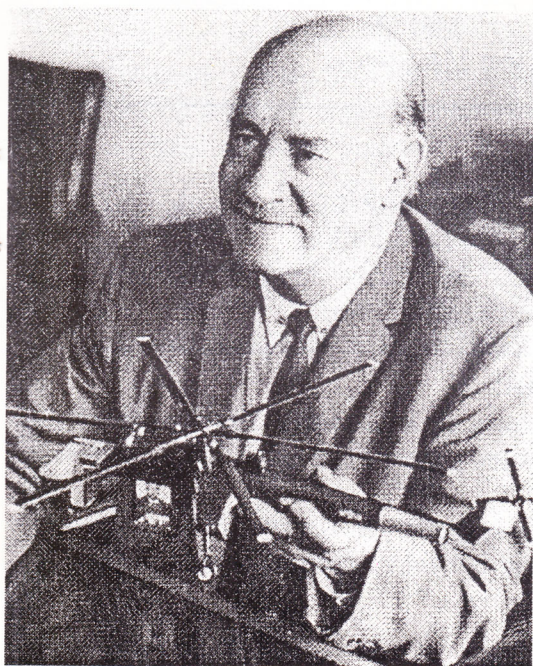




Всеукраїнський науково-технічний журнал

Вибрації в техніці і технологіях



И.И. Сикорский

Содержание

ДО 100-РІЧЧЯ КИЇВСЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО ІНСТИТУТУ.....	3
Берник П.С. ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ РАЗМЕРНОЙ И ФОРМООБРАЗУЮЩЕЙ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ	4
Берник П.С., Омельянов О.Н., Паламарчук И.П. РАЗРАБОТКА ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ	8
Берник П.С., Паламарчук И.П., Зозуляк И.А. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВИБРАЦИОННЫХ СУШИЛОК ДЛЯ СЫПУЧЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ	14
Берник П.С., Паламарчук И.П., Липовий І.Г. РОЗВИТОК КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ МАШИН ДЛЯ ОБРОБКИ ВИРОБІВ В УМОВАХ ВІЛЬНОГО КІНЕМАТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ДЕТАЛЯМИ ТА РОБОЧИМ ІНСТРУМЕНТОМ ..	21
Веселовська Н.Р. АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ВИПРОБУВАЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК.....	30
Жилин В.А., Середин А.А., Погребщиков Ю.Б., Самодумский Ю.М. ВИБРАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ПЕРИОД РЕГЛАМЕНТИРОВАННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	33
Калда Г.С. ОСОБЕННОСТИ ТРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИ ФРЕТТИНГЕ.....	36
Лубенская Л.М., Бранспиз Е.В. ВЕРОЯТНОСТНОЕ ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА В ПРОЦЕССЕ ВИБРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ	39
Нахайчук О.В. РОЗРАХУНОК МАТРИЦІ ДЛЯ ОБТІСКУ ЦИЛІНДРИЧНИХ ЗАГОТОВОК НА ОПРАВКИ.....	42
Огородников В.А., Грушко А.В., Шестаков С.Н. ДИАГРАММА ОЦЕНКИ ПЛАСТИЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СЛОЖНОМ ДЕФОРМИРОВАНИИ	44
Паламарчук И.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ НА СТАБИЛИЗАЦИЮ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	47
Побережный В.И., Рябовол М.Я., Ваховский В.Г. ТЕОРИЯ БИПОЛЯ И ЕЕ ПРИКЛАДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ	51
Посвятенко Е.К., Паладійчук Ю.Б. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРУЖКОРОЗДІЛЬНОЇ КАНАВКИ ПРИ ДЕФОРМУЮЧОМУ ПРОТЯГУВАННІ	57
Середа Л.П., Паламарчук И.П., Бандура В.Н. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ВИБРОРЕЗАНИЯ И МАШИН ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ	59
Сивак И.О., Чубатюк В.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АНИЗОТРОПНО-ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	66
Смирнов А.Н., Петтик Ю.В. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЛИЯНИИ ВИБРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕССЫ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ЗАТВЕРДЕВАНИЕ СЛИТКОВ И ОТЛИВОК	69
Турич В.В. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОШИВОК ДЛЯ ПРОШИВАНИЯ С УЛЬТРАЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ.....	76
Улитин Г. М. РЕШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА УДАРНУЮ НАГРУЗКУ В БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ РОТОРНОГО ТИПА.....	78
Цыгановский А.Б. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ НА УСТАНОВКЕ ГСЦУ - 10.	80
Іскович-Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Обертюх М.Р. ГЕНЕРАТОРИ ІМПУЛЬСІВ ТИСКУ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІБРОМАШИН З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ	84
Підгурський О.І., Кучерук Л.В. МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКІВ ТРАНЗАКЦІЙ В СИСТЕМАХ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	87
Джеджула О.М. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИНЦИПУ ПОСДНАННЯ ТЕОРІЇ З ПРАКТИКОЮ В ГРАФІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ КОНСТРУКЦІЙ ВІБРАЦІЙНИХ МАШИН	91
Яковишин П.А. АЛГОРИТМІЧНИЙ І ЕВРИСТИЧНИЙ ПІДХОДИ ДО ДІЯЛЬНОСТІ КРЕАТИВНОГО АНАЛІЗУ І СИНТЕЗУ МЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТА МАШИН.....	92
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ "ДИНАМИКА РОТОРНЫХ СИСТЕМ"	98

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ВИБРАЦИОННЫХ СУШИЛОК ДЛЯ СЫПУЧЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Берник П.С., Паламарчук И.П., Зозуляк И.А. Вінницький державний сільськогосподарський інститут.

