М337933

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР
Московское ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

Дычковский Михаил Григорьевич

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ И АСИММЕТРИЧНЫМ ЦИКЛОМ КОЛЕБАНИЙ

Специальность 05.02.07 – Автоматизация в машиностроении

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 1979 г

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище имени Н.Э.Баумана и Тернопольском филиале Львовского ордена Ленина политехнического института имени Ленинского комсомола.

Научный руководитель — кандидат технических наук, доцент УСОВ Б.А.

Официальные оппоненты: — доктор технических наук, профессор ЧУВПИЛО А.В.
кандидат технических наук КОЛМАКОВ Г.И.

Ведущее предприятие — производственное объединение

Тернополь

_____1979 г.

К053.I5.0I

им. Н.Э.Баумана

ая ул., дом 5.

земплярах, заверенные

у адресу.

библиотеке МВТУ имени

_1979 г.

Г.Н.МЕЛЬНИКОВ

М337933

НТБ МГТУ им.Н.Э.Баумана
1337933
Дычковский М.Г.Разработка

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы" указано: "Продолжить работы по созданию законченных систем машин и приборов, позволяющих комплексно механизировать и автоматизировать весь технологический цикл - от поступления сырья до отгрузки готовой продукции". Разработка механизмов питания при автоматизации станков и создании автоматических линий является неотемлемой частью поставленной задачи.

Практика использования различных загрузочных устройств в машиностроении показала, что достаточно эффективными, простыми и надежными средствами питания являются вибрационные. Наибольшее распространение получили вибрационные загрузочные устройства (ВЗУ) резонансного типа с электромагнитным приводом и гармоническими колебаниями, они просты по конструкции, надежны в работе и обеспечивают высокую скорость транспортирования в режиме с подбрасыванием. Однако, часто препятствием для их применения является громоздкость, хрупкость или ажурность деталей, совмещение транспортных и контрольно-измерительных операций и т.п. Эти недостатки не присущи ВЗУ с безотрывными режимами перемещения штучных заготовок, например ВЗУ с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний. ВЗУ с пневмоприводом и асимметричным циклом колебаний обладают рядом достоинств, которые в ряде случаев, в определенных условиях эксплуатации, являются решающими при выборе типа загрузочного устройства. Так, пневмопривод является взрыво- и пожаробезопасным, его работа практически не зависит от колебаний температуры окружающей среды, можно транспортировать детали недопускающие воздействия магнитных полей. Пневматический привод допускает плавную регулировку частоты и амплитуды колебаний, вследствии чего обеспечивается его универсальность и возможность транспортирования сравнительно тяжелых деталей.

В связи с этим, решение вопросов разработки высокопроизводительных и надежных, допускающих плавную регулировку частоты и амплитуды колебаний, ВЗУ с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний, на основе проведения в этом нап-

1337933 ф

равления необходимых исследований, является весьма актуальной задачей.

Цель работы является выполнение теоретических и экспериментальных исследований для разработки конструкций и методики расчета и проектирования высокопроизводительных и надежных ВЗУ с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний.

Методы исследований. В работе применялись теоретические и экспериментальные методы исследований. Теоретические исследования проводились с применением методов математического моделирования принципа работы ВЗУ и пневматического привода. Методики исследования разработаны с учетом использования ЭВМ. Теоретическая часть работы подтверждена экспериментами. Экспериментальные исследования проводились на специально разработанных и изготовленных установках и опытных образцах ВЗУ и пневматических приводов тензометрическими методами, с регистрацией результатов экспериментов шлейфовыми и электронными осциллографами.

Научная новизна. На основании теоретических и экспериментальных исследований установлено влияние физических и геометрических параметров пневматического привода на режим его работы и закон колебаний рабочего органа ВЗУ. Установлены значения характерных параметров пневмовибровозбудителей, обеспечивающие их устойчивую работу и позволяющие настраивать ВЗУ с асимметричным циклом колебаний рабочего органа на требуемый режим эксплуатации.

