ключевые слова:** сушеные пищевые порошки, пектиносодержащие экстракты.

*The results of research of existent methods of receipt of the dried food powders are resulted and development of new flowsheets of production of dry pectin containing extracts is begun.*

**Keywords:** dried food powders, pectin containing extracts.

В різноманітних плодах, коренеплодах та в одерев'янілих клітинах міститься вуглеводний комплекс, що має кислі властивості [3]. Цей комплекс

називають пектиновими речовинами.

Пектин (або пектиновмісний напівфабрикат), як товарний продукт – звичайно сухий препарат або рідкий екстракт, що виробляється за різними технологічними схемами. Як правило, в усіх схемах його отримання наявні такі основні стадії:

- підготовка рослинної пектиновмісної сировини до процесу екстрагування пектинових речовин (промивка, подрілення, пресування);
- гідроліз-екстрагування пектинових речовин;
- очищення рідкого пектинового екстракту (сепарування, фільтрування);
- відділення пектину з розчину, якщо це передбачається (осаджування аліфатичними спиртами або солями полівалентних металів);
- сушіння та подріблення пектину або пектиновмісного напівфабрикату.

Підготовка до процесу екстрагування висушеної рослинної сировини, зокрема, сухих яблучних вичавок, полягає в їх одноразовій або дворазовій промивці водою температурою 10 – 20 °С.

Для гідролізу протопектинової фракції використовують різні кислоти: соляну, сірнисту, сірчану, азотну, лимонну, оцтову та фосфорну.

Найчастіше використовують соляну кислоту, оскільки вона активніше впливає на процес гідролізу протопектину, що обумовлює її порівняно невеликі витрати. Проте соляна кислота агресивна стосовно металів.

При отриманні пектину з яблучних вичавок та citrusових плодів перевага надається азотній кислоті, яка до того ж менш летка. Проте, при гідролізі азотною кислотою в подальшому збільшуються витрати хімічних реактивів (гідроокису алюмінію, хлористого алюмінію), що позначається на собівартості готового продукту.

Для поліпшення органолептичних показників використовують сірчану кислоту, яка має відбілюючий ефект (сприяє освітленню пектинових екстрактів). Крім того, консервуюча дія сірчаної кислоти дозволяє збільшити тривалість зберігання пектинового гідролізата. Тривалість гідролізу доходить до 10 – 30 годин; її можна зменшити, зменшенням рН середовища та

збільшенням температури процесу. Однак, використання цих кислот значно погіршує умови праці та призводить до ускладнення апаратного оформлення процесу отримання пектинових речовин.

Таким чином, аналіз літературних даних показує, що при кислотному гідролізі пектину доцільно використовувати соляну або фосфорну кислоту.

Основними факторами, що визначають швидкість гідролізу, є температура, рН середовища та тривалість процесу.

Після закінчення екстрагування проводять розділення твердої (знепектиненої рослинної сировини) та рідкої (пектинового екстракту) фаз фільтруванням.

Отриманий екстракт очищають сепаруванням з наступною фільтрацією через шар кізельгуру, перліту, активованого вугілля, або обробкою екстракту ферментним препаратом *Aspergillus oryzae*, що розщеплює крохмаль та протеїни [4].

З освітленого екстракту пектинові речовини виділяють осадженням аліфатичними спиртами, або солями полівалентних металів: хлористим алюмінієм, хлористим кальцієм, сульфатом алюмінію, калієвим галуном. Кращі якісні показники готового пектину отримані при осадженні хлористим алюмінієм. Проте, розчинення безводного хлористого алюмінію поєднано з використанням герметизованого обладнання та уловлюванням пари хлористого водню, що утворюється при розчиненні. З цієї причини частіше в якості осаджувача обирають етиловий спирт.

Отриманий осад пектину відділяють від маточного розчину фільтруванням з наступним пресуванням осаду до вологості 70 – 76%, або центрифугуванням.

Пектиновий осад подрібнюють та направляють на очистку для зниження зольності готового продукту та отримання пектину з різними якісними і технологічними показниками.

Очищений пектин потім сушать до кондиційної вологості при температурі 55 – 80 °С на протязі 5 – 6 годин [1]. Висушений пектин подрібнюють до порошку з розміром часток 250 мкм, просіюють та упаковують.

