

М435868

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР
Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое
училище им. Н. Э. Баумана

На правах рукописи

БАТАГОВА ЕЛЕНА БОРИСОВНА

УДК 65.011.56

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ И МЕТОДИКИ РАСЧЕТА
УПРАВЛЯЕМЫХ ВАКУУМНЫХ СХВАТОВ ДЛЯ АВТОМА-
ТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
ПРИБОРОВ

Специальность 05.13.07 - Автоматизация технологических
процессов и производств

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МОСКВА - 1986

Работа выполнена во Всесоюзном заочном машиностро-
ительном институте.

Научный руководитель – кандидат технических наук,
доцент ШЕРБАКОВ А.С.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук,
профессор ТИЩЕНКО О.Ф.
- кандидат технических наук,
доцент МАКАРОВ В.А.

Результат предпринятия указано в решении специализиро-

мая 1986 г. на засе-
да К 053.15.01 в Московс-
кого Красного Знамени
им.Н.Э.Баумана по адресу:
ул., 5.

в одном экземпляре, заве-
дать по указанному адресу.
акомиться в библиотеке МВТУ

М435868

та,



Рябов В.Т.

28.03.86 Л №62800 Объем 1л.л.

тир. 100

Зах. №463

Актуальность проблемы. Успешное решение поставленных XXV съездом КПСС и последующих Пленумов ЦК КПСС задач по обеспечению интенсификации общественного производства и высоких темпов технического прогресса обуславливает необходимость осуществления комплекса мер по интенсификации и повышению эффективности машиностроительного производства, улучшению качества, надежности и долговечности выпускаемых изделий, существенному повышению производительности труда.

Основными направлениями развития сборочного производства является совершенствование технологии и организация сборочных работ, внедрение эффективных средств механизации и автоматизации. От качества и производительности сборочного процесса во многом зависит качество и производительность изготовленных машин и приборов в целом. Одной из основных проблем при этом является автоматизация загрузки, транспортирования и разгрузки деталей со сборочных позиций, что вызвано разнообразием процессов, а также форм и размеров деталей. Эксплуатационная надежность загрузочных устройств, предназначенных для обслуживания процессов сборки, в значительной мере определяется созданием конструктивно новых схватов, являющихся их неотъемлемым элементом. В настоящее время все большее распространение получают простые в изготовлении и надежные в работе с деталями, выполненными из различных материалов с любой формой поверхности, вакуумные схваты (ВС). Вместе с тем широкое применение ВС ограничено отсутствием управления подачей вакуума на рабочем отрезке цикла, что приводит к значительным потерям вакуума, снижению энергетических возможностей сети вакуумирования и силовых характеристик соседних ВС.

Решение вопросов разработки и исследований новых конструкций ВС, лишенных указанного недостатка, является весьма актуальной задачей.

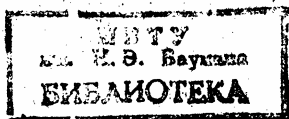
Целью работы являются теоретические и экспериментальные исследования управляемых бесконтактно с удерживаемой деталью вакуумных схватов (УВС), предназначенных для повышения производительности автоматизированного сборочного оборудования, создание методики расчета и проектирования, разработка принципиально новых конструкций УВС для конкретных условий производства.

НТБ МГТУ им. Н. Э. Баумана



1435868

Батагова Е. Б. Разработка кс



Методы исследований. В работе применялись теоретические и экспериментальные методы исследования. Теоретические исследования проводились с использованием современных методов и ЭВМ, а экспериментальные - на специально разработанных и изготовленных установках с применением специально изготовленных, эталонных и производственных образцов деталей, а также в производственных условиях на полуавтомате марки ЭМ-438м. Результаты экспериментов фиксировались с помощью отечественной точной измерительной аппаратуры.