Сушка является процессом удаления из системы жидкости вследствие подвода к ней теплоты. При этом имеет место действие градиентов как температур, так и концентраций (имеется в виду разница между концентрацией жидкого элемента в одной из взаимодействующих фаз и его равновесной концентрацией в этой фазе), что обуславливает сушку как тепломассообменный процесс. Так что интенсивность сушки зависит от условий переноса тепла и массы внутри тела и на границе раздела фаз, т.е. определяется условиями тепломассообмена в системе. Улучшение данных условий достигается, в основном, либо за счет повышения динамичности внешнего силового поля, либо вследствие повышения площади контакта взаимодействующих фаз. В настоящее время данный эффект реализуется в пневмосистемах, в вибрационном поле, либо при комбинированном действии данных силовых факторов, когда в системе возникает псевдооживленный или кипящий слой высушиваемого материала. Основными технологическими преимуществами кипящего слоя является высокая интенсивность процессов переноса теплоты (объемный коэффициент теплообмена, отнесенный к слою материала, равен 5000-13000 ккал./см². ч. град.) и связанные с этим низкие перепады температур внутри самого слоя. Кроме того, в процессе теплообмена происходит соударение частиц и, как вследствие, турбулизация и деформация пограничных слоев обрабатываемого материала, что повышает активную поверхность взаимодействия фаз. Данный метод обработки используется при сушке зернистой, сыпучей, пастообразной и вязкой продукции.

Действие вибрационного поля обуславливает возможность одновременного транспортирования продукции в рабочей зоне и создания псевдооживленного слоя материала, причем технологическое воздействие направлено либо непосредственно на высушиваемую продукцию, либо на газовую среду, в которой она находится. Высокочастотные вибрации (0,005-25 кГц) нашли применение в аппаратах с пульсирующим газовым потоком, а низкочастотные (5-253 Гц) - в акустических сушилках.

Механизм создания виброкипящего слоя материала обуславливается значительным уменьшением эффективного коэффициента трения между частицами массы продукции, что приводит к потере контакта их с взаимодействующей поверхностью, уменьшению вязкости среды, повышению циркуляционной подвижности технологической массы. При увеличении виброускорения масса сыпучей продукции постепенно достигает состояния псевдооживления.

Можно выделить следующие основные способы создания виброкипящего слоя:

- вследствие вибрационного действия на

материал без продувки газа через слой, что имеет место при сушке продукции кондуктивным методом; с подводом тепла от нагретой поверхности либо в комбинации с другими методами, в частности, с инфракрасным излучением; а также в сочетании с продувкой теплоносителя над слоем (рис. 1, а);

- вибрационным действием в сочетании с подачей газа через пористое дно контейнера под слой материала продукции, что позволяет снизить скорость движения газа ниже критической, уменьшить унос мелких частиц и увеличить перепад температуры проходящего через слой теплоносителя (рис 1,б);

- вибрационным действием в сочетании с продувкой газа через слой материала сверху вниз, когда скорость теплоносителя может быть значительно выше скорости витания частиц, что позволяет минимизировать потери частиц вследствие их уноса и исключает потребность в установке дополнительных циклонов и ловушек (рис 1, в);

- вибрационным действием на слой материала в вакууме.

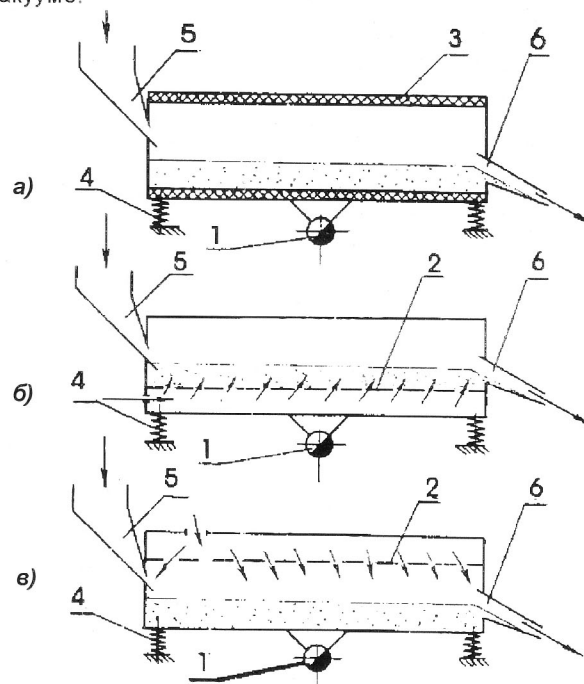


Рис. 1. Способы создания виброкипящего слоя
а - от вибрирующей поверхности; б - от вибрирующей поверхности с нижней подачей сушильного агента; в - от вибрирующей поверхности с верхней подачей сушильного агента: 1 - вибровозбудитель; 2 - перфорированная решетка; 3 - нагревательный элемент; 4 - упругий элемент; 5 - загрузочный бункер; 6 - выгрузной поток.

Использование вибрационного поля в процессе сушки дает возможность наряду с повышением ее интенсивности более равномерно обрабатывать продукцию, оптимизировать процесс обработки за счет необходимого подбора параметров вибрации, что в комплексе улучшает как количественные, так и качественные характеристики данного технологического процесса.

Впервые идея сочетания вибрационного перемещения с процессом сушки продукции была предложена в 1896 году [15]. В 1926 году Е.П. Братковой-Михновской была разработана зерносушилка с колеблющимися газораспределительными решетками, расположенными ярусно с возможностью продувки теплоносителя через сушильную камеру. Колебательное движение решеток, создаваемое посредством кривошипно-шатунного механизма, обеспечивают не только транспортирование, но и перемешивание зерна [1]. В 1938 году была предложена вибрационная установка для тепловой обработки сыпучих материалов и жидкостей с кондуктивным методом подвода теплоты, имеющая прямоугольную рабочую камеру с ярусно расположенными наклонными лотками [14].

В настоящее время среди вибрационных сушилок наиболее распространены лотковые, барабанные, винтовые и шахтные установки (табл. 1).

Лотковые вибросушилки имеют, как правило, горизонтальную или несколько наклонную поверхность. Такое расположение сушильных камер обеспечивает относительно небольшую высоту всей установки. Горизонтальная сушилка, представленная на рис. 2 [7] состоит из сушильной 1 и охлаждающей 2 секций, заключенных в корпусе 3, между которыми в нижней части размещена вертикальная перегородка 4. Внутри корпуса размещена газораспределительная виброрешетка 5. С целью повышения экономичности нижняя часть корпуса в зоне сушильной секции заключена в кожух, образующий полость, подключенную к патрубку вывода холодоагента из секции 2 и сообщающуюся с патрубком ввода теплоносителя в секцию 1.

Конструктивное исполнение другой горизонтальной вибросушилки (рис.3) позволяет эффективно осуществлять тепловую обработку материалов, имеющих различное состояние сыпучести и переменную начальную влажность. Данная установка с целью повышения экономичности содержит дополнительный бункер, входящий в загрузочный патрубок с зазором, а также имеет коллектор, размещенный вокруг бункеров и подключенный к газоотводящему элементу [6].