У випадках, коли за технологічною схемою передбачається виробництво не чистого пектину, а пектиновмісного напівфабрикату (порошку) освітлений пектиновий екстракт подається безпосередньо на випарювання та сушіння. Для сушіння пектиновмісних екстрактів доцільно використовувати розпилювальні сушарки (рис.1.). В переважній більшості для сушіння рідких продуктів в промисловості використовуються установки з дисковим розпиленням [2,5].

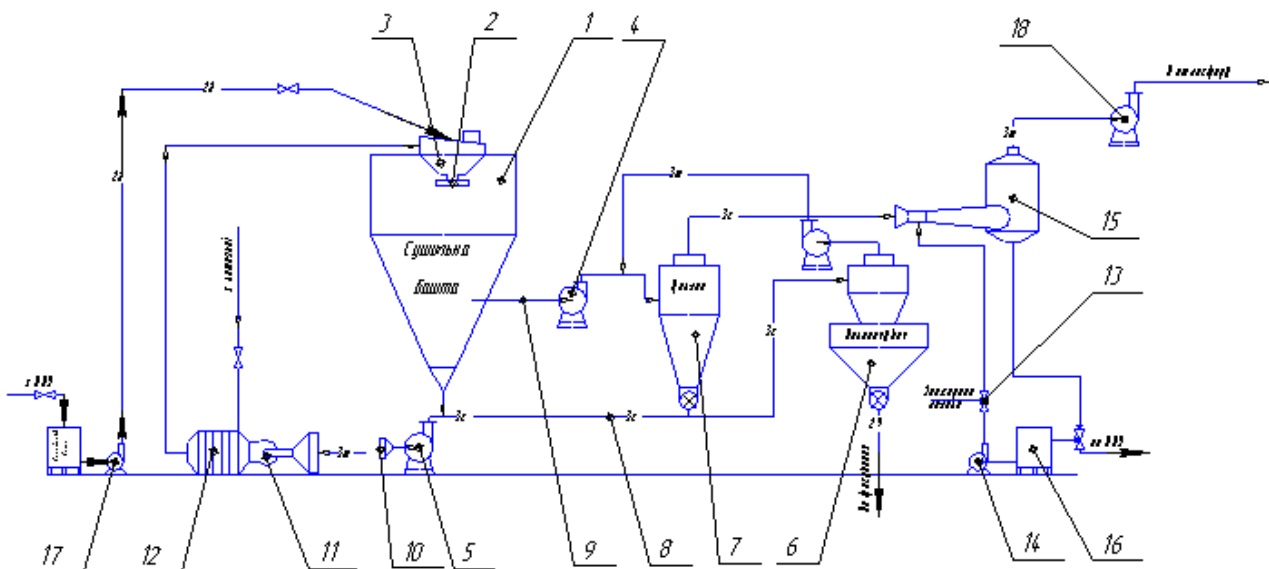


Рис.1. Прямоточна дискова розпилювальна установка

1 – сушильна башта; 2 – розпилювач; 3 – повітрерозподільувач; 4 – вентилятор для відсмоктування відпрацьованого повітря; 5 – вентилятор для транспортування сухого порошку; 6 – розвантажувальний циклон; 7 – батарея циклонів; 8 – пневмотранспортна лінія; 9 – трубопровід для відсмоктування відпрацьованого повітря; 10 – фільтр; 11 – вентилятор для нагнітання повітря у калорифер; 12 – паровий калорифер; 13 – клапан; 14 – насос для подачі у скруббер; 15 – скруббер; 16 – ємкість; 17 – насос для подачі продукту в сушильну башту; 18 – вентилятор для відведення відпрацьованого повітря в атмосферу

При розпилювальному способі тривалість сушіння та час перебування матеріалу в сушильній камері складає 5 – 30 с. в залежності від виду видалення висушеного продукту із сушарки.

Як сушильний агент в розпилювальних установках застосовують повітря з температурою 160 – 180 °С, що лімітується наявним обладнанням – паровими котлами, тиск в яких у більшості випадків не перевищує 1,3 МПа. Лише деякі

підприємства оснащені котлами, які дозволяють подавати в калорифер пару під тиском 1,8 МПа.

Широке розповсюдження отримали сушарки зі змішаним подаванням повітря, які відрізняються компактністю, простотою і надійністю в експлуатації. Недолік цих сушарок – більш низька, порівняно з прямоточними сушарками, якість готового продукту.

