

ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СУШКИ РАСПЫЛЕНИЕМ ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Малецкая К.Д., д-р техн. наук, вед. научн. сотр.,
Перяславцева Е.А., канд. техн. наук, вед. научн. сотр.,
Турчина Т.Я., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.

Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, г. Киев

Представлены результаты экспериментальных исследований процесса распылительной сушки различных водных экстрактов растительного сырья на установках двух типоразмеров с использованием высокооборотного дискового распылителя: приводятся данные по структурно-механическим характеристикам порошковых форм экстрактов и дается обоснование применения более эффективной системы сепарации.

The results of experimental studies of the process of spray drying of aqueous extracts of different plant materials at facilities in two sizes using high-speed disk atomizer are presented. Provides data on the structural mechanical properties of extracts powdered forms provides an the rationale for a more effective system of separation.

Ключевые слова: распылительная сушка, экстракты растительного сырья, структурно-механические характеристики порошков, системы сепарации.

Использование распылительных сушилок для получения порошков из водных экстрактов различного растительного сырья оправдано быстродействием обезвоживания продукта в диспергированном состоянии, что обуславливает сохранность важнейших биологически активных составляющих этих продуктов.

Кроме того, порошкообразная форма удобна для дальнейшего использования экстрактов в различных композиционных составах с другими веществами или экстрактами для получения продуктов лечебно-профилактического назначения в гранулированной, капсулированной либо в таблетированной формах. А, как известно, эффективность процессов смешения, гранулирования, таблетирования порошков в значительной степени определяется их структурно-механическими характеристиками.

Исследования проводились с различными экстрактами лекарственного сырья, которые получают из разных частей растений: коры крушины, плодов шиповника, корней цикория, танинсодержащих растений и другими.

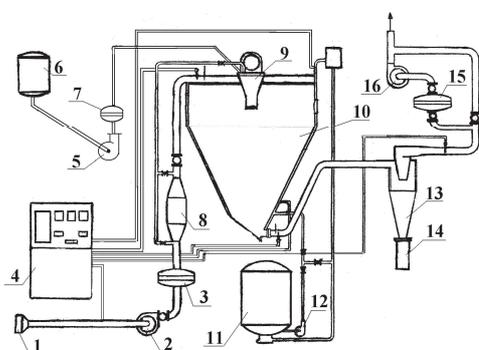
В большинстве случаев исходные экстракты были получены в соответствии с принятой технологией в производственных условиях. В ИТТФ НАН Украины исследования теплотехнологических особенностей распылительной сушки проводилось на двух установках: 1 – лабораторная распылительная установка РЦ-1,3 и опытно-промышленная РЦ-2,5, основные технические характеристики которых представлены в табл.1, а принципиальные схемы – на рис.1 и рис.2.

Таблица 1 – Технические характеристики распылительных сушильных установок

Показатели	РЦ-1,3	РЦ-2,5
Тип камеры	цилиндро-конический	цилиндро-конический
Габаритные размеры:		
-диаметр цилиндрической части, м	1,3	1,5
-объем рабочей камеры, м ³	1,4	8,0
-общая высота, м	1,8	4,5
Распылитель	центробежный дисковый	центробежный дисковый
Нагрев воздуха	калорифер электрический	калорифер электрический
Термостатирование	стенки камеры и циклона	стенки встроенного циклона и внешнего циклона

В обеих установках используется один и тот же дисковый распылитель: $d_d = 0,0,120$ м; $n = 18000$ об/мин; количество отверстий – 24; размеры $(8 \times 8) \cdot 10^{-3}$, м.

Как видно из рис.1 и рис.2 основным отличительным конструктивным элементом в этих установках является система сепарационного процесса двухфазного воздушного потока, содержащего мелкодисперсный порошковый продукт. В камере установки РЦ-2,5 имеется встроенный в нижнюю конусную ее часть уловитель, который обеспечивает отделение определенной части частиц от воздуха (первая точка выгрузки), далее газо-дисперсный поток направляется в циклон, расположенный вне камеры, где осуществляется дополнительная сепарация (вторая точка выгрузки).



1-фильтр; 2-вентилятор; 3-фильтр; 4-щит управления; 5-насос; 6-емкость для исходного продукта; 7-фильтр; 8-электрокалорифер; 9-центробежный дисковый распылитель; 10-распылительная камера; 11-емкость для нагрева воды, подаваемой в рубашку камеры; 12-насос; 13-циклон; 14-приемная емкость для порошка; 15-фильтр; 16-вентилятор.