Научная новизна заключается в разработке теоретически обоснованной методики исследования движения в потоке воздуха твердого тела (клапана), расположенного в камере УВС с гарантированным воздушным зазором между сопрягаемыми боковыми стенками камеры и клапана, позволяющей создать методику расчета и проектирования принципиально новых конструкций УВС.

На основе теоретических и экспериментальных исследований предложена инженерная методика проектирования и расчета УВС с учетом конкретных технологических условий для оснащения автоматических средств загрузки. Разработан метод автоматизированного проектирования УВС, реализованный на ЭВМ СМ-4 МЭРА-0125.

Практическая ценность. В результате проведенных исследований получены практические рекомендации по определению времени срабатывания управляющего клапана УВС в зависимости от основных конструктивных параметров УВС, обеспечивающих его работоспособности; созданы новые конструкции УВС, предназначенные для оснащения роботов и манипуляторов сборочных автоматов.

Реализация работы. Разработана и внедрена в промышленную эксплуатацию конструкция УВС, обеспечивающего посадку кристаллов на рамки светодиодов марки АЛ-307. Оснащение конструкции УВС устройствами сигнализации позволило использовать его в качестве датчика наличия детали на торце вакуумного держателя.

Годовой экономический эффект от внедрения УВС на одном из машиностроительных заводов Угличском заводе им. 50-летия СССР составил 27,8 тыс. руб.

По основным разделам работы сделаны доклады на научных семинарах кафедры "Технология приборостроения" ВЗМИ в 1982-1985 г.г., на научно-технических конференциях ВЗМИ в 1983-1985

г.г., на Всесоюзной конференции "Сборка-83" в г.Киеве, опубликована статья и тезисы доклада, получено 12 авторских свидетельств.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на III страницах машинописного текста, включающих введение, четыре главы, выводы по главам и основные выводы, содержит 58 рисунков, 6 таблиц, список литературы из 91 наименования.

Во введении обоснована актуальность выполненных в диссертационной работе исследований, определена цель работы.

Первая глава посвящена обзору существующих конструкций схватов автоматических загрузочных устройств, анализу предъявляемых к УВС и захватываемым деталям требований, дано устройство и принцип действия УВС. Обоснованы актуальность и направление исследований.

Неуправляемые ВС, широко используемые в настоящее время в промышленности, не обладают способностью автоматического отключения каналов откачивания воздуха на рабочем отрезке цикла при отсутствии детали на рабочем торце держателя, существующее при этом холостое натекание воздуха через каналы вакуумирования из атмосферы в сеть вакуумирования резко снижает ее энергетические возможности и силовые характеристики соседних ВС. С целью устранения указанного недостатка, следует использовать УВС, снабженные устройствами, обеспечивающими автоматическое отключение каналов вакуумирования от сети. В качестве управляющего элемента выбрано твердое тело (клапан), бесконтактное с удерживаемой деталью и размещенное в камере с откачиваемым воздухом с гарантированным кольцевым воздушным зазором.

На основе проведенного анализа и в соответствии с целью исследований задачами настоящей работы являются:

1. Анализ факторов, определяющих работоспособность ВС, применяемых в автоматизированном сборочном производстве, и их взаимосвязь.

2. Проведение теоретических исследований аэродинамических процессов, протекающих при движении воздуха через каналы УВС, и движения клапана вдоль камеры УВС при воздействии на него потока воздуха, с целью выявления возможностей повышения производительности и надежности процессов сборки и изменения (управления) временем срабатывания клапана.

3. Создание экспериментального оборудования для исследования единичных и групповых УВС, разработка методики этих исследований.

4. Разработка принципиально новых схем и конструкций УВС, обеспечивающих надежный захват деталей различных типоразмеров и блокировку УВС при отсутствии их на торцах держателей.

5. Разработка инженерной методики расчета УВС и реализация ее на ЭВМ, проверка адекватности математической модели в реальных условиях промышленного производства и уточнение ее на основе экспериментальных исследований.

6. На основе предложенной методики расчета создание и внедрение в производство новых конструкций УВС.

