

УДК 621.9.048

ОБЗОР ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ

Романченко А.В., Романченко Ю.А.

REVIEW OF DEVICES FOR VIBRATION TREATMENT SUPPORT OPERATIONS

Romanchenko A.V., Romanchenko J.A.

В работе представлен обзор механизированных приспособлений предназначенных для вспомогательных операций вибрационной обработки деталей. На основе анализа информационных источников рассмотрены функциональные и конструктивные особенности существующих разновидностей приспособлений для разделения рабочей среды и обрабатываемых деталей. Установлено, что рациональной, является разработка вспомогательных приспособлений на этапе конструкторского проектирования. Указаны достоинства и недостатки представленных устройств.
Ключевые слова: вибрационная обработка, сепарация, приспособления, механизация, вспомогательная операция, станок.

1. Введение. Применение вибрационной обработки как одного из наиболее прогрессивных методов финишной обработки с целью улучшения качества поверхности выпускаемой продукции, позволяет отказаться от малоэффективных способов обработки и значительно повысить общую производительность технологического процесса [1, 2].

Технологический процесс вибрационной обработки является сложным и многофакторным, он состоит из основных и ряда вспомогательных операций. К вспомогательным операциям относятся загрузка, разгрузка, сепарация деталей и абразивного наполнителя, добавление химических растворов и т.д., а они, как правило, не механизированы и выполняются вручную.

На ранних этапах развития вибрационных станков конструкторские цели были направлены на интенсификацию производительности процесса вибрационной обработки и тем самым на сокращение основного времени технологического процесса, но при этом сокращению вспомогательного времени, не менее важно, не уделялось должного внимания. Однако в современных условиях при значительно возросших объемах производства, возникает острая

необходимость в сокращение вспомогательного времени, которое является дополнительным резервом для повышения производительности

2. Анализ исследований и публикаций. Как уже указывалось ранее, для повышения производительности метода вибрационной обработки деталей необходима механизация приспособлений для вспомогательных процессов (загрузки, выгрузки сепарации обработанных деталей и абразивного наполнителя и т.д.), способствующая сокращению вспомогательного времени, облегчению обслуживания вибрационных станков. Совершенствование таких приспособлений ведется по следующим направлениям: механизация вспомогательных переходов (создание индивидуальных, групповых и интегрированных в конструкцию вибрационных станков вспомогательных приспособлений); полная автоматизация вибрационных станков.

Создание вспомогательных механизированных устройств существенно затрудняется многообразием конструктивных форм обрабатываемых деталей и материалов, из которых они выполнены, а также разнообразием их габаритных размеров [3]. Существует много работ, в которых авторы применяли различные приспособления для интенсификации процесса обработки деталей [4, 5, 6, 7]. Механизация вспомогательных операций может решаться с применением различного рода унифицированных конструкций и средств (подъемно-транспортных средств, нормализованной тары, стандартных сит и магнитов) [8].

Вспомогательные приспособления могут выполнять различные функции, рациональным является разделение таких приспособлений на следующие группы:

1. Приспособления для разделения деталей и абразивного наполнителя (сепараторы).
2. Подъемно-транспортные средства.
3. Тара для деталей.

4. Ванны для подготовки поверхностей деталей.

5. Оборудование для сушки деталей.

6. Бункера (емкости) для абразивного наполнителя.

7. Устройства подачи растворов.

8. Устройства сортировки абразивного наполнителя.

Анализ цикла операций вибрационной обработки показал, что его значительную часть составляет время разделения обрабатываемых деталей от гранул рабочей среды. При этом операция разделения требует применения специальных механизмов.

Разделение обрабатывающей среды и деталей осуществляется различными способами в зависимости от следующих факторов [2, 3, 9]:

а) тип производства;

б) удельная масса, габаритные размеры и материал обрабатываемых деталей;

в) материал и грануляция рабочей среды;

г) технологические требования к обрабатываемым деталям.

Для разделения рабочих тел и деталей существует несколько путей:

- отсеивание;

- ручное извлечение деталей;

- магнитная сепарация;

- разделение по массе;

- разделение по геометрическим параметрам.

В данной работе рассматриваются приспособления для сепарации деталей от абразивного наполнителя (рабочей среды).

3. Цель исследования.

Обзор механизированных приспособлений предназначенных для сепарации деталей от абразивного наполнителя на этапе вспомогательных операций процесса вибрационной обработки.

Задачи исследования. Анализ функциональных и конструктивных особенностей существующих разновидностей приспособлений для разделения рабочей среды и обрабатываемых деталей с целью определения оптимальных параметров таких приспособлений, а также формулировкой требований к разрабатываемым приспособлениям.

4. Материалы и результаты исследования.

Разделение стальных полированных шариков и деталей осуществляют отсеиванием или ручным извлечением крупных деталей, а также с применением грузоподъемных устройств. Загрузка и выгрузка деталей, с габаритными размерами более 200 мм в индивидуальном и мелкосерийном производстве осуществляется вручную или с применением грузоподъемных устройств.

Разделители могут быть стационарными, перемещаемыми или представлять собой составную часть вибрационной машины. По видам разделители (сепараторы) делятся на:

1. Ситовые разделители:

а) сита универсальные на пружинах: неподвижные, подвижные;

в) сита встряхивающие (качающиеся);

г) сита барабанные: цилиндрические и призматические; конические или в виде усеченной пирамиды;

д) сита вибрационные;

е) сита – корзины с жестким или гибким решетом.

2. Вибрационные манипуляторы.

3. Магнитные сепараторы.

4. Пневматические сепараторы.

В ситовых разделителях детали и гранулы рабочей среды засыпаются на сито и вручную просеиваются.

Неподвижные сита малопроизводительны, поэтому применяются редко и в основном для отделения от абразивных или неабразивных гранул мелких деталей, а также отсева мелких фракций гранул рабочей среды [10]. Пример передвижного сита представлен на рисунке 1.