Рис.1 – Схема лабораторной распылительной сушильной установки с $D_{\text{кам}}=1,3$ м ($V_{\text{кам}}=1,4$ м³) с производительностью 10 кг/ч по испаренной влаге

Таблица 2 – Результаты опытов по распылительной сушке водных экстрактов лекарственного растительного сырья на установке РЦ-1,3

Показатели-характеристика порошковой формы экстрактов	Экстракт коры крушины $C_0=31,5$ %	Экстракт плодов шиповника $C_0=28$ %	Экстракт коры дуба $C_0=28$ %	Экстракт танинсодержащего сырья $C_0=35$ %
Объемная плотность, кг/м ³	220	280	250	350
Содержание влаги, %	2,0	3,2	3,5	2,5
Среднелинейный размер (диаметр) частиц, мкм	10 – 13	7 – 9	10 – 12	8,5
Угол откоса, град.	32 – 35	22 – 26	32 – 35	35 – 38
Транспортируемость (свободный выход после циклона), %	75	75	86	85

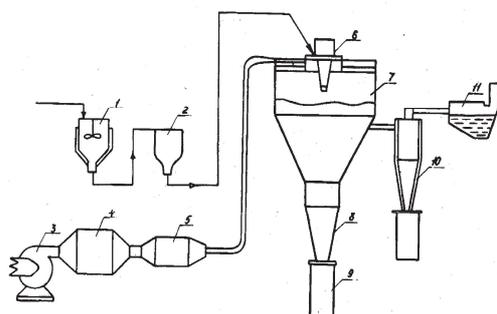
Результаты опытов по распылительной сушке водных экстрактов на установке РЦ-1,3 сведены в табл.2, а на установке РЦ-2,5 в табл.3., в которой представлены осредненные показатели исследований для всех экстрактов, которые проводились в диапазоне следующих температурных параметров теплоносителя воздуха: $T_{\text{вх}} = (160...185)^\circ\text{C}$; $T_{\text{вых}} = (85...95)^\circ\text{C}$.

Таблица 3 – Результаты опытов по распылительной сушке водных экстрактов лекарственного растительного сырья на установке РЦ-2,5

Показатели-характеристика порошковой формы экстрактов	Экстракт коры крушины $C_0=31,5$ %	Экстракт плодов шиповника $C_0=28$ %	Экстракт коры дуба $C_0=28$ %	Экстракт танинсодержащего сырья $C_0=35$ %
Объемная плотность, кг/м ³	170-200	320-360	250-270	280
Содержание влаги, %	2,0	2,8	3,0	3,2
Среднелинейный размер (диаметр) частиц, мкм	20-25	14-16	16-18	20-25
Угол откоса, град.	35-40	22-26	28-32	25-30
Транспортируемость (свободный выход после циклона), %	97	95	96	97

На установке РЦ-1,3 были проведены исследования по распылительной сушке указанных экстрактов с более высоким содержанием растворенных веществ – значение C_0 составляло 45÷55%. На основании этих опытов можно утверждать, что при тех же температурных параметрах теплоносителя объемная плотность порошков увеличивается на ~ 20÷25%. Однако, следует признать, что такие достаточно низкие

значения объемной плотности при наличии значительного количества тонкодисперсных частиц приводят к повышенным потерям ценного продукта с выходящим из циклона воздухом и осложняют процессы таблетирования.



1,2 – емкости для экстракта; 3 – центробежный вентилятор; 4 – фильтр; 5 – калорифер; 6 – центробежный дисковый распылитель; 7 – сушильная камера; 8 – встроенный циклон; 9 – емкость для порошка; 10 – циклон; 11 – мокрый пылеулавливатель.

Рис. 2 – Принципиальная схема распылительной сушильной установки для получения порошкообразных продуктов с низкой насыпной плотностью с производительностью – 40 кг/ч по испаренной влаге

Комплекс исследований показал, что процесс получения порошковых форм растительных экстрактов на сушилке РЦ-2,5 с двойной циклонной сепарацией позволяет значительно увеличить выход продукта. Этому способствует и некоторое изменение структурно-механических характеристик получаемых порошков: увеличение среднего диаметра частиц, снижение угла откоса (< 30 градусов). Значение влажности порошков, полученных на указанных типоразмерах распылительных сушилок, было очень близким, но ниже, чем принято для многих пищевых продуктов ($W_{\text{кон}} \approx 4\%$). Этот фактор с учетом охлаждения (термостатирования) определенных зон в сушильной установке способствует снижению отложений частиц на стенках камеры и циклонов, а также снижает сорбционную активность по отношению к влагопоглощению, что повышает транспортируемость порошков к месту выгрузки.

Освоение технологий получения порошковых форм водных экстрактов из различного растительного сырья может осуществляться на основе использования установки РЦ-2,5, применяя ее и как камеру для предварительного концентрирования экстракта – I стадия с последующей распылительной сушкой упаренного экстракта – II стадия, рис.3.