Практическая ценность. Разработаны типовые конструкции пневматических приводов для возбуждения асимметричных, близких к оптимальным по производительности, колебаний рабочего органа ВЗУ. Спроектированы конструкции ВЗУ с прямолинейным и спиральным лотком, оснащенные разработанным приводом. Предложены устройства для загрузки тонколистовых заготовок при использовании пневматических вибрационных приводов с асимметричным циклом колебаний.

Реализация работы. Результаты работы частично внедрены в производство. Годовой экономический эффект от использования ВЗУ с пневмоприводом и асимметричным циклом колебаний составил две тысячи рублей на единицу оборудования.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены на 5-й Республиканской научно-технической конференции по автома-

М.В.Т.У.
Н.Э. Баумана
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА

тизации машиностроения (г.Ташкент, 1970 г.), Всесоюзной конференции "Вибрационная техника в машиностроении и приборостроении" (г.Львов, 1973 г.), Всесоюзном совещании по "Автоматизации сборочных процессов" (г.Москва, 1974 г.), научном семинаре кафедры "Станки и автоматы механосборочного производства" МВТУ им. Н.Э.Баумана (г.Москва, 1978 г.), ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава Тернопольского филиала Львовского ордена Ленина политехнического института (г.Тернополь, 1970-1978 гг.).

Публикации. По материалам выполненных исследований опубликовано 8 статей и получено 5 авторских свидетельств.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и общих выводов, изложенных на 197 страницах, содержит 115 страниц машинописного текста, 73 рисунка, 1 таблицу, список литературы 129 наименований и приложение.

Первая глава, "Состояние вопроса и задачи исследований" посвящена обоснованию актуальности и направления исследований, по результатам которых можно разработать конструкции высокопроизводительных ВЗУ с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний, а также методику их проектирования и расчета. В работе проанализированы разработки и исследования в области автоматизации технологических процессов средствами вибрационной техники, в частности, вибрационных загрузочных устройств и их приводов.

Большой вклад в формирование и развитие научных основ вибрационной техники внесли советские ученые Г.Д.Терсков, В.А.Олевский, И.И.Блехман, Г.Ю.Джанелидзе, И.Ф.Гончаревич, В.В.Гортинский, А.Г.Потураев, Л.П.Левин, Б.П.Лавров, Б.И.Крыков и др.

Непосредственной основой разработки конструкций вибрационных транспортно-загрузочных устройств в машиностроении и приборостроении явились исследования выполненные Р.М.Брумбергом, Н.И.Камышным, Э.Э.Лавенделом, Д.Д.Малхиным, А.Н.Маловым, М.В.Медведем, В.А.Повидайло, В.Ф.Прейсом, А.Н.Рабиновичем, Б.А.Усовым, В.И.Якубовичем и др.

Большинство работ посвящено исследованиям резонансных ВЗУ с электромагнитным приводом и гармоническими колебаниями, которые обеспечивают высокие скорости транспортирования в режиме с подбрасыванием и используются для загрузки мелких и средних изделий. Исследованиями Э.Э.Лавендела установлено, что высокую

скорость транспортирования в безотрывном режиме, который благоприятствует автоматизации различных технологических процессов, обеспечивают асимметричные законы колебаний рабочего органа ВЗУ. Причем, обеспечение низкой частоты при асимметричных колебаниях дает возможность транспортировать сравнительно тяжелые детали. Этим же автором получен, оптимальный по производительности, асимметричный закон колебаний рабочего органа ВЗУ. Закон асимметричных колебаний несущей плоскости ВЗУ обеспечивается вибровозбудителем, который является одним из главных функциональных механизмов, определяющим производительность и надежность работы загрузочного устройства в целом.