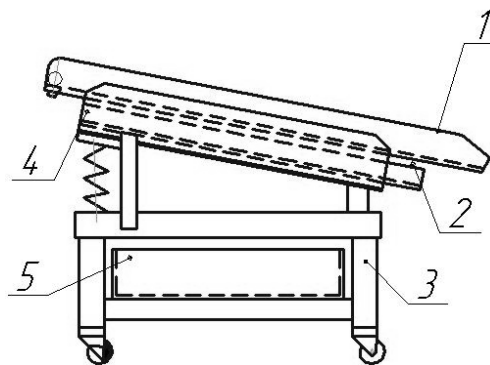


Рис. 1. Передвижное сито: 1, 2 – стенные решетки; 3 – рама; 4 – рамка; 5 – сборник абразива

Плоские механические сита выполняются с приводом от электромотора. В представленном на рисунке 2 плоском встряхивающем сите качание осуществляется от коленчатого вала или эксцентрикового механизма [10]. Шатунный механизм дает возвратно-поступательное движение платформе, на которой расположен сетчатый настил.

Сита для отделения деталей от стальных шариков и абразива могут встраиваться в механизированную линию вибрационной обработки деталей.

На рисунке 3 изображен пневматический сепаратор, состоящий из пневматического цилиндра и вилки, связанных системой рычагов.

После окончания цикла обработки, не выключая станок, пневматический цилиндр через систему рычагов приводит в движение сепарирующую решетку, выполненную в виде вилки, через пазы которой просеиваются гранулы рабочей среды, а детали выгружаются. Преимуществом выше указанного устройства является его простота. В практике разделения пневматические сепараторы используются очень редко [3].

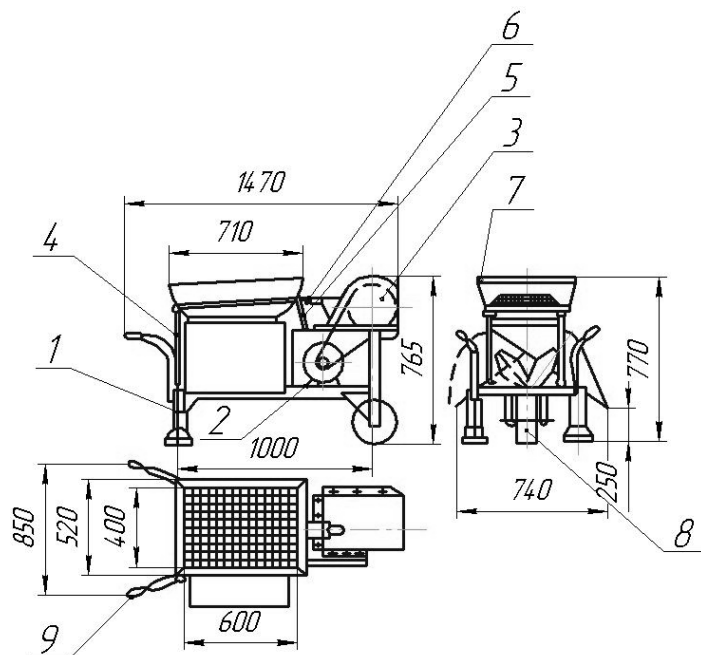


Рис. 2. Сито плоское встряхивающее:
1 – каркас; 2 – электродвигатель; 3 – шкив; 4, 5 – шарнирные стойки;
6 – шатун; 7 – сито; 8 – колесо; 9 – ручки

Для упрощения разделения деталей от гранул рабочей среды без остановки вибрационного станка были предложены несколько разделительных устройств с гибкой решеткой. Одно из них показано на рисунке 4, устройство состоит из рамки 8, 7 с прутьями жесткости 1, которые связаны с шарнирно-соединительными звеньями 2, 3 и 4. Кольцом 9 приспособление одевается на крюк подъемно-транспортного устройства.

Для упрощения разделения деталей от гранул рабочей среды без остановки вибрационного станка были предложены несколько разделительных устройств с гибкой решеткой.

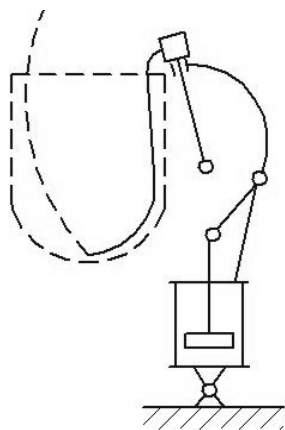


Рис. 3. Пневматический сепаратор

Одно из них показано на рисунке 4, устройство состоит из рамки 8, 7 с прутьями жесткости 1, которые связаны с шарнирно-соединительными звеньями 2, 3 и 4. Кольцом 9 приспособление одевается на крюк подъемно-транспортного устройства.

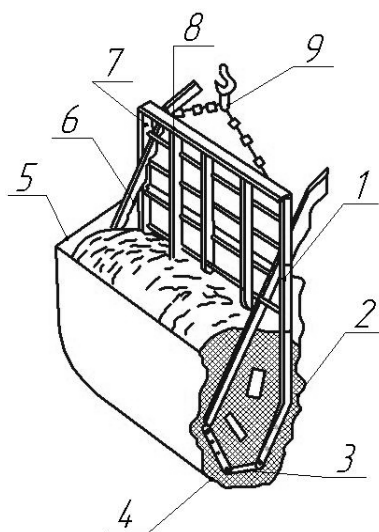


Рис. 4. Разгрузочное приспособление типа "Невод":
1 – прутья жесткости;
2, 3, 4 – шарнирно-соединительные звенья;
5 – контейнер; 6 – рычаги; 7, 8 – рамка; 9 – кольцо

После того, как обработка деталей в контейнере будет закончена, приспособление, носящее условное название "Невод", рычагами 6 и крайними звеньями 4 вводится в вибрирующий контейнер. Под действием вращательного движения среды многозвенная часть приспособления затягивается в контейнер, причем вся система звеньев скользит по стенкам контейнера. Через некоторое время крайние звенья 4 и рычаги 6 устройства показываются над поверхностью среды со стороны, противоположной той, где приспособление заводилось в контейнер. Рычаги 6 набрасываются на прутки 1 решетки. Затем, надев

кольцо 9 цепи на крюк подъемника и дав ему движение вверх, приспособление извлекается из контейнера.