Широко распространены сушилки сыпучих материалов, содержащие горизонтальный

Таблица 1. Классификация вибрационных сушилок

№ п/п	Классификационный признак	№ п/п	Тип сушилки
1	2	3	4
1	Способ действия	1.1	Периодического действия
		1.2	Полунепрерывного действия
		1.3	Непрерывного действия
2	Режим сушки	2.1	С постоянным режимом
		2.2	С переменным режимом
		2.3	С циклическим или осциллирующим режимом
3	Способ подведения теплоты	3.1	С кондуктивным подводом теплоты
		3.2	С конвективным подводом теплоты
		3.3	С радиационным подводом теплоты
		3.4	С комбинированным подводом теплоты
4	Вид высушиваемого материала	4.1	Для сыпучих продуктов
		4.2	Для пластичных материалов
		4.3	Для жидких материалов
5	Величина давления в зоне обработки	5.1	Атмосферная
		5.2	Вакуумная
6	Тип сушильного агента	6.1	С воздушным теплоносителем
		6.2	С паровым теплоносителем
		6.3	С газовым теплоносителем
		6.4	С жидким теплоносителем
7	Направление движения технологических потоков	7.1	С противоточным движением
		7.3	С перекрестными потоками
8	Способ подвода сушильного агента по отношению к массе продукции	8.1	С нижним подводом теплоносителя
		8.2	С верхним подводом теплоносителя
		8.3	С подводом теплоносителя через боковые стенки рабочей камеры
9	Организация сушильного процесса	9.1	С нормальным процессом сушки (т.е. при наличии отдельного аппарата для нагревания сушильного агента)
		9.2	С подогревом теплоносителя внутри рабочей камеры
		9.3	С промежуточным подогревом теплоносителя
		9.4	С рециркуляцией теплоносителя

1	2	3	4
10	Способ нагревания теплоносителя	10.1	С электронагревом
		10.2	С огневым нагреванием
		10.3	С паровым или жидкостным нагреванием через стенку
		10.4	С комбинированным нагреванием
11	Кратность использования теплоносителя	11.1	С однократным использованием теплоносителя
		11.2	С многократным использованием теплоносителя
12	Способ удаления влаги	12.1	С отводом влаги вместе с теплоносителем
		12.2	С воздушной продувкой
		12.3	С химическим поглощением влаги
13	Особенности технологического назначения	13.1	Для удаления влаги из материала
		13.2	С предварительным подсушиванием материала
		13.3	Для сушки и классификации продукции
14	Количество зон обработки продукции	14.1	Однозонная
		14.2	Многозонная
15	Количество рабочих камер (секций)	15.1	Односекционная
		15.2	Многосекционная
16	Расположение рабочих камер	16.1	С последовательным расположением рабочих камер
		16.2	С параллельным расположением рабочих камер
17	Форма сушильной камеры	17.1	С цилиндрической камерой
		17.2	С камерой прямоугольного сечения
		17.3	С конической рабочей камерой
		17.4	С цилиндро-конической камерой
		17.5	Со спиральной рабочей камерой
18	Расположение зоны обработки	18.1	Горизонтальная
		18.2	Наклонная
		18.3	Вертикальная
19	Конструктивные особенности рабочей камеры	19.1	Лотковая
		19.2	Винтовая
		19.3	Барabanная
		19.4	Шахтная.

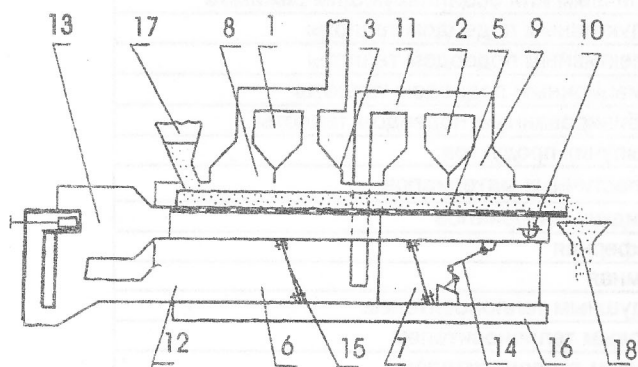


Рис. 2. Горизонтальная лотковая вибросушилка: 1 - секция сушки; 2 - секция охлаждения; 3 - корпус; 4 - вертикальная перегородка; 5 - газораспределительная виброрешетка; 6, 7 - газоподводящий короб секции сушки и охлаждения; 3, 9 - газоотводящий короб секции сушки и охлаждения; 10 - отсасывающий вентилятор; 11, 12 - патрубки; 13 - теплогенератор; 14 - вибропривод; 15 - подвеска; 16 - рама; 17, 15 - загрузочный и разгрузочный бункер.

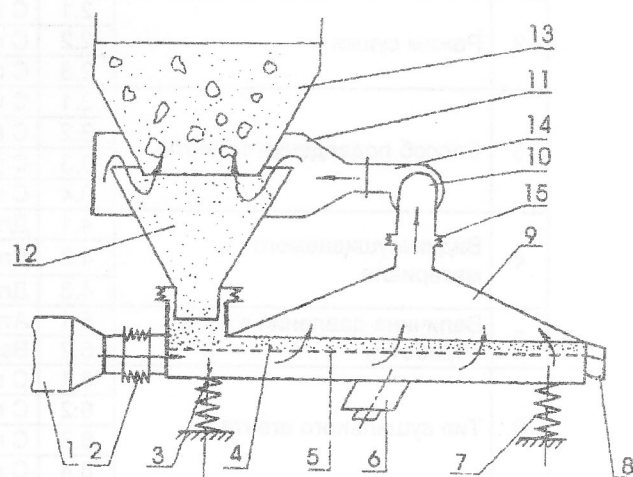


Рис. 3. Горизонтальная лотковая вибросушилка с дополнительным бункером: 1 - теплогенератор; 2 - эластичный трубопровод; 3 - газораспределительный короб; 4 - вибролоток; 5 - перфорированное днище; 3 - вибропривод; 7 - амортизаторы; 8 - разгрузочный лоток; 9 - конфузор; 10 - газоотводящий патрубок; 11 - коллектор; 12, 13 - загрузочный и дополнительный бункера; 14 - нагнетательный аппарат; 15 - гибкое соединение.