В настоящее время для возбуждения асимметричных законов колебаний рабочего органа ВЗУ получили распространение такие типы вибровозбудителей как гидравлические и пневматические или комбинированные из двух типов, например, электропневматические. Однако анализ известных конструкций вибровозбудителей показал, что они не обеспечивают оптимального по производительности закона колебаний рабочего органа ВЗУ, вследствии чего снижается эффективность их использования. Поэтому исследования с целью разработки конструкций пневматических вибровозбудителей, обладающих по сравнению с другими рядом преимуществ и позволяющих обеспечить близкий к оптимальному, по производительности, закон колебаний рабочего органа ВЗУ, представляет практический интерес.

На основании изложенного выше и в соответствии с поставленной целью, задачами настоящей работы являются: разработка конструкций пневматических вибровозбудителей с асимметричным циклом пульсирующего давления, обеспечивающих близкий к оптимальному, по производительности, закон колебаний рабочего органа ВЗУ; разработки конструкций преобразователей пульсирующего давления сжатого воздуха в механические колебания потребителя, позволяющих получать асимметричный закон вынуждающей силы при использовании генераторов с симметричным, либо близким к нему, циклом пульсаций; произвести теоретические и экспериментальные исследования предложенных конструкций вибровозбудителей с целью получения рекомендаций по проектированию и расчету их основных параметров; разработка и исследования вибрационных загрузочных устройств с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний, с целью создания методики их расчета и проектирования;

разработка упрощенной методики определения средней скорости транспортирования на вибротранспортерах с асимметричным циклом колебаний с целью оценки и выбора их параметров на стадии проектирования; исследования технологических возможностей разработанных пневматических вибровозбудителей с асимметричным циклом колебаний.

Во второй главе, "Вибрационные загрузочные устройства с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний", рассмотрена конструкция и принцип работы вибрационного загрузочного устройства с пневмоприводом и асимметричным циклом колебаний. Приведены разработки пневматических приводов для возбуждения асимметричных колебаний и исследования динамики их работы и анализ конструкций. Разработана упрощенная методика определения средней скорости транспортирования на вибрационных загрузочных устройствах с асимметричным циклом колебаний.

При рассмотрении принципа работы ВЗУ с пневмоприводом и асимметричным циклом колебаний определены основные требования к каждому функциональному элементу из которых состоит ВЗУ. Так как перемещение деталей по лотку при асимметричных колебаниях последнего осуществляется за счет различных по величине ускорений при ходе лотка вперед и назад, то в соответствии с оптимальным, по производительности, законом движения рабочего органа его колебания и характер изменения ускорений на протяжении периода обеспечиваются вынуждающей силой привода. Характер изменения вынуждающей силы вибровозбудителя в процессе одного колебания лотка, с учетом зависимостей, описывающих его оптимальный по производительности закон, определен из уравнения движения рабочего органа ВЗУ.

Пневматический вибровозбудитель состоит из генератора, который преобразует постоянное давление сжатого воздуха в пульсирующее и преобразователя пульсирующего давления в механические колебания рабочего органа ВЗУ. Для обеспечения асимметричных, близких к оптимальным по производительности, колебаний рабочего органа ВЗУ разработано ряд конструкций пневматических генераторов с асимметричным законом изменения пульсирующего давления сжатого воздуха в рабочей камере. При разработке пневматических генераторов использовался известный эффект возникновения присасывающего действия, истекающего из отверстия с развитой поверхностью торца и омывающего плоскую пластину по-

тока сжатого воздуха. Разработаны конструкции генераторов: с выхлопным пластинчатым клапаном; со струйно- вакуумным клапаном, в котором пластинчатый клапан используется в пневмореле, управляющим работой выхлопного клапана; с входным пластинчатым клапаном, который применяется в качестве автоматического входного дросселя.