7. Определение рациональной области применения автоматических устройств сборки с использованием УВС предложенной конструкции, технологических требований, надежности, производительности и экономической эффективности применения.

Во второй главе проведен анализ аэродинамических процессов, протекающих в исследуемой системе УВС, движения клапана в камере при наличии кольцевой воздушной прослойки. Даны методики расчета потерь давления воздуха при протекании через единичный и групповой УВС, величины перепада давления под и над клапаном.

УВС представляет собой сложную пневматическую систему, описание движения потока воздуха в которой с учетом перемещения внутри нее клапана и возникающими рециркуляционными зонами, представляет трудную самостоятельную задачу даже для хорошо изученных ламинарных режимов течения и сводится к системе уравнений Навье-Стокса и неразрывности. В этой системе уравнений основную трудность представляет интегрирование уравнений Навье-Стокса — нелинейных уравнений параболического типа с малым параметром при старшей производной. В настоящее время интегрирование этой системы возможно только с применением численных методов. Вследствие того, что на практике реализуются в основном турбулентные режимы течения, созданы различные математические модели турбулентности, направленные на определение эффективных коэффициентов переноса турбулентности в потоках. Несмотря на то, что создание моделей турбулентности является пока единственным практическим путем исследования этих потоков, отсутствие универсальности, многочисленность такая

направленность математических моделей затрудняют их практическое применение и требуют дополнительных экспериментальных исследований.

В начальный момент времени, когда откачивание воздуха из УВС отсутствует, клапан располагается в крайнем нижнем положении (рис. I). Включение сети вакуумирования влечет за собой откачивание воздуха из атмосферы через канал держателя, кольцевой зазор между камерой и клапаном и полостей камеры, расположенными под и над клапаном, вызывая изменение давления в камере, перепад которого нарастает постепенно. При достижении величины перепада давления, обеспечивающей достаточную подъемную силу, происходит отрыв клапана от дна камеры. Движение клапана в камере с учетом сил трения $F_{тр}$ воздушного потока о поверхность этого клапана описывается уравнением:

$$m \frac{dv_k}{dt} = \Delta P \cdot S_d - mg - F_{тр}, \quad (I)$$

где m - масса клапана;

$\Delta P = P_1 - P_2$ - перепад давления под и над клапаном;

S_d - площадь поперечного сечения клапана;

v_k - скорость перемещения клапана.

Интегрирование уравнения (I) будет давать меньшее, чем в действительности, время подъема клапана, однако, различие будет незначительным, т.к. потери на вихреобразование при его движении уменьшаются за счет увлекающего действия воздушного потока.

В результате интегрирования уравнения (I) с учетом начального условия $v_k = 0$ при $t = 0$ получаем:

$$t = \sqrt{\frac{2m \Delta H + 0.5 C_f \pi d \rho \Delta H^2}{\Delta P \cdot S_d - mg}} \quad (2)$$

Анализ полученной зависимости показал, что определение времени подъема клапана в камере, т.е. времени срабатывания клапана УВС с заданными параметрами, сводится к определению перепада давления ΔP под и над клапаном при его отрыве от дна камеры, обеспечиваемого потерями давления воздуха при протекании по каналам УВС.

Потери давления воздуха определяются из условия, что УВС состоит из трех последовательно соединенных каналов различных диаметров (держателя d_g , камеры D и сети вакуумирования d_v) и

соответствующих длин (ℓ , ℓ_k и ℓ_c). В этом случае расход воздуха через весь УВС равен расходу воздуха через каждый канал, а общее сопротивление УВС равно сумме сопротивлений каждого из каналов.