Гранулы среды, которые должны быть меньше пазов между звеньями решетки приспособления, проходят сквозь зазоры "Невода", а обрабатываемые детали извлекаются из контейнера [3, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Вибрационное разделительное устройство, показанное на рис. 5, предназначено для разделения деталей и обрабатывающей среды (в частности, стальных шариков диаметром 5-7 мм) после операции виброполирования [12].

Вибрационное разделительное устройство состоит из рамы 4, на которой на 4-х парах С-образных плоских пружин 3 крепится платформа 2. Колебательное движение платформы сообщается вибровозбудителями 5. В разделительном устройстве для возбуждения колебаний используют вибровозбудитель общего назначения с круговыми колебаниями модели С795 (ИБ-22).

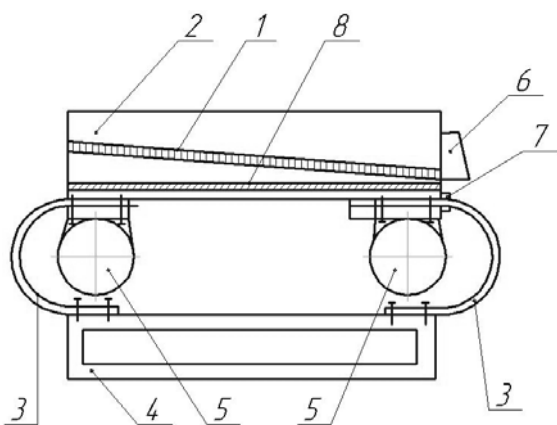


Рис. 5. Вибрационное разделительное устройство:
1 – настил сетчатый; 2 – платформа; 3 – рессора;
4 – рама; 5 – вибровозбудитель;
6 – желоб для выгрузки деталей;
7 – желоб для выгрузки гранул рабочей среды; 8 – настил

7 – желоб для выгрузки гранул рабочей среды; 8 – настил

На рис. 6 изображен сепаратор [13], который выполнен в виде вибрационного устройства, снабженного двумя винтовыми поверхностями, расположенными в виде двухзаходного винта. Одна из поверхностей снабжена сепарирующими отверстиями, гранулы проваливаются через отверстия и по нижней винтовой поверхности, двигаясь вверх под действием колебаний, возвращаются в бункер вибрационного станка. Детали по верхней винтовой поверхности отводятся в сторону.

Данные сепараторы можно использовать лишь для разделения деталей и гранул среды определенных размеров и конфигурации. Они обладают недостатками ситовых разделителей. Кроме того, они сложны конструктивно и неустойчивы в работе, требуют поддержания строго определенных условий эксплуатации.

На рис. 7 изображен вибрационный станок [14], у которого над контейнером установлено устройство для сепарации и отделения деталей от обрабатывающей среды в виде барабана. Барабан установлен на приводном валу. Он выполнен полым, перфорированным. На периферийной части барабана установлены ковши – сита, в основании которых расположены окна со створками. С целью возможности просеивания гранул рабочей среды за счет передачи колебаний от контейнера к барабану, приводной вал барабана установлен в вертикальных пазах боковых стенок контейнера на шарнирных подвесках. На внутренней поверхности барабана установлены шнековые пластины.

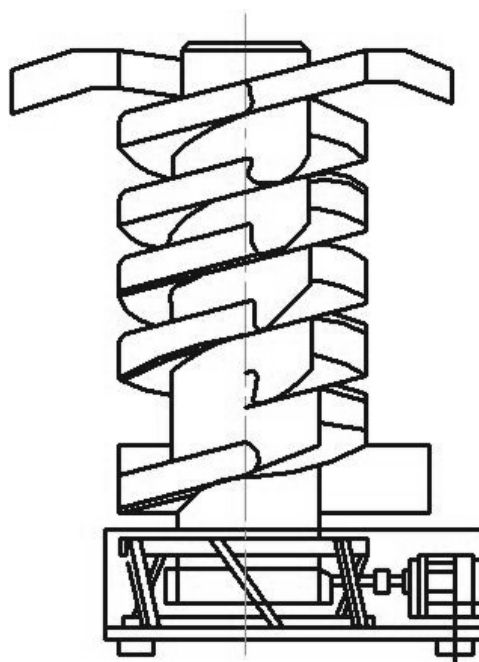


Рис. 6. Вибрационный сепаратор

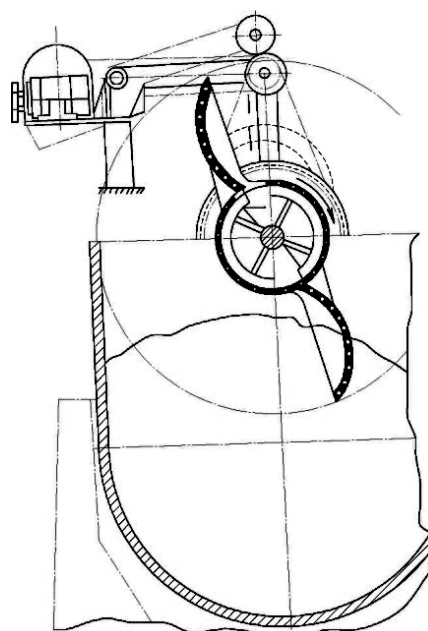


Рис. 7. Вибрационный станок с барабанным сепаратором

Для регулировки высоты погружения и фиксации в контейнере устройства для сепарации и разделения оно выполнено в виде рамы, которая состоит из двух рычагов, жестко связанных штангой. Рама закреплена шарнирно на стойках, одна из которых оборудована фиксатором. Отделение деталей от гранул рабочей среды производится при работающем вибрационном станке. Объем извлекаемых деталей с гранулами рабочей среды регулируется изменением скорости вращения барабана и глубины погружения барабана с ковшами в рабочую среду.