На рис. I приведена принципиальная схема пневматического генератора с входным пластинчатым клапаном. Пневмопривод содержит рабочую камеру I с выпускным клапаном 2 и впускным отверстием 3, выполненным в плоской стенке и сообщенным с источником сжатого воздуха через регулируемый дроссель 4. В качестве органа, управляющего работой клапана 2, служит помещенный в направляющие шток 5 с развитой поверхностью нижнего торца. Шток 5 развитой поверхностью торца поджат пружиной к торцу входного отверстия 3 и образует входной клапан. Для регулирования щели между плоскими торцами штока 5 и отверстия 3 служат винты 6.

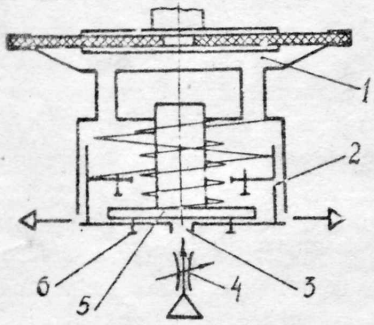


Рис.I

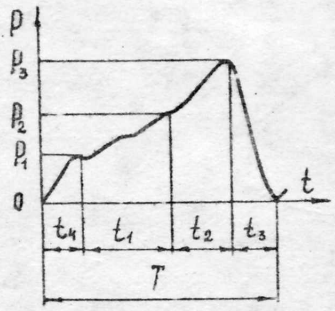


Рис.2

Принцип работы привода следующий. В исходном положении клапан 2 закрыт. Сжатый воздух из магистрали через дроссель 4 и входное отверстие 3 поступает в рабочую камеру I. Давление в камере увеличивается и в определенный момент шток 5, под действием силы равной по величине произведению давления в камере и площади поперечного сечения направляющей штока 5, переместится и откроет клапан 2, соединяя камеру с атмосферой. Давление в камере I быстро падает и через некоторое время шток 5 и клапан 2 возвратятся в исходное положение. Дальше цикл повто-

ряется. Колебания давления в камере I возбуждают колебания массы рабочего органа ВЗУ. Частота колебаний регулируется дросселем 4. Характер изменения давления P на периоде T, в камере привода показан на рис.2. Период T пульсаций давления P состоит из четырех отрезков времени: t_1 - время наполнения камеры I до давления величиной P_2 при покоящемся штоке 5; t_2 - время движения штока 5 до соударения с клапаном 2 и достижения в этот отрезок времени величины давления P_3; t_3 - время открытия клапана 2 и опорожнения камеры; t_4 - время возврата штока 5 в исходное положение, отсчитываемое от момента закрытия клапана 2 и наполнения камеры до давления P_1. Чередование отрезков времени определяется положением штока и клапана. Длительность периода T пульсаций давления сжатого воздуха в рабочей камере привода представится как $T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$.

Составлены расчетные схемы разработанных устройств и уравнения, описывающие динамику их работы. Проведены исследования влияния физических и геометрических параметров приводов на характер изменения пульсирующего давления сжатого воздуха в мембранной камере вибровозбудителя. Получены уравнения и разработана методика расчета основных параметров привода с использованием ЭЦВМ. В результате анализа выполненных исследований установлено: частота генерируемых колебаний плавно регулируется путем изменения площади проходного сечения входного дросселя генератора; амплитуда колебаний плавно регулируется посредством изменения входных давлений от магистрали; определение величины вынуждающего усилия обеспечиваемого приводом сводится к расчету максимального значения пульсирующего давления создаваемого генератором при заданном значении эффективной площади мембраны вибровозбудителя; закон изменения пульсирующего давления сжатого воздуха можно регулировать путем изменения конструктивных параметров генератора; характер изменения вынуждающей силы, создаваемой генератором с входным пластинчатым клапаном, может обеспечить асимметричный, близкий к оптимальному по производительности, закон колебаний рабочего органа ВЗУ.