- - - - - линия подачи экстракта из емкости 1 на распылитель ИСК;
- · - · - линия подачи высоковлажного исходного экстракта в емкость 2;
- /// /// линия подачи исходного экстракта в ИСК в испарительном режиме;
- /// /// линия подачи подупаренного экстракта из ИСК в емкость 3;
- · - · - линия подачи упаренного экстракта в ИСК в сушильном режиме;
- линия транспортировки упаренного или порошкообразного продукта;
- · - · - линия подачи высоковлажного экстракта - после мойки оборудования в емкость 1.

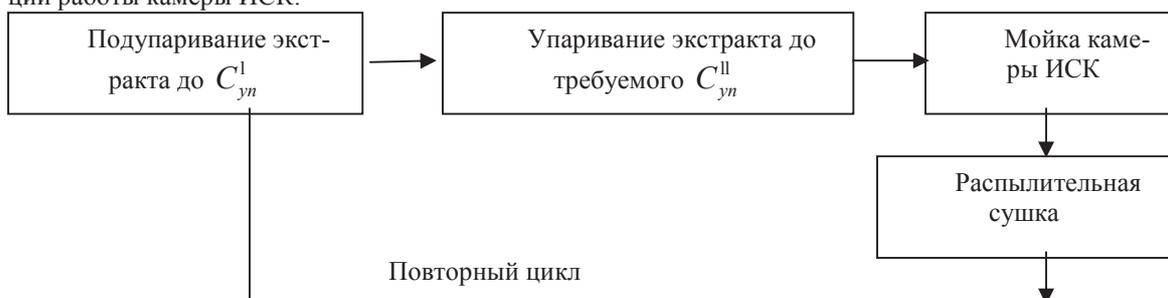
Рис. 3 – Принципиальная схема двустадийного распылительного обезвоживания водных экстрактов растительного лекарственного сырья на основе установки РЦ-2,5/8

Принципиальная схема такой технологии приведена на рис.3, в которой обозначены линии потоков продукции на различных стадиях такой технологии. Реализация предлагаемой технологии предполагает минимизацию пребывания распыленного продукта в камере ИСК в испарительном режиме. При этом процесс концентрирования протекает при температуре капель и пленки экстракта $T_{пр.} \approx T_{мг}$, стекающей по внутренней поверхности камеры $T_{пр.} \approx T_{мг}$, т.е. в достаточно мягких режимных параметрах, что обеспечит максимально возможную степень сохранности биоактивных компонентов.

Теплотехнические расчеты показали, что на таком комплексе оборудования эффективность процесса обезвоживания – производительность по испаренной влаге – составит:

- 1 – процесс концентрирования на стадии подупаривания –
от $C_0 \approx 3,5 \div 5,5 \%$ до $C_{ун}^I \approx 15 \div 20 \%$ - $C_{ун}^I$ 200÷300 кг/ч
- 2 - процесс концентрирования на стадии упаривания от –
 $C_{ун}^I \approx 15 \div 20\%$ до $C_{ун}^{II} \approx 35 \div 45\%$, - $C_{ун}^{II}$ 200÷250 кг/ч
- 3 – процесс распылительной сушки упаренного экстракта с –
 $C_{ун}^{II}$ до $W_{кон}$ 40÷50 кг/ч

На рис.3 показаны две системы подготовки теплоносителя, поз.4, что дает возможность использования для стадии концентрирования два потока нагретого воздуха с расходом $G_B^n \approx 4000 \div 4500$ кг/ч при температурах $G_B^n \approx 200 \div 250$ °C В стадии сушки можно использовать одну систему нагрева воздуха с производительностью $G_B^c \approx 2000 \div 2250$ кг/ч и с температурой $G_B^c \approx 160 \div 200$ °C> Кроме того, такая инновационная, интегрированная, схема предполагает следующую последовательность организации работы камеры ИСК:



В соответствии с этой схемой организации работы ИСК исключается операция мойки сушильной камеры, так как высоковлажный экстракт, поступающий с исходной емкости 1 с расходом, обеспечивает эффективное распыление и процесс смывки осевших на внутренние стенки камеры частиц порошка. Такая интегрированная схема предполагает значительное снижение первоначальных капитальных вложений в новые технологии.

Выводы

Представленные результаты экспериментальных исследований процесса распылительной сушки водных экстрактов растительного сырья показали, что процесс обезвоживания в диспергированном состоянии в потоке высокотемпературного теплоносителя (воздуха) при $T_{вх} \gg T_{кип}$ приводит к получению порошкообразных мелкодисперсных продуктов с низкой насыпной плотностью, что осложняет работу циклонных сепарационных устройств и снижает реальную производительность установок по высушенному продукту. Предложены схема, технология и оборудование для повышения эффективности производства новых лечебно-профилактических препаратов на основе природного растительного сырья.