виброток со сплошным дном и газоподводящим коробом. Для упрощения конструкции и облегчения ее обслуживания в вибросушилке (рис. 4) газоподводящий короб 7 выполнен открытым снизу с боковыми стенками, размещенными в слое материала. Кроме того, короб оснащен выдвижными бортами для регулирования величины заглубления в слой материала [13].

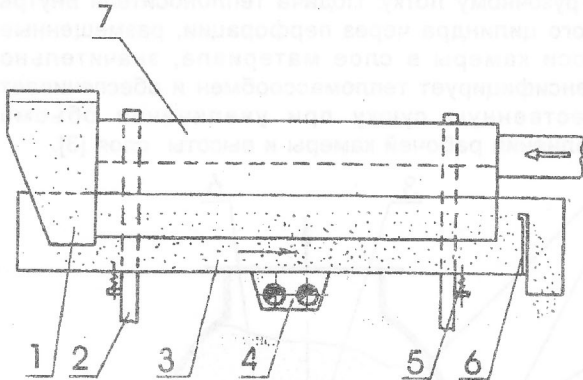


Рис. 4. Горизонтальная лотковая вибросушилка с верхним расположением газоподводящего короба 1 - бункер; 2 - рама; 3 - виброток; 4 - вибратор; 5 - пружины; 6 - поворотная заслонка; 7 - газоподводящий короб.

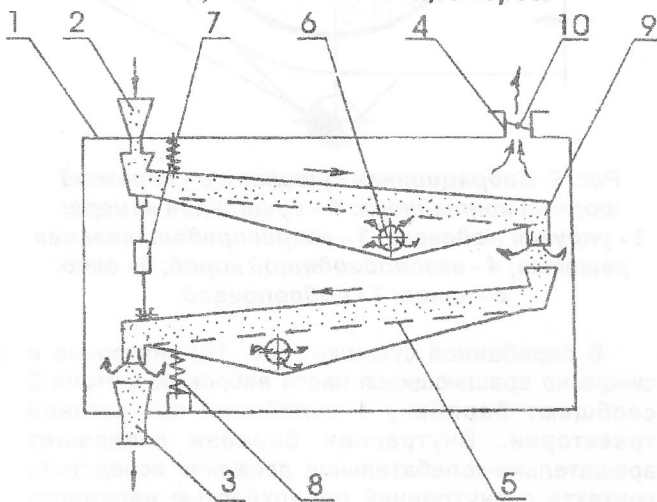


Рис. 5. Ярусная лотковая вибросушилка: 1 - корпус; 2, 3 - загрузочный и разгрузочный затворы; 4 - газоотводящий канал; 5 - перфорированное днище; 6 - газоподводящий канал; 7 - регулировочная тяга; 8 - пружина; 9 - выгрузной патрубок; 10 - шибер.

Увеличение времени обработки продукции при сравнительно компактной конструкции машины достигается в ярусной лотковой вибросушилке (рис. 5). В данной установке под действием вибрации и теплоносителя материал переходит в виброкипящее состояние и перемещается по решетке 5 лотка к выгрузочному патрубку 9. Поскольку сушильный агент не имеет выхода сразу в атмосферу, то он некоторое время движется вместе с материалом вниз к выходу из первого лотка. Такой многократный контакт продукции и теплоносителя позволяет максимально использовать энергетический потенциал последнего. На следующем лотке цикл обработки повторяется [5].

Использование в качестве рабочего органа винтообразного лотка позволило разработать компактные и малогабаритные вибросушилки. Значительное повышение длины рабочей зоны в таких машинах дает возможность использовать теплоноситель со сравнительно низкими рабочими температурами. Кроме того, сушилки данного типа могут быть выполнены весьма малой производительности, что особенно важно для ряда производств. В основе конструктивной схемы данного класса сушилок является использование в качестве транспортирующего органа спиральных вибрационных подъемников.

Вибрационная сушилка, представленная на рис. 6, содержит сушильную камеру 1 со спиральным лотком для направленного перемещения высушиваемого материала от загрузочного бункера 3 к разгрузочному 4 при кондуктивном подводе теплоты через днище 5. Теплообменный элемент 7, установленный в верхней части камеры 1, выполняется в виде вертикально расположенной полости между витками спирального лотка [12].

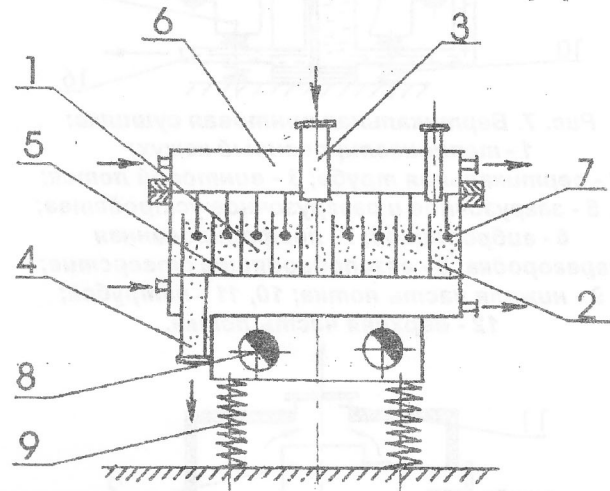


Рис. 6. Сушилка со спиральной сушильной камерой: 1 - сушильная камера; 2 - спиральный лоток; 3, 4 - загрузочное и разгрузочное устройства; 5 - днище лотка; 6 - греющая рубашка; 7 - теплообменный элемент; 8 - вибратор; 9 - пружины.

Другая подобная сушилка (рис. 7) содержит вертикальный теплоизолированный кожух 1; вертикальную трубу 2, снабженную винтовым лотком 3; загрузочно-разгрузочные устройства 4, 5; вибропривод 6. Колебания вибротранспортера позволяют материалу перемещаться по винтовой направляющей в вертикальном направлении, а также способствуют более равномерной обработке продукции при ее интенсивном перемешивании [10].