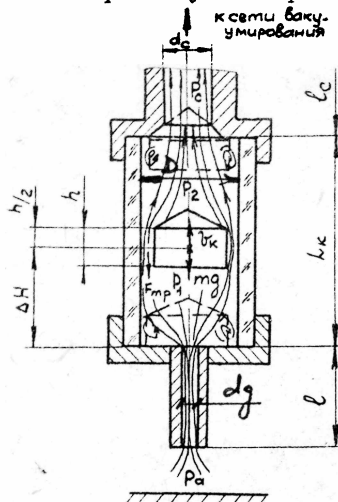


Рис. I

Исследуемая система разбивается на зоны, в которых имеют место потери давления воздуха, и проводится расчет этих потерь для единичного и группового УВС:

$$\Delta P_e = P_a - \left[\left(\xi_n + \xi_{\varphi} + \lambda_1 \frac{\ell_g}{d_g} + \xi_R + \xi_r \right) \frac{\rho v_1^2}{2} + \lambda_2' \frac{\ell_k - \Delta H - h/2}{d} \cdot \frac{\rho v_2^2}{2} \right] - \left[P_c + \left(\lambda_2' \frac{\ell_k - \Delta H + h/2}{d} + \xi_{n.c.} + \xi_{R_2} \right) \frac{\rho v_2^2}{2} + \lambda_3 \frac{1 - n^{-2}}{8 \sin \alpha/2} \cdot \frac{\rho v_3^2}{2} \right] \quad (3)$$

$$\Delta P_z = \Delta P_e - \left(\lambda_4 \frac{\ell_n}{d_n} + N \xi_n \right) \frac{\rho v_4^2}{2}, \quad (4)$$

где ξ — коэффициенты местных сопротивлений;
 λ — коэффициенты трения воздуха при протекании по данному каналу;
 v — скорость течения воздуха в данном канале;
 N — число единичных УВС в групповом УВС.

В третьей главе изложена методика проведения экспериментальных исследований, включающая в себя описание конструкции экспериментальных установок, аппаратуры для измерения и регистрации результатов исследований, последовательность их проведения, представлены эти результаты и дан анализ. Сделаны

заключения и выводы по результатам экспериментов. Разработан алгоритм расчета времени срабатывания клапана и параметров УВС, реализованный на ЭВМ.

Для проведения экспериментальных исследований были разработаны и изготовлены специальные установки, единичные и групповые УВС различных типоразмеров. Эксперименты включали в себя исследования величин расхода воздуха через элемент УВС и факторов, обеспечивающих его работоспособность, определение времени срабатывания клапана единичного и группового УВС.

На основе проведенных экспериментальных исследований установлено:

- движение воздуха из атмосферы к сети вакуумирования при $P_c = 0 - 0,9 \cdot 10^5$ Па через пары последовательно соединенных каналов держателей с диаметрами $d_g = (0,5 - 1,2) \cdot 10^{-3}$ м и кольцевых зазоров, определяемых наружными диаметрами $D = (6 - 20) \cdot 10^{-3}$ м и радиальными размерами $\delta = (0,09 - 0,74) \cdot 10^{-3}$ м обеспечивает расход воздуха, величину которого следует определять по формуле (5); при $d_g = (1,2 - 3,2) \cdot 10^{-3}$ м и указанных величинах кольцевых зазоров - по зависимости (6) (рис.2):

$$Q = 0,517 \mu_r \cdot \delta_g P_a \sqrt{\left(\frac{P_c}{P_a}\right)^{1,428} - \left(\frac{P_c}{P_a}\right)^{1,744}} \quad (5)$$

$$Q = 0,078 \cdot 10^4 \mu d P_c^{0,74} \delta^{0,66} d_g^{0,56} \quad (6)$$

- положение базовой поверхности на расстоянии от параллельного ей торца держателя с каналом диаметром d_g не является сопротивлением протеканию воздуха при отношениях $\frac{d}{d_g} \geq 5,8$;