Выше описанное разделительное устройство обладает всеми недостатками разделителей, оборудованных ситами и, кроме того, оно сложно конструктивно, а также эксплуатационно несовершенно и ненадежно, так как предусматривает перевод барабана в рабочее положение вручную.

На рис. 8 показан один из вибрационных манипуляторов, который осуществляет извлечение изделий из контейнера после вибрационной обработки.

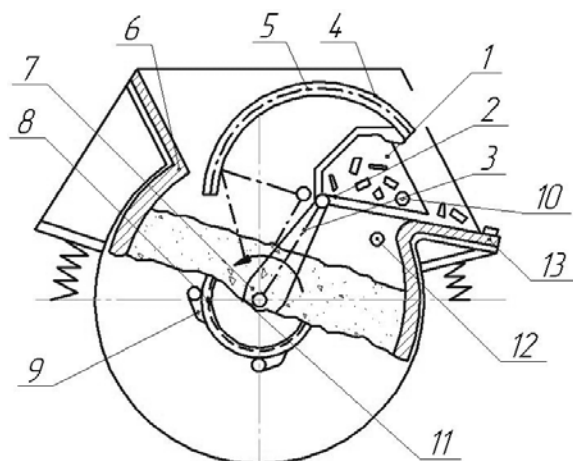


Рис. 8. Сепарация деталей с помощью вибрационного манипулятора

Манипулятор имеет захватный орган в виде сетчатого ковша 1, шарнирно закрепленного на осях 2 рычагов 3. На конце установлены собачки 4, контактирующие с дугвыми зубчатыми рейками 5, закрепленными на внутренних торцевых стенках контейнера 6. Оси 7 рычагов выведены наружу контейнера и на них закреплены храповые колеса 8, контактирующие с подпружиненными собачками 9.

Автоматическое управление движениями манипулятора осуществляется с помощью выдвигаемого пневмокамерного упора 10, подпружиненного упора 11 и неподвижного направляющего кулачка 12.

В процессе вибрационной обработки и загрузки изделий ковш опирается на разгрузочную плоскость 13 контейнера и фиксируется упорами 10 и 11. Манипулятор включается в работу при автоматическом установлении упора 10, ковш

получает возможность совершать колебания под действием сил инерции вокруг оси 2. Дугвые рейки 5 и собачки 4 вместе с ковшем образуют механизм свободного хода, который преобразует колебания ковша во вращательное движение, при котором он устанавливается в положение захвата, показанное пунктиром. Приняв положение захвата, ковш устанавливает подпружиненный упор 11 и тем самым включает другой механизм свободного хода, образованный рычагами 3, храповыми колесками 8 и собачками 9. Колебания рычагов 3 совместно с ковшем вокруг оси 7 механизмом свободного хода преобразуется во вращательное движение, при котором входная полость ковша перемещается навстречу потоку циркулирующей среды. При выходе из среды ковш взаимодействует с кулачком 12 и упором 10 и, поворачиваясь вокруг оси 2, приводится в положение разгрузки.

Использование вышеприведенных способов разделения деталей и гранул рабочей среды без остановки станка при помощи вибрационных манипуляторов целесообразно в тех случаях, когда без них невозможна эффективная вибрационная обработка деталей, так как они еще не обладают высокой эксплуатационной надежностью и представляют скорее теоретический, чем практический интерес.

Вибрационный станок, изображенный на рис. 9 [15], содержит контейнер на упругих опорах, приводимых в колебательное движение вибровозбудителем.

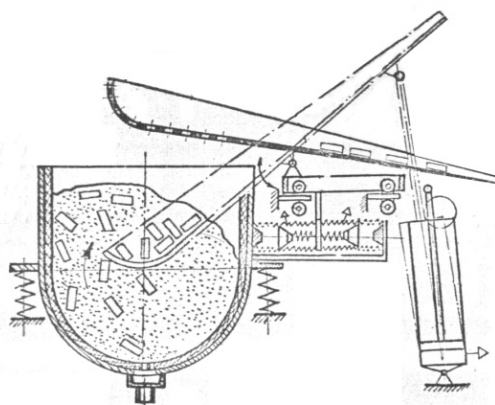


Рис. 9. Вибрационный станок с сепарирующим устройством

Контейнер оснащен сепарирующим устройством с шарнирно закрепленной разделительной решеткой. Сепарирующее устройство имеет механизм ввода и вывода решетки из внутренней полости контейнера в виде силового цилиндра. Для обеспечения плавного дистанционного регулирования режима сепарации, станок снабжен рамой. На раме шарнирно закреплена разделительная решетка. Упругое звено связывает раму с контейнером через жестко связанный с ней консольный элемент. Для обеспечения сепарации обрабатываемых деталей,

размеры которых меньше размеров обрабатываемой среды, разделительная решетка снабжается перфорированной крышкой.

Данный станок работает следующим образом. После окончания обработки в силовой цилиндр подается рабочая среда, и ковш своей левой частью опускается в контейнер, за счет циркуляции среды загрузки на него набегает детали и обрабатываемая среда. Гранулы рабочей среды просыпаются через отверстия в днище ковша, а детали при подъеме ковша высыплются в тару для готовой продукции. Контейнер соединен со станиной сепарирующего устройства при помощи сиффона и передает колебания ковшу последнего с амплитудой, которая будет зависеть от давления рабочей среды в сиффоне и которую можно регулировать.

По замыслу данное устройство должно обеспечивать надежность разделения, механизуя процесс вибрационной обработки. Однако, обладая недостатками ситовых отделителей, оно конструктивно сложно, ненадежно в эксплуатации, имеет повышенный износ [16].