Предложены также конструкции пневматических мембранных преобразователей пульсирующего давления сжатого воздуха в асимметричные колебания потребителя при использовании генераторов с гармоническим, либо близким к нему, законом изменения

пульсирующего давления. Изменение закона возмущающей силы достигается путем установки пневматической "подушки" между рабочей мембраной преобразователя и рабочим агентом, поступающего от генератора пульсирующего давления. В результате исследований мембранного преобразователя возмущающего усилия с пневматической "подушкой" разработаны: методика расчета конструктивных параметров преобразователя; методика расчета преобразования гармонического закона пульсирующего давления сжатого воздуха в асимметричные колебания несущей плоскости вибротранспортера. Анализ результатов исследований показывает, что графики движения колеблющейся массы вибротранспортера асимметричны и соответствуют оптимальному по производительности закону движения рабочего органа. Регулирование закона возмущающего усилия осуществляется путем изменения величины постоянного давления в пневматической "подушке" преобразователя.

С целью оценки производительности ВЗУ на стадии проектирования и выбора оптимальных конструктивных параметров разрабатываемых вибровозбудителей предложена методика определения средней скорости безотрывного транспортирования заготовок при асимметричных колебаниях рабочего органа. Для определения средней скорости безотрывного транспортирования предложен графический способ, а также получены уравнения и разработана методика расчета с использованием ЭЦВМ.

В третьей главе, "Экспериментальные исследования", изложена методика проведения экспериментальных исследований, описаны конструкции экспериментальных установок, аппаратура для измерения и регистрации результатов экспериментов, приведены результаты экспериментальных исследований и их анализ.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены, специально разработанные, установки ВЗУ с прямолинейным и спиральным лотком и пневматическими приводами. Пульсирующее давление сжатого воздуха в рабочей камере вибровозбудителя измерялось датчиком давления, представляющим собой трубку малого манометра, на которой наклеен тензорезистор. Для измерения перемещений колеблющейся массы использовался датчик системы неподвижных координат, состоящий из упругого элемента и тензорезистора. Ускорение рабочего органа вибрационного загрузочного устройства измерялось пьезоэлектрическим датчиком ускорений. В качестве регистрирующего прибора для записи на фото-

пленку применялся шлейфовый осциллограф. Сигналы от датчиков давления и перемещения подавались на шлейфовый осциллограф через тензометрический усилитель, а сигналы от датчика ускорений через усилитель пьезоэлектрического измерителя ускорений. В качестве отметчика времени на пленку записывался сигнал определенной частоты от звукового генератора. Экспериментальные исследования проводились по следующей методике. С помощью названной выше аппаратуры записывались экспериментальные осциллограммы изменения пульсирующего давления в камерах привода, перемещений и ускорений рабочего органа ВЗУ. По результатам расшифровки полученных осциллограмм строились графики и проводилось их сравнение с теоретическими.

В результате проведенных экспериментальных исследований получены: зависимость частоты генерируемых колебаний от площади проходного сечения входного дросселя; зависимость величины максимального давления в рабочей камере привода от частоты его пульсаций; предельные значения конструктивных параметров привода, при которых обеспечивается их устойчивая работа; зависимость влияния частоты колебаний рабочего органа ВЗУ на изменение величины его амплитуды колебаний; зависимость влияния частоты и амплитуды колебаний рабочего органа ВЗУ на среднюю скорость транспортирования заготовок.

Для примера (рис.3) показана экспериментальная зависимость средней скорости V безотрывного транспортирования от частоты ν колебаний горизонтально расположенного лотка при различных величинах амплитуды $\frac{A_0}{2}$ его колебаний.