- максимальную величину радиального кольцевого зазора, необходимого для обеспечения гарантированного срабатывания клапана при заданных параметрах УВС и давлении в сети вакуумирования следует определять по зависимости (рис.3):

$$\delta_m = 0,775 P_c^{0,67} d_g^{0,47} (mg)^{-0,51} \quad (7)$$

- движение воздуха из атмосферы к сети вакуумирования через микронеровности стыка, образованного между контактными поверхностями детали и торца держателя при шероховатостях $R_z 40 - R_a 0,32$, не обеспечивает зависание клапана в камере УВС с указанными параметрами; способ обработки поверхности детали влияет незначительно на величину расхода воздуха через микронеровности; наименьшее натекание воздуха при этом обеспечива-

ется при отношениях наружного диаметра держателя к диаметру его канала $\frac{d_n}{d_g} = 3,7 - 5$ (рис.4);

- движение воздуха из атмосферы к сети вакуумирования через каналы УВС при $d_g = (0,5-3,2) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $D = (6-20) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $\delta = (0,09-0,74) \cdot 10^{-3} \text{ м}$, скоростях перекрытия питающего УВС канала $V = 0,02-0,04 \text{ мс}^{-1}$ и высоте подъема клапана $H = (27-67) \cdot 10^{-3} \text{ м}$ обеспечивает время срабатывания клапана массой $m = (2,2-30,25) \times 10^{-3} \text{ кг}$ $t = 0,0242-0,2326 \text{ с}$; для десятипозиционного УВС с $d_g = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $D = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}$, $\delta = 0,135 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ при $r_c = (0,3-0,8) \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $V = 0,02-0,04 \text{ мс}^{-1}$ изменение времени подъема при последовательном срабатывании клапанов массой $2,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ составляет $t = 0,0120 - 0,0158 \text{ с}$ (рис.5).

На основе анализа данных, полученных экспериментальным путем, была подтверждена достоверность расчетных результатов, полученных машинным анализом, результатов, что свидетельствует о их пригодности для практических расчетов.