В останні роки для сушіння рідких харчових продуктів використовують прямоточні сушильні установки, як правило, вертикальні, хоча відомі сушарки з горизонтальним розміщенням сушильної камери.

В них сушильний агент при вході стикається з рідкими розпиленими частками і, перемішуючись у спільному потоці з ними, частково зволожується та охолоджується. При цьому якість продукту змінюється незначно.

Донедавна вважалося, ще найкращим способом очистки повітря є циклонний, тому в харчовій промисловості найбільше розповсюдження отримали сушильні установки з циклонною очисткою відпрацьованого повітря. Кількість циклонів сушильної установки коливається в залежності від її продуктивності, а також від типу циклону. Знаходять застосування сушильні установки, в яких відпрацьоване повітря очищають через рукавні фільтри. В останні роки почали приділяти значну увагу розробці сушильних установок, в яких відпрацьоване повітря фільтрується через шар сухого продукту підвищеної вологості. Більш широке розповсюдження набувають сушильні установки з очисткою повітря за допомогою скрубєрів (рис. 2). Хоча сушарки з паровими повітрянагрівачами широко використовуються в техніці сушіння харчових продуктів, в останні роки все більш значну частку серед сушарок, що випускаються, починають займати установки з вогневими повітрянагрівачами рекуперативного типу. З метою використання теплоти відпрацьованого повітря зростає застосування сушильних установок із спеціальними рекуператорами (регенераторами).

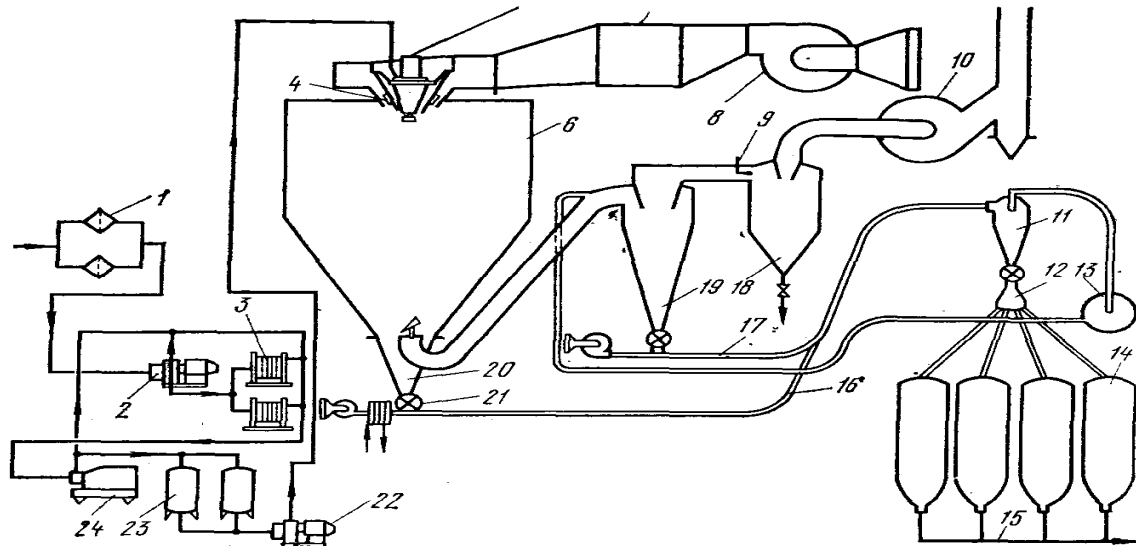


Рис. 2. Принципова схема сушильної установки зі скруберами

1-фільтр; 2-шестеренчастий насос; 3-пластинчастий підігрівник; 4-повітрерозподільувач; 5-розпилювач; 6-сушильна башта; 7-калорифер; 8,10-вентилятори; 9-форсунка; 11-розвантажувальний циклон; 12-розподільувач; 13-вентилятор для пневмотранспортної лінії; 14-бункера; 15-аерозольтранспортуюча лінія; 16-пневмотранспортуюча лінія; 17-пневмотранспортуюча лінія для циклонної фракції сухого молока; 18-скрубер; 19-циклон; 20-перехідник; 21-шлюзовий живильник; 22-насос; 23-ємкість; 24-гомогенізатор