В вибрационной установке (рис. 8) рабочая поверхность винтообразного желоба имеет двойное днище с полостью для отдачи теплоносительной среды (воды или разогретого пара) [2]. Такой аппарат работает с продувкой теплоносителя над виброкипящим слоем с передачей тепла материалу от нагретых вибрирующих поверхностей. Цилиндрическая, U - образная и другая замкнутая форма имеет место в барабанных вибросушилках. Вибрационная сушилка (рис. 9) содержит сушильную камеру 1, снабженную упругими подвесками 2 и

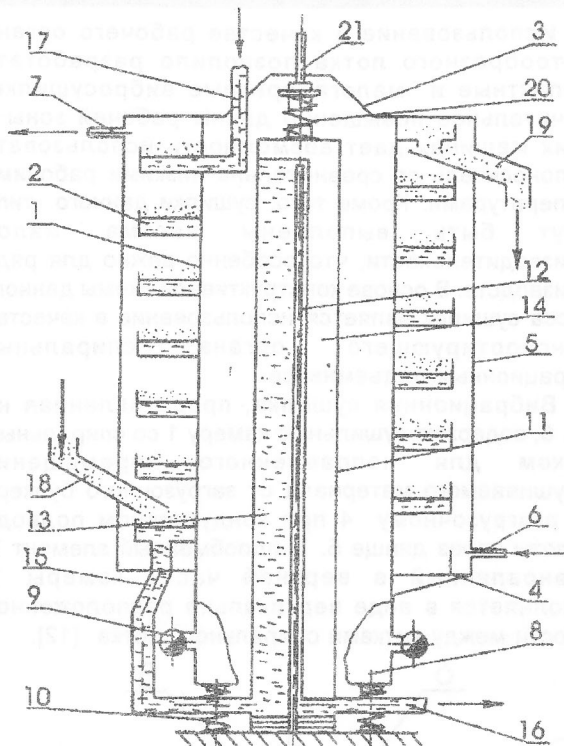
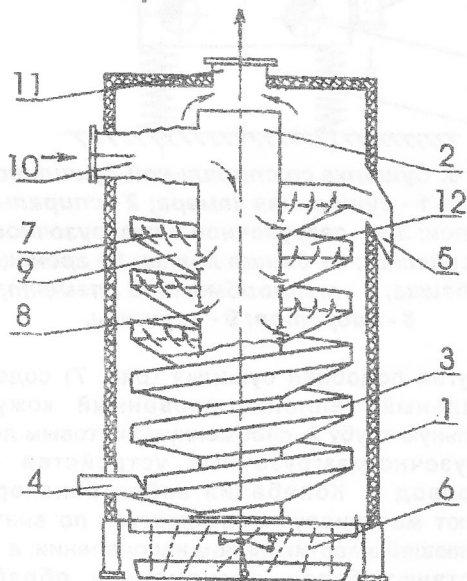
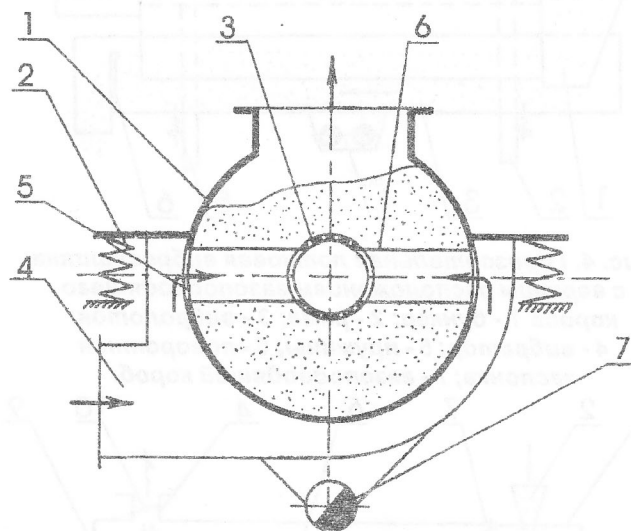


Рис. 7. Вертикальная винтовая сушилка:
 1 - теплоизолированный кожух;
 2 - вертикальная труба; 3 - винтовой лоток;
 4, 5 - загрузочное и разгрузочное устройства;
 6 - вибропривод; 7 - перфорированная
 перегородка; 8 - газоподводящее отверстие;
 9 - нижняя часть лотка; 10, 11 - патрубок;
 12 - верхняя часть лотка.



**Рис. 8. Вертикальная винтовая сушилка
 с двойным днищем лотка:** 1 - несущая колонна;
 2 - винтовой желоб; 3 - крышка; 4 - днище;
 5 - съемный колпак; 6, 7 - патрубки ввода и
 вывода газа; 8 - кронштейн; 9 - вибропривод;
 10 - пружинная опора; 11 - центральная труба;
 12 - перегородка; 13, 14 - секции центральной
 трубы; 15 - трубопровод; 16 - сливной
 патрубок; 17 - патрубок ввода;
 18, 19 - загрузочный и разгрузочный патрубки;
 20 - центрирующая опора;
 21 - регулировочный винт.

газораспределительную решетку, выполненную в виде полого цилиндра 3 с перфорированной боковой поверхностью. Решетка размещается по оси сушильной камеры 1 в слое высушиваемого материала. При обработке в вибрационном поле продукция, перемещаясь псевдооживленным слоем, равномерно заполняет сушильную камеру 1 и перемещается по винтовой траектории к разгрузочному лотку. Подача теплоносителя внутрь полого цилиндра через перфорации, размещенные по оси камеры в слое материала, значительно интенсифицирует теплообмен и обеспечивает качественную сушку при увеличении объема заполнения рабочей камеры и высоты слоя [3].



**Рис. 9. Вибрационная сушилка с U-образной
 формой контейнера:** 1 - сушильная камера;
 2 - упругая подвеска; 3 - газораспределительная
 решетка; 4 - газоподводящий короб; 5 - окно;
 6 - канал; 7 - вибропривод.

В барабанной сушилке (рис. 10) синхронно и синфазно вращающиеся части вибровозбудителя 3 сообщают барабану 1 колебания по круговой траектории. Внутренний барабан совершает вращательно-колебательное движение вследствие контакта с внутренней поверхностью наружного барабана 1 через подпружиненные рычаги 8 с роликами 9. В результате внутренний барабан 5 колеблется в противофазе по отношению к наружному, противоположно вращению приводного вала вибратора [4]. Такое движение рабочих органов машины значительно интенсифицирует процесс сушки.