Анализ экспериментальных исследований показал: экспериментальные исследования подтверждают правильность результатов теоретических исследований; все виды пневматических приводов работают устойчиво и надежно и сохраняют асимметрию цикла на всем диапазоне генерируемых частот. Максимальная частота колебаний составляет для генератора с выхлопным пластинчатым клапаном 22гц, для генератора с струйно-вакуумным клапаном 27гц и для генератора с пластинчатым клапаном 45гц; максимальные вынуждающие усилия при диаметре защемления мембраны вибровозбудителя равном 0,I6...0,I8м и входных давлениях от магистрали величиной $(39,24...58,86)\cdot10^4$ н/м^2 составляют 7,I...I0,5кн; закон движения рабочего органа вибрационного загрузочного устройства близкий к оптимальному по производительности; исследо-

ванные приводы на всех режимах их работы позволяют осуществлять устойчивое перемещение заготовок по лотку. При транспортировании стальных заготовок массой 0,86кг максимальная средняя скорость перемещения составляла 0;37 м/сек, а заготовок массой 20,6кг - 0,112 м/сек. Скорость транспортирования плавно регулируется изменением частоты либо амплитуды колебаний;

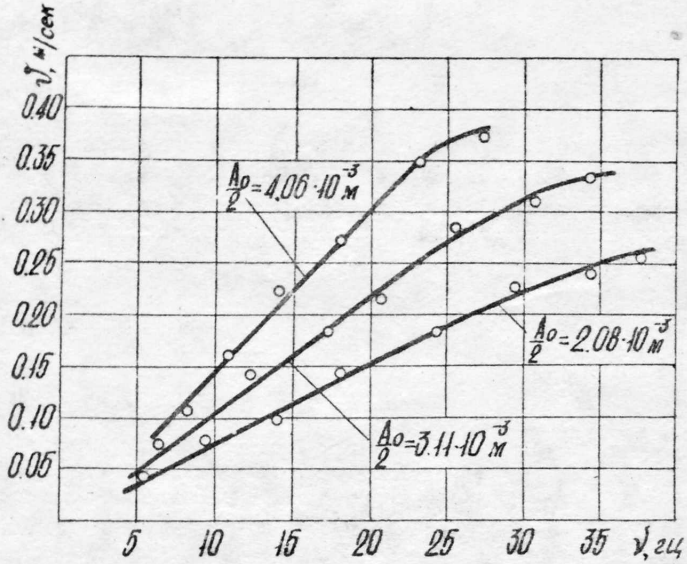


Рис.3

возможность регулирования частоты вынужденных колебаний в разработанных конструкциях пневмоприводов значительно облегчает настройку ВЗУ на заданный режим работы, на низких частотах колебаний позволяет транспортировать сравнительно тяжелые изделия, снижает требования к погрешностям расчетов и изготовления и делает их универсальными.

В четвертой главе, "Проектирование и расчет ВЗУ с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний", изложена методика расчета и проектирования вибрационных загрузочных устройств с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний. Приведены конструкции вибрационных транспортно-загру-

зочных устройств с пневмоприводом и типовые конструкции разработанных приводов.

Для обеспечения требуемой производительности и надежности в работе ВЗУ с асимметричным циклом колебаний рассчитываются следующие его параметры: амплитуда и частота колебаний лотка, угол подъема лотка, величина массы подвижных частей, в зависимости от конструкции подвески ее геометрические размеры, требуемое усилие пневматического привода и его конструктивные параметры.

В качестве подвески рабочего органа ВЗУ используются плоские пружины, резинометаллические торсионы и опоры качения. При этом роль упругой системы регулируемой жесткости выполняют пневмоупругие связи, которые выполняются в виде мембранных пневматических камер с металлическим центром. В этом случае собственная частота колебаний рабочего органа ВЗУ регулируется изменением давления в пневматических камерах упругой системы, что упрощает настройку устройства на требуемый режим эксплуатации. Конструктивные размеры подвески рассчитываются из условия обеспечения максимальной амплитуды колебаний и соблюдения условий прочности.

По заданной средней скорости транспортирования заготовок определяются, по полученным зависимостям, величина возмущающей силы, амплитуда и частота колебаний и конструктивные параметры привода.