Прикладом одноступневої розпилювальної сушарки є установка АІ-ОРЧ [44]. За роки промислової експлуатації виявлені її недоліки: невдала компоновка обладнання - нагнітальний та витяжний вентилятори, розміщені на підлозі, в зв'язку з чим збільшена довжина повітропроводів, застосована велика кількість відводів, що збільшує опір руху повітря; кількість циклонів (4 шт.) недостатня для проходу повітря в повному обсязі (22-24 тис. м<sup>3</sup>/год); петлеподібна конструкція патрубку, що відводить повітря з сушарки, створює додатковий опір руху повітря; наявність скребкового механізму для видалення сухого продукту з сушильної камери перешкоджає сушінню продукту до проміжної вологості (6 – 9%) та збільшенню продуктивності установки.

Тривале використання установок АІ-ОРЧ показало, що більшість з них не можуть забезпечити потрібну продуктивність. Це пов'язано як з конструктивними недоліками, так і з низькими технічними показниками витяжного вентилятора та парового калорифера.

В НПО "Продмаш" розроблені сушильні установки АІ-ОР2Ч та АІ-ОР3. В цих установках відсутні деякі недоліки установки АІ-ОР4: поліпшена компоновка обладнання, значно спрямлені повітропроводи.

Перевагами сушильної установки АІ-ОР2Ч є: заміна скребкового збирального механізму системою "повітряна мітла" (пневмозабирач); розміщення нагнітального вентилятора та калорифера на одному рівні з повітророзподільником сушильної камери, а витяжного вентилятора в безпосередній близькості від фільтрів; мала висота (7,5 м). Все це забезпечує сталі витрати повітря (в об'ємі біля 20-22 тис. м<sup>3</sup>/год) в сушарці, що сприяє збільшенню її продуктивності до 60 кг випарованої вологи за годину. Але поряд з перевагами, вона має такі недоліки, як невдала компоновка повітропроводів, паровий калорифер старого типу (як у сушарки АІ-ОР4).

Для оснащення підприємств малої потужності розроблено сушильну установку АІ-ОР3 продуктивністю 150 кг випареної вологи за годину. За своєю конструкцією вона аналогічна установці АІ-ОР2Ч. Відмінною є використання замість фільтру циклона для очистки відпрацьованого повітря та оснащення установкою мокрому пиловловлювання - скруббером.

Перевагою установок АІ-ОР2Ч та АІ-ОР3 є відмова від скребкового збирального механізму, і, як результат, практично повне виключення тривалого контакту сухих часток з гарячою поверхнею сушильної камери, що дозволяє усунути перегрів продукту та погіршення його розчинності.

Поряд з сушильними установками малої (АІ-ОР3) та середньої продуктивності (АІ-ОР2Ч), підприємства харчової промисловості оснащені більш потужними установками, наприклад, РС-1000, БРА-4, продуктивністю 1100 кг/год (рис. 3).