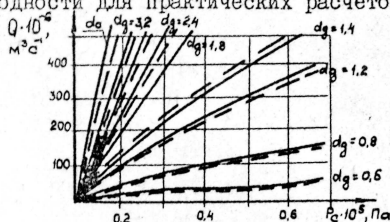


Рис. 2

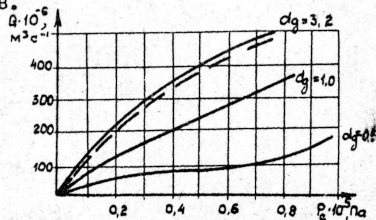


Рис. 3

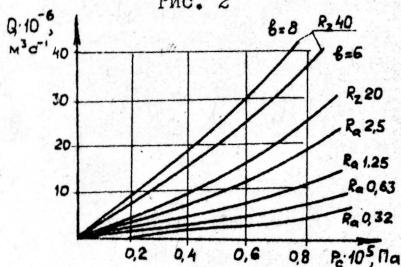


Рис. 4

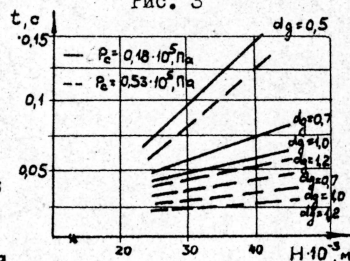
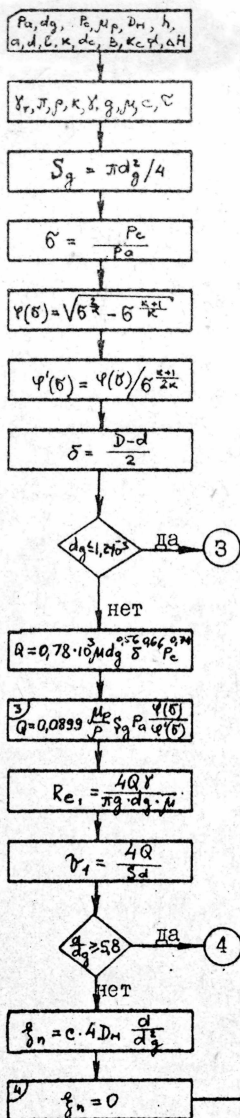
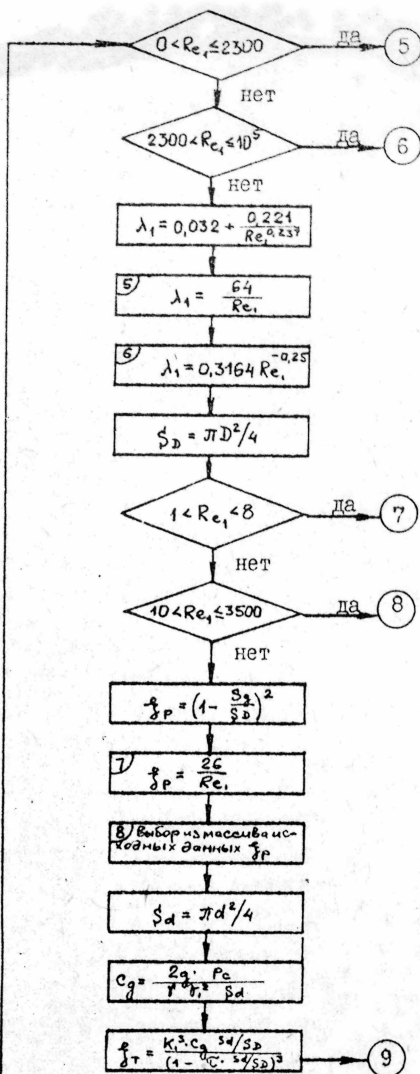
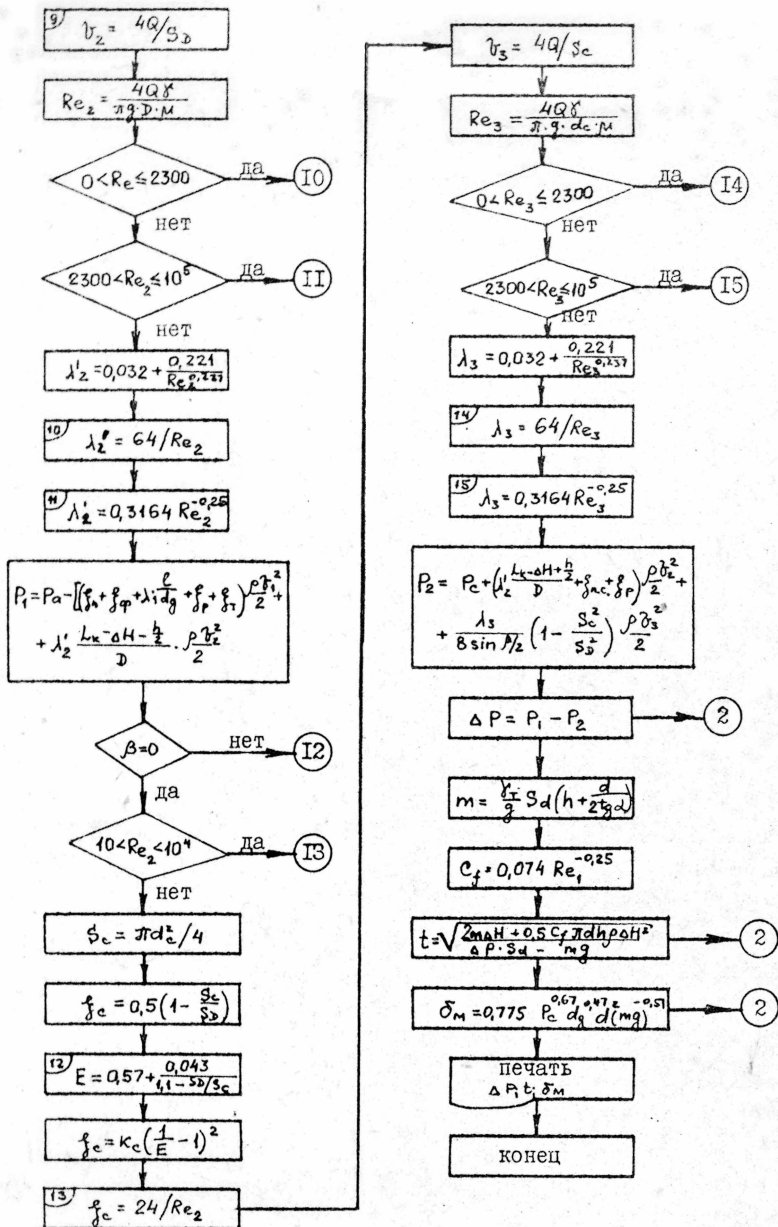