Шахтные вибросушилки позволяют эффективно обрабатывать продукцию при значительно большей высоте слоя материала и незначительном перемешивании отдельных зон продукта, находящихся на разной стадии технологической обработки. Внутри рабочей зоны машины (рис. 11) [8] или шахты располагается теплообменник в виде ярусной секционной насадки из цилиндрических элементов с прямоугольными прорезями и обоюдоострыми кромками. Такие элементы в смежных ярусах секции смещены одна относительно другой в горизонтальной плоскости. При этом свободный объем шахты составляет 80-90 % ее полного объема.

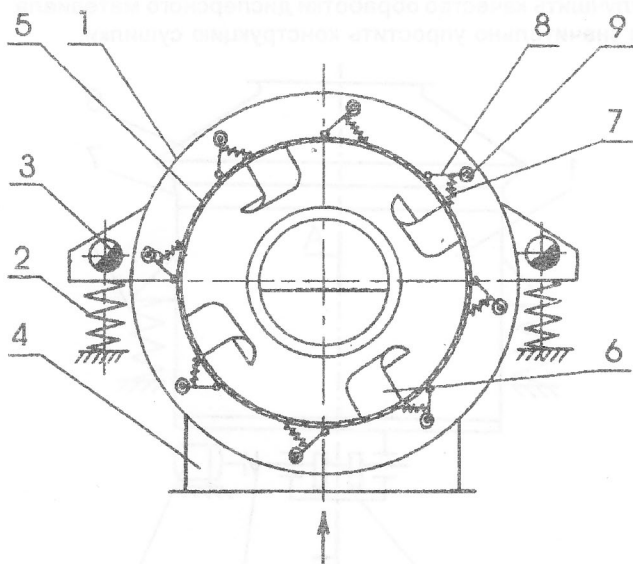


Рис. 10. Барабанная вибросушилка:
 1 - наружный барабан; 2 - амортизатор;
 3 - вибратор; 4 - окно; 5 - перфорированный барабан; 6 - лопатки; 7 - пружина; 8 - рычаг;
 9 - ролик.

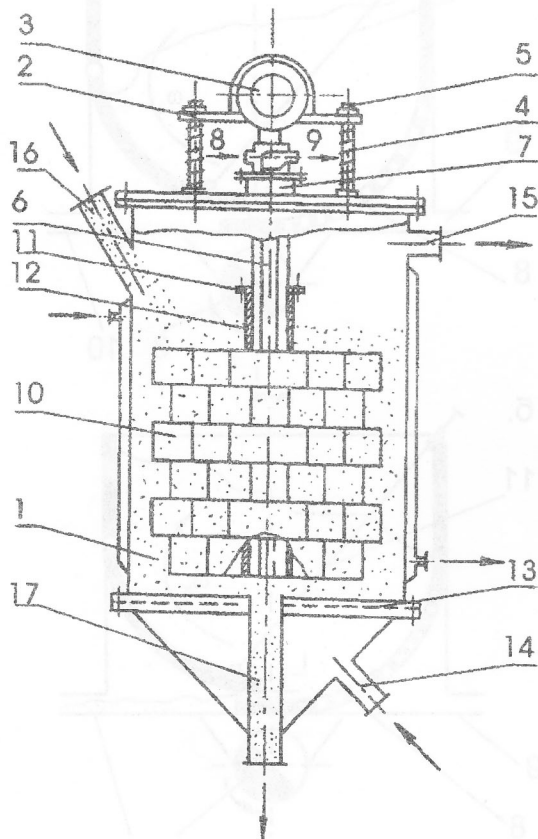


Рис. 11. Шахтная вибросушилка:
 1 - корпус; 2 - плита; 3 - вибратор; 4 - пружина;
 5 - регулировочная гайка; 6, 10 - теплообменник;
 7 - сальник; 8, 9 - патрубок; 11 - фланец;
 12 - труба; 13 - газораспределительная
 решетка; 14, 10 - газоподводящий
 и газоотводящий патрубки; 15, 17 - загрузочный
 и разгрузочный патрубки.

Шахтная вибросушилка, показанная на рис.12, предназначена для одновременного выполнения операций сушки и разделения разномодальных материалов. В процессе обработки масса продукции достигает перфорированного дна 3 (размер перфорации соответствует размерам мелкой фракции), где крупнодисперсная фракция под действием вибрации вытесняется вверх к разгрузочному патрубку 4 и бункеру 7, а мелкодисперсная через отверстия в днище проходит в бункер 6 [11]. Данная сушилка характеризуется интенсивным теплообменом вследствие организации противоточного контактирования материалов разной степени дисперсности. При этом достигается четкое разделение неоднородной системы.

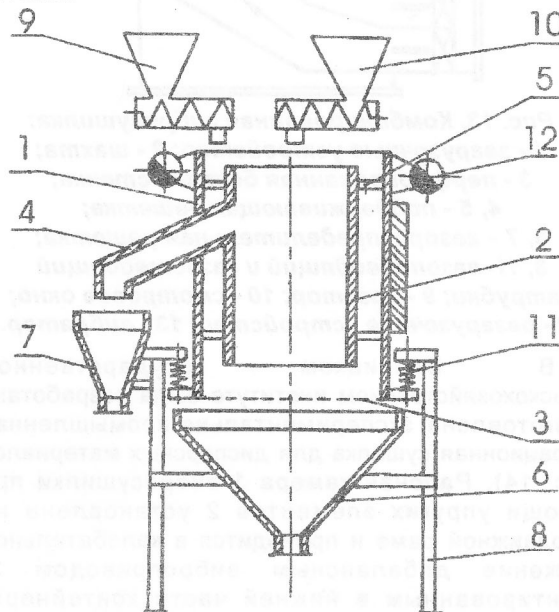


Рис. 12. Шахтная вибросушилка с одновременным разделением разномодальных материалов:
 1 - корпус; 2 - цилиндр;
 3 - перфорированное днище; 4 - загрузочный патрубок; 5 - ребра жесткости; 6, 7 - бункер;
 8 - рама; 9, 10 - загрузочный бункер; 11 - пружина;
 12 - вибропривод.