Для возбуждения асимметричных колебаний рабочего органа ВЗУ разработаны типовые конструкции генератора: с выхлопным пластинчатым клапаном (ГПД-I); со струйно-вакуумным клапаном (ГПД-2); с входным пластинчатым клапаном (ГПД-3). Разработанные типовые конструкции генераторов имеют широкий диапазон регулирования амплитуды и частоты колебаний при сохранении асимметрии цикла.

Для осуществления автоматической загрузки заготовок в рабочий орган станка и их межоперационного транспортирования разработаны конструкции вибрационных бункерных питателей и лотков-транспортеров, которые за счет асимметрии цикла колебаний обеспечивают безотрывный режим перемещения заготовок.

В пятой главе, "Технологические возможности пневматических вибрационных приводов с асимметричным циклом колебаний", приведены исследования и разработки устройств с использованием

асимметричных колебаний возбуждаемых пневматическим приводом для автоматической загрузки тонколистовых заготовок.

Исследования показали, что повышение производительности и надежности съема тонколистовых заготовок сверху стопы, в автоматических питателях, оснащенных эжекционными захватными органами, обеспечивается путем сообщения стапельному столу со стопой заготовок кроме равномерного перемещения (рабочей подачи) наложенных асимметричных колебаний с незначительной амплитудой. Повышение производительности обеспечивается уменьшением времени съема заготовки со стопы, вследствии сообщения ей большой начальной скорости, которая достигается за счет асимметрии цикла колебаний. При этом снижается необходимая величина силы развиваемой эжекционными захватными органами, что повышает надежность отделения заготовки от стопы.

Выполнены исследования и разработки устройств, в которых использование асимметричных колебаний рабочего органа позволяет осуществлять автоматическое извлечение тонколистовых заготовок снизу стопы и питание ими рабочих машин. Проведенные исследования показали, что использование пневматических приводов с асимметричным циклом колебаний улучшает эксплуатационные характеристики питателей рабочих машин тонколистовыми заготовками.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

I. Разработаны вибрационные загрузочные устройства с асимметричным циклом колебаний и пневматическим приводом типа: генератор пульсирующего давления с выхлопным пластинчаты клапаном (ГПД-I); генератор пульсирующего давления со струйно-вакуумным клапаном (ГПД-2); генератор пульсирующего давления с входным пластинчатым клапаном (ГПД-3); пневматические мембранные преобразователи возмущающего усилия.

2. Составлены расчетные схемы разработанных вибрационных загрузочных устройств и приводов, а также уравнения, описывающие динамику их работы. Приведены исследования влияния физических и геометрических параметров приводов на характер изменения пульсирующего давления сжатого воздуха в мембранной камере вибровозбудителя. Получены уравнения и разработана методика расчета основных параметров привода с использованием ЭЦВМ. На основе анализа полученных результатов установлены значения

характерных параметров привода, позволяющие настраивать его на требуемый режим работы.

3. Разработаны, изготовлены и испытаны типовые конструкции пневматических приводов вибрационных загрузочных устройств, которые имеют широкий диапазон плавного регулирования амплитуд и частоты и обеспечивают асимметричные, близкие к оптимальным, однокомпонентные колебания рабочего органа ВЗУ. Частота колебаний плавно регулируется путем изменения площади проходного сечения входного дросселя, а амплитуда - величиной входного давления от магистрали. Установлено, что при диаметре защемления мембраны вибровозбудителя равном $(16...18)\cdot10^{-2}$м разработанный привод позволяет осуществлять регулирование частоты в диапазоне от нуля до 45гц. Вынуждающие усилия при использовании входных давлений ст магистрали величиной (39,24...58,86)х х10^4н/м составляют 7,1...10,5кн, а максимальные амплитуды колебаний достигают $6,3\cdot10^{-3}$м.

4. Разработана упрощенная методика определения средней скорости горизонтального транспортирования заготовок при асимметричном цикле колебаний рабочего органа вибрационного загрузочного устройства.