Рис. 5

Структурная схема алгоритма расчета времени срабатывания клапана УВС представлена на рис. 6. Программа реализована на языке FORTRAN на ЭММ СМ-4 МЕРА-0125 и обеспечивает считывание исходных данных, распечатку данных по форматам, производит расчет времени срабатывания клапана при заданных параметрах УВС.

В четвертой главе приведено для конкретных условий эксплу-





атации описание опытно-промышленных конструкций УВС, в основе проектирования которых лежит предложенная методика расчета, дан расчет годового экономического эффекта внедрения УВС в промышленное производство.

Для повышения производительности и надежности процессов автоматизированной сборки необходимо регулирование и стабилизация времени срабатывания клапана при колебаниях перепадов давлений атмосферы и в сети вакуумирования для различных диаметров каналов держателей, а также обеспечение надежности работы УВС в запыленной среде и уменьшение ударных нагрузок на его элементы.

Регулирование времени срабатывания клапана осуществляется путем изменения площадей сечений открытых частей сквозных отверстий в поворотных дисках УВС с изменяемым расходом воздуха, либо заменой диаметра держателя и изменением величины кольцевого зазора.

Для стабилизации времени срабатывания клапана при изменении диаметра канала держателя и перепада давления в сети вакуумирования создан УВС с блоком клапанов различных масс и возможностью регулирования их посредством размещенных в полостях УВС дополнительных грузов и возможностью изменения площади поперечного сечения кольцевых воздушных зазоров.

При работе УВС в запыленной среде создан УВС, обеспечивающий безотказность работы за счет наличия поворота потока воздуха внутри камеры на 180° и пылезадерживающей камеры, обеспечивающей очистку воздуха.

УВС с жестким соединением деталей, приводящих к смещению при возникающих от перемещения клапана ударных нагрузках, не может обеспечить высокую надежность захвата детали. В созданной конструкции безударного УВС этот недостаток исключается, т.к. свободное расположение крышки с упругим кольцом относительно корпуса устраняет влияние ударных нагрузок на элементы УВС, обеспечивая при этом герметизацию полости корпуса во время захвата детали. При использовании этой конструкции в групповом УВС и в случае захвата не всех деталей она обеспечивает гашение ударных воздействий срабатывающих клапанов благодаря тому, что масса незакрепленной крышки значительно превышает массу клапана.

Общий анализ результатов теоретических выводов и экспе-

риментальных исследований указывает на возможность и целесообразность использования УВС для повышения надежности и производительности автоматизированных процессов сборки.

Основные результаты и выводы. Выполненная работа позволила получить следующие результаты:

1. Выведены зависимости для определения расхода воздуха, протекающего через УВС, и максимальной величины кольцевого зазора, обеспечивающего его работоспособность.

2. На основании результатов экспериментальных исследований разработаны рекомендации по определению величины расхода воздуха при входе в канал держателя.

3. Экспериментально доказана неподвижность клапана при натекании воздуха из атмосферы в микронеровности стыка между торцем держателя и удерживаемой деталью с заданными величинами шероховатостей их поверхностей.

4. Выявлены основные факторы, определяющие время срабатывания клапана УВС, даны рекомендации по его рациональному выбору.

5. Разработана методика автоматизированного расчета времени срабатывания клапана при заданных параметрах УВС для обеспечения требуемого времени срабатывания.