С целью интенсификации процесса сушки в сушилках с виброкипящим слоем зачастую применяют предварительное подсушивание материала. В вибросушилке (рис. 13) [9] сыпучий материал подается через загрузочное устройство 1 в подсушитель 2 шахтного типа, в котором продукция обрабатывается теплоносителем через перфорированную стенку 3. Далее продукция подается на вибрирующую поддерживающую решетку 4, передвигается по ней в виде виброкипящего слоя и обрабатывается горячим рабочим телом-теплоносителем, поступающим через газораспределительную решетку 5. Следующей стадией обработки есть досушивание сыпучей массы на решетке 6 в вибрационном поле и в потоке теплоносителя, который подается из газоподводящего короба 8.

Данная вибросушилка позволяет организовать обезвоживание комкующихся материалов в оптимальном многоступенчатом режиме с учетом свойств материала на каждой стадии обработки.

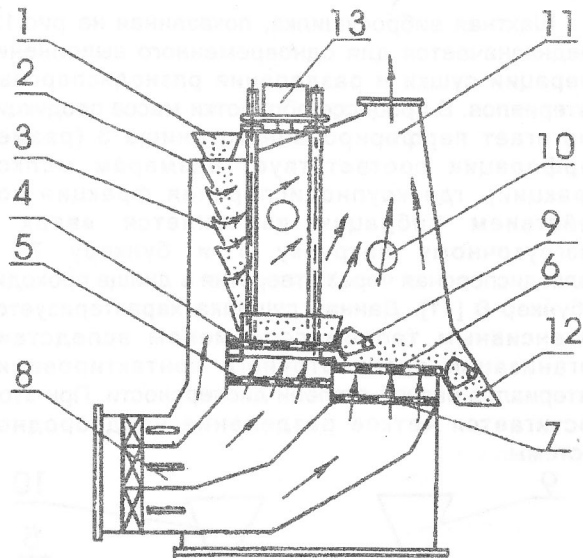


Рис. 13. Комбинированная вибросушилка:
 1 - загрузочное устройство; 2 - шахта;
 3 - перфорированная боковая стенка;
 4, 5 - поддерживающая решетка;
 6, 7 - газораспределительная решетка;
 8, 11 - газоподводящий и газоотводящий
 патрубки; 9 - дозатор; 10 - смотровое окно;
 12 - разгрузочное устройство; 13 - вибратор.

В Винницком государственном сельскохозяйственном институте была разработана и изготовлена экспериментально-промышленная вибрационная сушилка для дисперсных материалов (рис. 14). Рабочая камера 1 вибросушилки при помощи упругих элементов 2 установлена на неподвижной раме и приводится в колебательное движение дебалансным виброприводом 3, смонтированным в нижней части контейнера. Рабочая камера соединена с диффузором 6 эластичным рукавом 7. Такое соединение не передает вибрацию от рабочей камеры на диффузор и в тоже время не допускает проникновения паровоздушной смеси из сушильной камеры в помещение цеха, а удаляется наружу. Днище контейнера 8 имеет постоянное выгрузное отверстие ($L=1,5 - 2D$, где D - средний диаметр частицы дисперсного материала), и, в зависимости от типа сыпучего материала, регулируется с помощью регулятора 11.

При реализации технологического цикла часть обрабатываемого дисперсного материала через диффузор подается в рабочую камеру контейнера. Через газоподводящий патрубок 9 и перфорированное днище контейнера подается газообразный теплоноситель, который нагревает обрабатываемый материал и отбирает влагу. Так как обрабатываемый материал циркулирует в направлении, противоположном отверстию выгрузочного окна (рис. 14, а), выгрузка происходить не будет. Вибрационные силы будут препятствовать вытеканию соли. Изменив направление вращения вала вибровозбудителя (рис. 14, б), направление циркуляционного перемещения обрабатываемого продукта также изменится на противоположное и обрабатываемый материал через щель вытечет из контейнера. После завершения выгрузки, изменив направление вращения вала вибровозбудителя, циклы повторяются.

Такое выполнение вибросушилки позволяет улучшить качество обработки дисперсного материала и значительно упростить конструкцию сушилки.

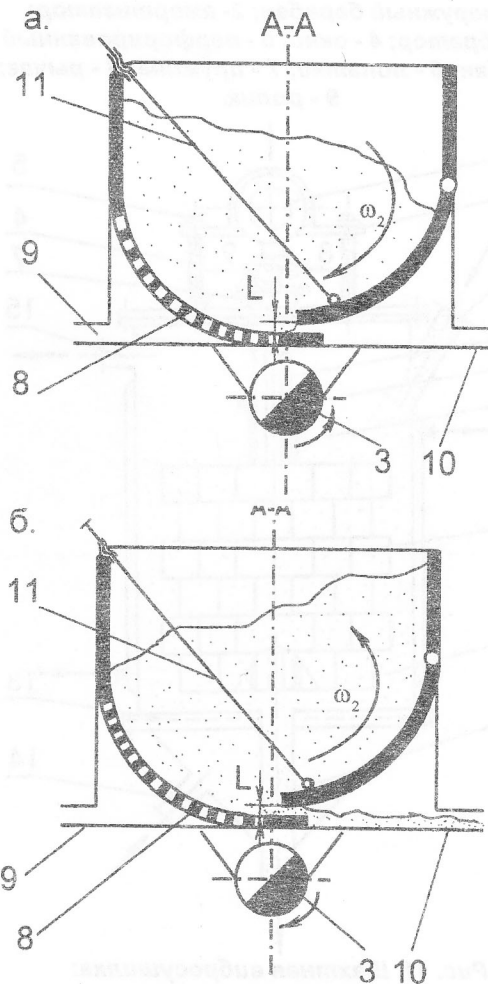
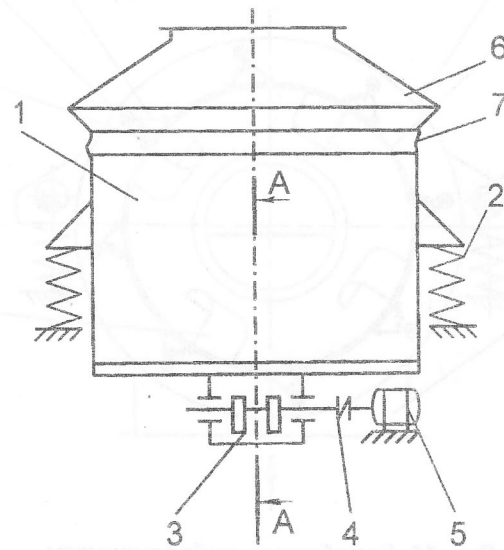