Отделение деталей от обрабатываемой среды может осуществляться различными магнитными средствами [8, 17]. Выбор конструкции магнитных средств зависит от типа производства; от массы, формы, габаритных размеров обрабатываемых деталей; от металлов деталей, обладающих свойством магнитопроводности. В практике для отделения деталей массой 0,050 кг, обрабатываемых в вибрационных станках (с емкостью контейнера от 10-80 дм³), используются постоянные магниты или ручные электромагниты. Для отделения деталей массой 0,03-3,0 кг, обрабатываемых большими партиями общим весом 30-300 кг, используются электромагнитные устройства.

Основными частями грузового электромагнита, представленного на рисунке 10, являются стальной литой корпус 1 и размещенные в нем соленоидные катушки 2, электрический ток к обмоткам которых подводится гибким кабелем 3. Снизу катушки защищены от повреждения листом 4 из немагнитного материала (латунь или высокомарганцовистая сталь). При опускании в контейнер электромагнита, подвешенного к грузовому крюку, и при подключении катушки к источнику тока образующийся магнитный силовой поток проходит по корпусу и замыкается через магнитопроводящий груз (обрабатываемые детали), который притягивается электромагнитом и удерживается до тех пор, пока катушка не будет отключена от сети.

В случае извлечения из контейнера сложных объемных деталей могут применяться электромагниты с подвижными (выдвигающимися книзу) полюсами; такие электромагниты обеспечивают лучшее соприкосновение с поднимаемыми деталями, но характеризуются увеличенным собственным весом и повышенным расходом электроэнергии.

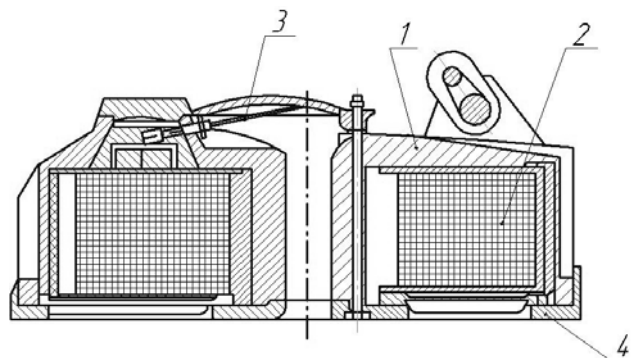


Рис. 10. Грузовой электромагнит:
1 – стальной корпус; 2 – электрокатушки;
3 – гибкий кабель;
4 – лист (из немагнитного материала)

В случае извлечения из контейнера сложных объемных деталей могут применяться электромагниты с подвижными (выдвигающимися книзу) полюсами; такие электромагниты обеспечивают лучшее соприкосновение с поднимаемыми деталями, но характеризуются увеличенным собственным весом и повышенным расходом электроэнергии.

Подъемная сила (грузоподъемность) каждого электромагнита не остается постоянной. Она в большей степени зависит от формы и размеров отделяемых деталей, а также от формы и размеров воздушных промежутков между грузовыми частицами (детальями).

Грузоподъемность электромагнитов снижается по мере ухудшения магнитных свойств отделяемых деталей (например, при повышении процентного содержания марганца и никеля в стали).

Недостатком подъемника для разделения и выгрузки деталей, описанного устройства, можно считать необходимость неоднократного введения электромагнита в контейнер для полного извлечения деталей, а также невозможность применения для отделения немагнитных деталей.

В устройстве В.О. Карташана предложен электромагнитный сепаратор с бегущим магнитным полем. Представленный на рисунке 11, он состоит из магнитопровода 1, намагничивающих катушек постоянного тока 2, полюсных наконечников 3 и дополнительной трехфазной системы с зубчатым магнитопроводом 5. Полюсные наконечники закрыты жесткой немагнитной прокладкой 7, располагающейся по всей длине трехфазной системы.

При включении намагничивающих катушек 2 в межполюсном объеме создается стационарное магнитное поле достаточной глубины, необходимой для извлечения ферромагнитных предметов из сепарируемого материала, расположенного на транспортере 6. Катушки трехфазной системы 4 подключаются к сети трехфазного тока, в результате по длине полюсных наконечников создается бегущее магнитное поле.

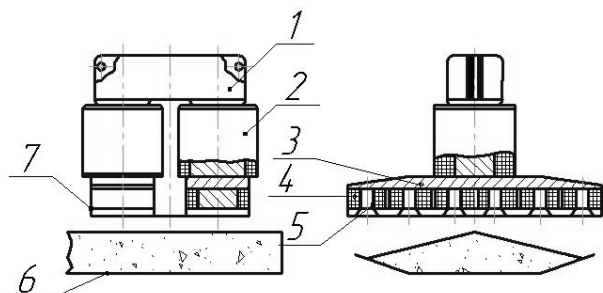


Рис. 11. Электромагнитный сепаратор с бегущим магнитным полем

Извлекаемые (с помощью стационарного магнитного поля) из сепарируемого материала ферромагнитные предметы, притягиваясь к немагнитной прокладке 7, попадают в зону действия бегущего магнитного поля, создаваемого двумя параллельно работающими трехфазными электромагнитными системами, которое выносит извлеченные ферромагнитные предметы (детали) из зоны извлечения в зону разгрузки за пределы контейнера.

Достоинством этого разделителя является отсутствие механически движущихся частей, недостатком является наличие трения деталей о неподвижный экран.

В Львовском национальном университете «Львовская политехника», был разработан принципиально новый универсальный виброструйный разделитель рабочей среды и деталей [18]. Разделение производится по удельной массе, независимо от размеров и магнитных свойств компонентов.

Виброструйный сепаратор изображен на рис. 12. Он представляет собой вибрационный бункерный питатель 1 с герметизированной чашей 2, заполненной жидкостью. Чаша имеет внутреннюю 3 и внешнюю 4 дорожки. Нижняя часть внутренней дорожки полая и служит насосом, а верхняя сплошная и служит для вывода более тяжелого компонента рабочей среды из чаши на лоток 5 через окно 6. Лоток 7 предназначен для вывода через окно 8 в тару легкого компонента рабочей среды.