5. Разработаны методика проектирования и расчета вибрационных загрузочных устройств с пневматическим приводом и асимметричным циклом колебаний, а также конструкции вибрационных загрузочных устройств с прямолинейным и спиральным лотком.

6. Экспериментальные исследования вибрационных загрузочных устройств с прямолинейным и спиральным лотком показали, что разработанные пневматические приводы просты по конструкции, универсальны и надежны в работе. Максимальная скорость транспортирования стальных цилиндрических и призматических заготовок массой 0,86кг достигала 0,37м/сек. При транспортировании стальных призматических заготовок массой 20,6кг средняя скорость устойчивого перемещения составляла 0,112м/сек. Скорость транспортирования плавно регулируется путем изменения частоты или амплитуды колебаний.

7. Исследованы технологические возможности разработанных пневматических приводов с асимметричным циклом колебаний при их использовании в устройствах для подачи тонколистовых заготовок.

8. В результате использования в производстве ВЗУ с пневма-

тическим приводом и асимметричным циклом колебаний годовой экономический эффект составил две тысячи рублей на единицу оборудования.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

I. Дычковский М.Г., Козловский М.А., Проць Я.И. Пневматический вибратор. Авт.свид. № 262652. Бюллетень изобретений, № 6, 1970.

2. Козловский М.А., Дычковский М.Г., Полищук А.Г. Струйный генератор пульсирующего давления. Исследования в области автоматизации машиностроения. Тезисы докладов 5-ой Республиканской научно-технической конференции по автоматизации машиностроения. Ташкент, 1970.

3. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Струйно-вибрационный питатель тонколистовых заготовок. В сб. Автоматизация производственных процессов в машиностроения и приборостроении, Издво Львовского Госуниверситета, Львов, № II, 1971.

4. Козловский М.А., Дычковский М.Г., Козловский А.А. Струйный генератор пульсирующего давления. Авт.свид. № 302503. Бюллетень изобретений, № 15, 1971.

5. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Пневматический вибратор. Вибрационная техника в машиностроении и приборостроении, Тезисы докладов Всесоюзной научной конференции. Львов, 1973.

6. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Метод определения максимальной производительности вибрационных транспортеров с асимметричным циклом колебаний. В сб. Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. Издательское объединение "Вища школа", Львов, вып.14, 1975.

7. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Пневматический пульсатор. В сб. Автоматизация поизводственных процессов в машиностроении и приборостроении. Издательское объединение "Вища школа", Львов, вып. 14, 1975.

8. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Генератор пульсирующего давления. В сб. Приборостроение. Киев, "Техніка", вып. 18, 1975.

9. Козловский М.А., Дычковский М.Г., Козловский А.А. Пневматический вибратор. Авт. свид. № 455749. Бюллетень изобретений, № 1, 1975.

10. Козловский М.А., Дычковский М.Г., Козловский А.А. и

Проць Я.И. Устройство для отделения листа от стопы и подачи его к обрабатывающей машине. Авт. свид. № 460095. Бюллетень изобретений, № 6, 1975.

11. Козловский М.А., Дычковский М.Г. Гидродинамический пластинчатый клапан. В сб. Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении. Издательское объединение "Вища школа", Львов, вып. 15, 1976.

12. Козловский М.А., Дычковский М.Г., Козловский А.А. и Проць Я.И. Струйно-вакуумный генератор пульсирующего давления жидкости. Авт.свид. № 501772. Бюллетень изобретений, № 5, 1976.

13. Козловский М.А., Дычковский М.Г. , Петренко А.Г. Пневматический вибратор асимметричных колебаний. Автомобильная промышленность. М., № 6, 1976.

МВТУ
им. Н. Э. Баумана
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА

БХ 02265. Сдано в набор 30.03.79 г. Подписано в печать
30.03.79 г. Формат 60x84 I/16. Зак. №2498. Тираж 100.
Типография издательства "Збруч"
г.Тернополь, ул.Куйбышева, 25