Рис. 14. Кинематическая схема вибрационной сушилки:
 а - рабочий цикл; б - цикл разгрузки
 1 - рабочая камера, 2 - упругие элементы,
 3 - вибропривод, 4 - муфта,
 5 - электродвигатель, 6 - диффузор,
 7 - эластичный рукав, 8 - перфорированное
 днище контейнера, 9 - газоподводящий
 патрубок, 10 - газоотводящий патрубок,
 11 - регулятор зазора.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.С. № 8468 СССР /Е.П. Браткова - Михновская// Бюл. изобр. -1926. -№11.
2. А.С. № 1114119 СССР /Г.В. Будрык, А.А. Мартьян, В.Д. Степаненко, Л.А. Хвастюк // Бюл. изобр. -1985. -№15.
3. А.С. № 566107 СССР /П.Д. Денисов, О.П. Калиновская // Бюл. изобр. -1977. -№27.
4. А.С. № 567054 СССР /П.Д. Денисов, О.П. Калиновская // Бюл. изобр. -1988. -№30.
5. А.С. № 1416830 СССР /В.И. Ефимченко, Л.И. Толстоносов // Бюл. изобр. -1988. -№30.
6. А.С. №787850 СССР /С.Н. Земзеров, О.К. Осминкин, Г.Г. Павлушкова, С.А. Сизиков // Бюл. изобр. -1980. -№18.
7. А.С. № 727742 СССР /С.Н. Земзеров, С.А. Сизиков, Ю.А. Немков, В.А. Чубук // Бюл. изобр. -1980. -№20.
8. А.С. №868293 СССР /Г.Д. Кавецкий, В.И. Четчин, Л.Ф. Шибаева, В.К. Литвишко // Бюл. изобр. -1981. -№36.
9. А.С. № 538205 СССР /В.И. Кругловенко, А.Н. Леверов, Л.С. Покутнев // Бюл. изобр. -1977. -№45.
10. А.С. №1657939 СССР /Б.М. Прудовский, В.П. Заволокин, Л.З. Дорофеева, О.М. Мишина // Бюл. изобр. -1991. -№23.
11. А.С. №1150458 СССР /В.О. Рубенок, Б.А. Ефремов, Г.С. Клетнев // Бюл. изобр. -1985. -№14.
12. А.С. № 344245 СССР /В.З. Фещенко, И.И. Чернобыльский // Бюл. изобр. -1972. -№21.
13. А.С. № 434243 СССР /Ю.Л. Фрегер, Г.А. Ровный, А.В. Авдеев // Бюл. изобр. -1974. -№24.
14. Ormel E.A. German Patent 736883, 1943.
15. German Patent 86667, 1896.

© Берник П.С., Паламарчук И.П., Зозуляк И.А.

УДК 621.9.048

РОЗВИТОК КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ МАШИН ДЛЯ ОБРОБКИ ВИРОБІВ В УМОВАХ ВІЛЬНОГО КІНЕМАТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ДЕТАЛЯМИ ТА РОБОЧИМ ІНСТРУМЕНТОМ

П.С.Берник, І.П.Паламарчук, І.Г.Липовий.
Вінницький державний сільськогосподарський інститут.

Машини з вільним кінематичним зв'язком між інструментом та деталями забезпечують копіювання інструментом всієї поверхні заготовок, що дозволяє ефективно обробляти як внутрішні, так і зовнішні поверхні деталей. Разом з тим, такі машини відзначаються простотою конструктивного виконання та легкістю автоматизації процесу виробництва при забезпеченні достатньо високої продуктивності роботи. Процес обробки відбувається під дією вільно гранульованого робочого середовища. В загальному випадку робоче середовище містить твердий та рідкий наповнювач. Твердий наповнювач являє собою ріжучий та деформуючий інструмент або середовище, що запобігає взаємному зіткненню та злипанню деталей. Рідкий наповнювач використовується для забезпечення видалення продуктів зносу деталей та робочих гранул, замочування та охолодження технологічного завантаження, інтенсифікації процесу обробки (хімічно- та поверхнево-активні речовини), зберігання технологічних властивостей твердого наповнювача (наприклад, для запобігання "засалювання" абразивних гранул).

Відсутність жорсткого кінематичного зв'язку між деталями та інструментом зумовлює рівномірну обробку однотипних поверхонь заготовок (в місцях переходу з однієї поверхні до іншої спостерігається більш інтенсивна обробка), але виключає можливість регульованого впливу на геометричні розміри та форму деталей. При цьому частинки гранульованого наповнювача безперервно обтікають поверхні деталей, що призводить до їх мікрорізання, пластичного деформування та сприяє реалізації очисних, шліфувально-оздоблювальних та зміцнювальних операцій.

Найбільш простими за конструктивним виконанням машинами даного типу є галтовочні пристрої, розробкою та вдосконаленням яких займалися відомі фірми "Roto-Finish" (США), "Tipton MFG Corporation" (Японія), "Rosler", "Fibra Finish" (Німеччина) та інші.

Барабани галтовочних машин виготовляються циліндричними або багатограними: можуть бути перекидними або зі змінним кутом нахилу, що забезпечує покращення завантаження та вивантаження деталей та наповнювача. При обертанні робочої ємкості під дією відцентрової сили твердий наповнювач обтікає поверхні деталей, що призводить до необхідного механічного впливу. В установках із планетарним обертанням барабанів (рис. 1, 2) технологічне завантаження зазнає дії відцентрових та коріолісових сил, в результаті чого робоча суміш переміщується у вигляді ковзного шару, в якому відбувається інтенсивна взаємодія деталей з абразивом.

Вдосконалення галтовочних установок йде шляхом заміни крупних барабанів серіями більш мілких, які мають загальний або індивідуальний привід в залежності від об'єму робочої ємкості. Ефективність обробки при цьому значно підвищується через відсутність "мертвих" зон, що характерно для барабанів звичайного типу.

Підвищення інтенсифікації процесу обробки досягають в установках типу "Осронаут", розроблених фірмою "Металгезельшафт" (Німеччина). Робоча частина даної машини являє собою барабан із вертикальною віссю обертання, в якому бокові стінки трохи розширюються доверху, а днище виконано в формі зрізаного конуса. При обертанні барабана з частотою 150-300 об/хв. деталі з робочим