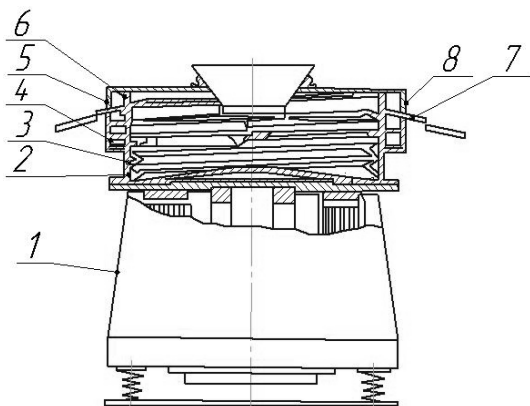


Рис. 12. Виброструйный сепаратор

Под действием направленной вибрации рабочая среда перемещается к дорожке 3 и движется вверх. Менее плотные тела под действием струй выносятся на наружную винтовую дорожку 4 и далее под действием вибрации к окну 8 и лотку 7, а плотные тела – к окну 6 и далее на лоток 5.

Следует полагать, что конструктивная сложность такого устройства является серьезным препятствием для ее практического применения.

Вибрационный станок, изображенный на рисунке 13 [19], может работать в двух режимах: рабочем и режиме отделения обрабатываемых изделий от рабочей среды.

В рабочем режиме вибровозбудители 9 вращаются синхронно в одну сторону. Под действием этих колебаний рабочая среда и детали, рассредоточенные в ней, приобретают колебательные и круговые движения вокруг осей контейнеров 1.

При работе в режиме отделения деталей от рабочей среды нижняя звездочка 14 цепной передачи 12 посредством сцепной кулачковой муфты 15 с одним фиксированным положением разъединяется с валом и одним из электродвигателей 11.

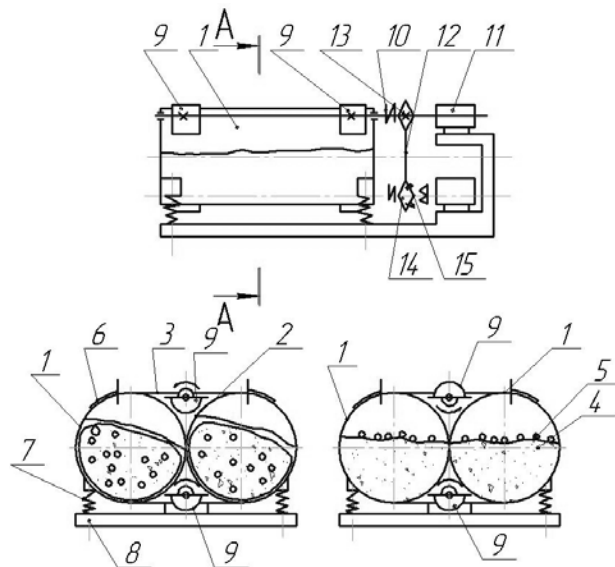


Рис. 13. Вибрационный станок с разделением направленной вибрацией

Рабочий орган станка приобретает прямолинейные колебания в горизонтальной плоскости. Под действием этих колебаний обрабатываемые детали, будучи легче рабочей среды, выплывают на поверхность, то есть происходит отделение деталей от рабочей среды. Такое устройство вибрационного станка решает вопрос разделения, но не предусматривает извлечение деталей из контейнера.

На рисунке 14 представлена схема устройства, у которого замкнутая резиновая лента 1 установлена с возможностью наклона ее в двух плоскостях под углами, обеспечивающими самоскатывание гранул

рабочей среды в установленный по длине ленты лоток 6.

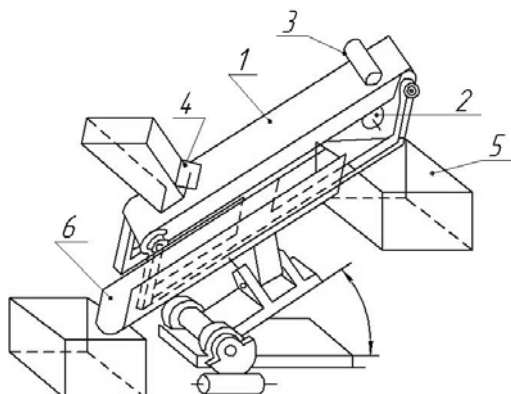


Рис. 14. Устройство для транспортировки и отделения деталей от гранул рабочей среды

Для создания равномерного слоя на движущейся ленте устройства, загруженный бункер снабжен регулируемой подпружиненной створкой 4.

Влажные детали прилипают к сепарирующей поверхности и движутся вверх. Затем они сбрасываются вращающейся щеткой 2 в бункер 5. Рабочая среда скатывается в лоток 6. Оставшиеся на ленте гранулы сбрасываются вращающимся валом 3.

Обобщая вышеизложенный материал, важно отметить, что в современных условиях заказчик требует от производителя не один станок, а технологический комплекс, позволяющий реализовать весь технологический процесс при этом, такой комплекс должен быть универсальным и механизированным. Сегодня все ведущие производители предлагают готовые технологические решения для различных задач, пример такого комплекса представлен на рисунке 15 [19].