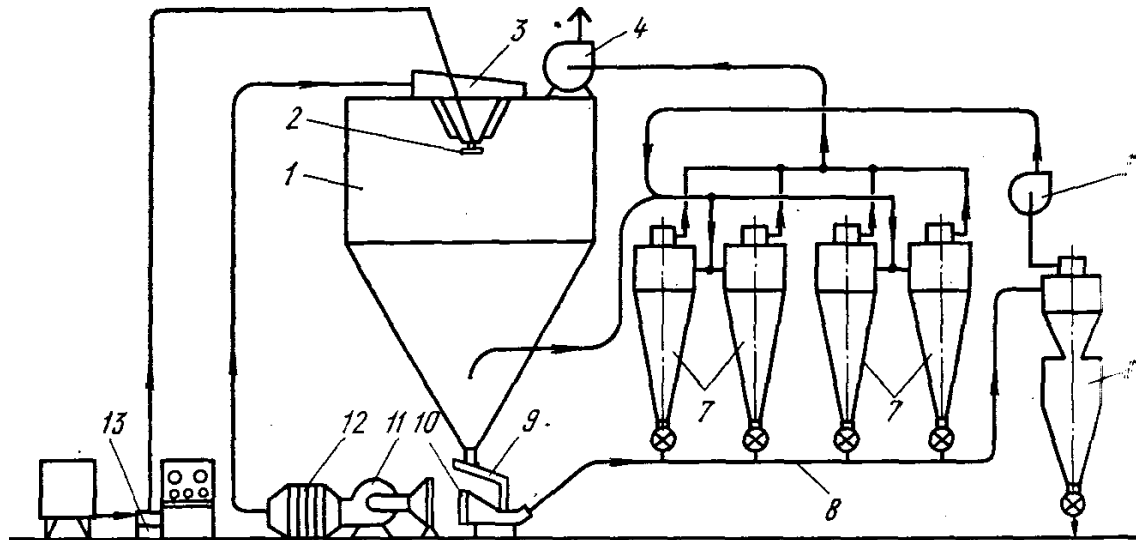


Рис.3. Принципова схема сушарки РСМ-1000

1-сушильна камера; 2-розпилювач; 3-повітророзподільвач; 4-витяжний вентилятор; 5-додатковий вентилятор; 6-бункер-накопичувач; 7-циклони; 8-пневмотранспортуюча лінія; 9-вібралоток; 10-вільтр; 11-нагнітаючий вентилятор; 12-паровий калорифер; 13-насос

Недоліками їх є невдала компоновка обладнання на лінії подавання повітря в сушильну камеру, де через розташування нагнітаючого вентилятора вище калорифера повітропровід має чотири відводи. Аналогічно виконано повітропровід від циклонів до витяжного вентилятора, хоча навіть при даній конструкції агрегату цей повітропровід може бути значно спрямлений. Недоліком сушильної установки РС – 1000 є також великі втрати сухого продукту з відпрацьованим повітрям (8 – 10 кг/год і більше) через попадання великої частини готового продукту в циклони (біля 50%). Великі труднощі при експлуатації пов'язані з наявністю пригару, який утворюється у верхній частині сушарки на вході гарячого повітря.

Серед розпилювальних сушарок установки "Ніро-Атомайзер" є найбільш досконалими як по конструктивному виконанню, так і по експлуатаційним якостям .

На підприємствах харчової промисловості широко використовуються розпилювальні сушарки і інших типів: ЦТ, "Нема" (Німеччина); РСМ – 5000 (Чеська Республіка); вітчизняні сушарки, в тому числі форсуночного типу ОСВ-І продуктивністю 1100 кг випареної вологи за годину.

**Висновки.** Наведено основні переваги та недоліки існуючих апаратурно-технологічних схем виробництва харчових порошків та викладено аналіз літературних джерел. Це дало змогу авторам започаткувати роботу по вивченню можливостей розроблення нових безвідходних технологій виробництва сушених екстрактів із вмістом пектину.

#### *ЛІТЕРАТУРА*

1. Андреев В.В., Науменко И.В. Пармакова Л.П. Способы получения и применения различных типов яблочного пектина // ЦНИИТЭИ Пищепром . Серия 4. Консервная, овощесушильная и пищевая промышленность. Обзорная информация. – 1981. - Вып. 16. – 31 с.
2. Вересоцький Ю.І. Удосконалення розпилювального способу сушіння молочної сироватки: Автореф. дис... канд. техн. наук: /УДУХТ. – К.,2001. –18с.
3. Грысс З. Использование отходов плодоовощной и консервной промышленности. - М.: Пищевая промышленность. 1974. - 278 с.
4. Дарманьян П. М., Дарманьян Е. Б., Ревеко Н. Б. и др. Исследование отходов моркови как сырья для производства пектина. Пищевая промышленность. - М.: ЦНИИТЭИПищепром. Серия 4. Консервная овощесушильная и пищевая промышленность: Науч.-техн.реф. сб. - 1981. - Вып. 5. - С. 12 – 15.
5. Овчарук В.О. Оптимізація процесу сушіння екстрактів із вмістом пектину: Автореф. дис... канд. техн. наук: /УДУХТ. – К., 1998. – 25 с.

*Одержана редколегією 9.02.2011*

Відомості про авторів:

1. Метльов Сергій Геннадійович, старший лаборант кафедри інформатики, т. 92-47;
2. Овчарук Володимир Олексійович, к.т.н., завідувач кафедри інформатики, т. 92-47;
3. Вересоцький Юрій Іванович, к.т.н., доцент кафедри ТОХВ;
4. Бабко Євген Миколайович, к.т.н., доцент кафедри ТОХВ;
5. Ющук Інна Василівна, старший викладач кафедри інформатики, 92-47.