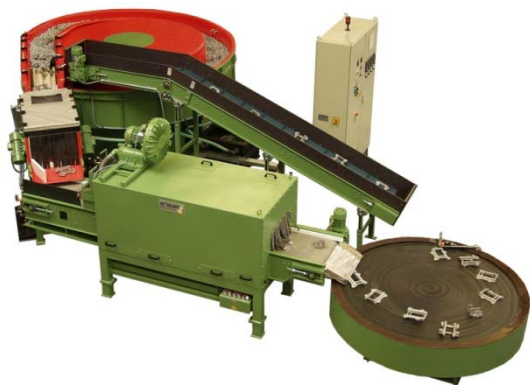


Рис. 15. Вибрационный комплекс

5. Выводы. Сепарация деталей от абразивного наполнителя на этапе вспомогательных операций процесса вибрационной обработки должна быть механизирована. Приспособления, предназначенные для разделения деталей и рабочей среды, а также других вспомогательных операций,

интегрированные в конструкцию вибрационного станка или являющиеся частью технологического комплекса являются наиболее эффективными. Целесообразно производить разработку таких приспособлений (механизированных устройств) на этапе конструкторского проектирования.

Л и т е р а т у р а

1. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей (очистка, мойка, удаление облоя и заусенцев, обработка кромок) [Текст] / Под ред. А. П. Бабичева. – Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2010. – 287 с.
2. Обработка деталей свободными абразивами в вибрирующих резервуарах [Текст] / И. Н. Карташов, М. Е. Шаинский, В. А. Власов и др. – К.: Высшая школа, 1975. – 179 с.
3. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии [Текст] / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев. – Ростов-на-Дону, 1999. – 622 с.
4. Мічик А.В. Підвищення ефективності обробки великогабаритних плоскісних виробів активізацією руху робочого середовища у коливних U-подібних контейнерах [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Мічик Андрій Володимирович. – Х., 2008. – 20 с.
5. Бранспиз Е.В. Повышение эффективности виброабразивной обработки путем рационального выбора ее основных параметров [Текст]: дис... канд. тех. наук / Е.В. Бранспиз. – Луганск, 2001. – 265 с.
6. Романченко А.В. Расширение технологических возможностей вибрационного оборудования за счет создания условий обработки длиномерных деталей [Текст]: дис... канд. тех. наук / А.В. Романченко. – Чернигов, 2011. – 203 с.
7. Берник, П. С. Вибрационные технологические машины с пространственными колебаниями рабочих органов [Текст] / П. С. Берник, Л. В. Ярошенко. – Винница, 1998. – 116 с.
8. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины [Текст] / М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1985 г. – 520 с.
9. Политов И.В. Вибрационная обработка деталей машин и приборов [Текст] / И.В. Политов, Н.А. Кузнецов. – Л.: Лениздат, 1965. – 180 с.
10. Конструкция и эксплуатация сит просеивающих машин [Текст] / Л.И. Котляр, Н.Я. Кестельман, Н.В. Остапчук, А.А. Вайнберг; под ред. А.Я.Соколова. – М.: Машгиз, 1963. – 132 с.
11. А.с. 231342 СССР, МКИ В 24 В 31/06. Устройство для виброабразивной обработки металлических деталей [Текст] / М.И. Шаинсий (СССР). – № 1005785/25-08; заявл. 05.05.66; опубл. 15.09.68, Бюл. № 35. – 2 с.
12. Попов А.С. Применение вибрационной обработки в машиностроении. [Текст] / А.С. Попов, В.Д. Жердочкин. – М.: Машиностроение, 1974. – 140 с.
13. А.с. 429937 СССР, МКИ В24б 31/06. Сепаратор [Текст] / В.С. Сердюков, В.Б. Трунин (СССР) – № 16696333/25 – 8; заявл. 07.06.1971; опубл. 30.05.1974, Бюл. № 20 – 2с.
14. А.с. 467818 СССР, МКИ В24б 31/06. Вибрационная машина [Текст] / Е.В. Суботин (СССР) – № 1769398/25-8; заявл. 06.04.1972; опубл. 25.04.1975, Бюл. № 15 – 4с.

15. А.с. 691281 СССР, МКИ В24В 31/06. Вибрационная установка [Текст] / П.Д. Денисов, И.Ф. Брайлян, В.П. Чайка, В.Г. Дубовой, И.Е. Космина (СССР) – № 2509952/25-08; заявл. 18.07.1977; опубл. 15.10.1979, Бюл. № 38 – 4с.
16. Шаинский М.Е. Проблемы развития виброабразивной обработки в стране [Текст] / М.Е. Шаинский, Виброабразивная обработка деталей: Сб. материалов Всесоюзного научно-техн. семинара. Ворошиловград, 1978. – С.3-8.
17. Загирняк, М. В. Магнитные сепараторы. Проблемы проектирования [Текст]: монография / М. В. Загирняк, Ю. А. Бранспиз, И. А. Шведчикова; под ред. М. В. Загирняка. – К.: Техніка, 2011. – 224 с.
18. А.с. 294715 СССР, МКИ В24б 31/06. Сепаратор [Текст] / В.А. Повидайло, Р.Я. Сахно (СССР) – № 1325927/25-08; заявл. 22.04.1969; опубл. 04.02.1971, Бюл. № 7 – 3с.
19. А.с. 575210 СССР, МКИ В24В 31/06. Машина двухконтейнерная для вибрационной обработки [Текст] / В.А. Повидайло, В.А. Щигель, И.Ф. Заневский, Б.Д. Белин (СССР) – № 2375770/25-08; заявл. 24.06.1976; опубл. 05.10.1977, Бюл. № 37 – 3с.
20. ROSLER finding a better way... [Электронный ресурс]: Галтовочная техника / Линейные проходные установки. – Режим доступа http://www.rosler.ru/produkte/gleitschlifftechnik/linear_du_rchlaufanlagen/, свободный. – Загл. с экрана.
9. Politov, I. V. and Kuznecov, N. A. (1965), *Vibracionnaja obrabotka detalej mashin i priborov* [Vibration treatment of details and devices], Lenizdat, Saint-Petersburg, Russia.
10. Kotljarskiy, L.I., Kestelman, N.Ja., Ostapchuk, N.V., Vajnsberg, A.A. and Sokolov, A.Ja. (1963), *Konstrukcija i jekspluatacija sit proseivajushhij mashin* [Sieve design and exploitation of sieve machines], Mashgiz, Moscow, Russia.
11. Shainsij, M.I. “Device for metal details vibration treatment”, *A.s. 231342 SSSR*, zajavl. 05.05.1966, opubl. 15.09.1968, Bjul. No 35.
12. Popov, A.S. and Zherdochkin, V.D. (1974), *Primenenie vibracionnoj obrabotki v mashinostroenii* [Application of vibration treatment in mechanical engineering], Mashinostroenie, Moscow, Russia.
13. Serdjukov, V.S. and Trunin, V.B. “Separator”, *A.s. 429937 SSSR*, zajavl. 07.06.1971, opubl. 30.05.1974, Bjul. No 20.
14. Subotin, E.V. “Vibrating machine”, *A.s. 467818 SSSR*, zajavl. 06.04.1972, opubl. 25.04.1975, Bjul. No 15.
15. Denisov, P.D., Brajljan, I.F., Chajka, V.P., Dubovoj, V.G. and Kos'mina, I.E. “Vibrating machine”, *A.s. 691281 SSSR*, zajavl. 18.07.1977, opubl. 15.10.1979, Bjul. No 38.
16. Shainskij, M.E. (1978), “Problems of vibration treatment development in country”, *Vibroabrazivnaja obrabotka detalej* [Vibration treatment of details], *Vsesojuznyj nauchno-tehn. seminar* [All-Union Scientific and Technical. seminar], Lugansk, pp. 3-8.
17. Zagirnjak, M. V., Branspiz, Ju. A. and Shvedchikova, I. A. (2011), *Magnitnye separatory. Problemy proektirovanija* [Magnetic separators. Problems of design], Tehnika, Kiev, Ukraine.
18. Povidajlo, V.A. and Sahno, R.Ja. “Separator”, *A.s. 294715 SSSR*, zajavl. 22.04.1969, opubl. 04.02.1971, Bjul. No 7.
19. Povidajlo, V.A., Shhigel', V.A., Zanevskij, I.F. and Belin, B.D. “Two containers machine for vibration treatment”, *A.s. 575210 SSSR*, zajavl. 24.06.1976, opubl. 05.10.1977, Bjul. No 37.
20. ROSLER finding a better way... “Tumbling equipment / Linear bushing installation”, available at: http://www.rosler.ru/produkte/gleitschlifftechnik/linear_du_rchlaufanlagen/.

References

1. Babichev, A. P. (2010), *Primenenie vibracionnyh tehnologij na operacijah otdelochno-zachistnoj obrabotki detalej (ochistka, mojka, udalenie obloja i zausencev, obrabotka kromok)* [Use of vibration technology on finishing and stripping operations (cleaning, deflashing and deburring, edge processing)], DGTU, Rostov-on-Don, Russia.
 2. Kartashov, I. N., Shainskij, M. E. and Vlasov, V. A. (1975), *Obrabotka detalej svobodnymi abrazivami v vibrirujushhij rezervuarah* [Free abrasives treatment of details in vibrating tanks], Vysshaja shkola, Kiev, Ukraine.
 3. Babichev, A.P. and Babichev, I.A. (1999), *Osnovy vibracionnoj tehnologii* [Fundamentals of vibration technology], Rostov-on-Don, Russia.
 4. Micyk, A.V. (2008), “Processing Improvement of large-sized products treatment by movement activation of the working environment in the oscillating U-shaped containers”, Abstract of Cand. Sci. (Tech.) dissertation, 05.03.01, Kharkov, Ukraine.
 5. Branspiz, E.V. (2001), “Improvement of vibration treatment efficiency by rational choice of its basic parameters”, Cand. Sci. (Tech.) dissertation, Lugansk, Ukraine.
 6. Romanchenko, A.V. (2011), “Expansion of vibration equipment technological possibilities by creation of conditions for long details treatment”, Cand. Sci. (Tech.) dissertation, Chernihiv, Ukraine.
 7. Bernik, P. S. and Jaroshenko, L. V. (1998), *Vibracionnye tehnologicheskie mashiny s prostranstvennymi kolebanijami rabochih organov* [Vibration machines with spatial fluctuations of the working bodies], Vinnitsa, Ukraine.
 8. Aleksandrov, M.P. (1985), *Pod'emno-transportnye mashiny* [Handling machinery], Vysshaja shkola, Moscow, Russia.
- Романченко О.В. Романченко Ю.А. Огляд пристроїв для допоміжних операцій вібраційної обробки.**
- У роботі представлено огляд механізованих пристосувань призначених для допоміжних операцій вібраційної обробки деталей. На основі аналізу інформаційних джерел розглянуті функціональні і конструктивні особливості існуючих різновидів пристосувань для поділу робочого середовища і оброблених деталей. Встановлено, що раціональною є розробка допоміжних пристосувань на етапі конструкторського проектування. Вказані переваги і недоліки представлених пристроїв.*
- Ключові слова:** вібраційна обробка, сепарація, пристосування, механізація, допоміжна операція, верстат.
- Romanchenko A.V., Romanchenko J.A. Review of devices for vibration treatment support operations.**
- The article provides an overview of mechanized devices designed for vibration treatment support operations. It is set that separation of details from abrasive on stage of vibration treatment support operations should be mechanized. Based on*

the analysis of information sources functional and structural features of existing varieties of devices for separation of working environment and machined parts are considered. It is shown that integrated into vibrating machine or technological complex devices for separation and other support operations are the most effective. It is set that development of support devices at the stage of construction engineering is rational. Advantages and disadvantages of presented devices are shown.

Keywords: *vibration treatment, separation, appliances, mechanization, support operation, the machine-tool.*

Романченко Олексій Володимирович – к.т.н., доц. доцент кафедри машинобудування та прикладної механіки, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк).
romanchenkoav@mail.ru

Романченко Юлія Андріївна – аспірант кафедри електричної інженерії, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк).

Рецензент: д.т.н., проф. **Носко П.Л.**

Стаття подана 08.09.2016