6. На основании предложенной методики расчета времени срабатывания клапана разработаны рекомендации для внедрения новых конструкций УВС.

На основании выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Анализ литературных источников, посвященных схватам, показал, что в них рассмотрены ВС, у которых отсутствует управление подачей вакуума на рабочем отрезке цикла. Это влечет холостые потери вакуума и снижает грузоподъемность ВС.

2. Разработана принципиально новая схема ВС, в которой управление подачей вакуума на рабочем отрезке цикла осуществляется бесконтактным с деталью твердым телом (клапаном), подвижным вдоль камеры при наличии кольцевого воздушного зазора.

3. Проведенный анализ существующих методов расчета аэродинамических процессов протекания воздуха через различные сечения и профили каналов показал, что в них рассмотрены только стационарные процессы, а поэтому они не пригодны для расчетов режимов протекания воздуха для нестационарных процессов при

наличия рециркуляционных зон и подвижного адоль камеры с кольцевой воздушной прослойкой клапана.

4. Дан анализ движения цилиндрического клапана в камере УВС при наличии кольцевого воздушного зазора, выведена зависимость, позволяющая определить величину времени подъема клапана в камере УВС от перепада давления под и над клапаном, его массы и геометрических размеров УВС.

5. Определены зоны основных потерь давления протекающего через УВС воздуха, дан аналитический расчет потерь давления в каждой из этих зон, позволяющий определить перепад давления в камере под и над клапаном.

6. На основе экспериментальных данных получены зависимости для определения расхода воздуха, протекающего через УВС и максимальной величины кольцевого воздушного зазора, обеспечивающего его работоспособность, выявлены основные факторы, влияющие на время срабатывания УВС.

7. Экспериментально установлено, что подъем клапана массой $(2,2-30,25) \cdot 10^{-3}$ кг при натекании воздуха в микронеровности сопрягаемых поверхностей держателя и детали с шероховатостями $R_z 40-R_{a0,32}$ при диаметре канала держателя $d_g = (0,5-3,2) \cdot 10^{-3}$ м и кольцевых зазорах, определяемых наружными диаметрами $D = (6-20) \cdot 10^{-3}$ м и радиальными размерами $\delta = (0,09-0,74) \cdot 10^{-3}$ м не происходит; способ обработки поверхности детали практически не влияет на величину натекания воздуха в указанный стык и наименьшая величина расхода воздуха при этом достигается при отношении наружного диаметра держателя к диаметру его канала $\frac{D}{d_g} = 3,7-5,0$; положение базовой поверхности на расстоянии a от параллельного ей торца держателя с диаметром канала d_g при $\frac{a}{d_g} \geq 5,8$ не является сопротивлением протеканию воздуха.

8. Проведенные экспериментальные исследования подтвердили корректность аналитических зависимостей, определяющих время срабатывания клапана при заданных параметрах УВС. Сравнение результатов показало, что экспериментальные данные отличаются от аналитических на 2-12% в рабочей зоне перепадов давлений атмосферы и в сети вакуумирования $P_c = (0,3-0,8) \cdot 10^5$ Па.

9. На основе разработанной методики расчета времени срабатывания клапана для различных параметров УВС, реализованной на ЭВМ, созданы новые конструкции УВС, обеспечивающие регулирование и стабилизацию времени срабатывания клапана при изме-

нениях перепадов давления атмосферы и в сети вакуумирования на 20-40% для различных диаметров каналов держателей, а также надежную работу УВС в запыленной атмосфере и значительных ударных нагрузках. На конструкции УВС получены авторские свидетельства.

10. Результаты исследований апробированы и внедрены в производство на одном из машиностроительных заводов в конструкции трех полуавтоматов марки ЭМ-438м, осуществляющих посадку кристаллов светодиодов марки АЛ-307 на рамку, позволивших сократить время визуального контроля при захвате каждого кристалла на 15-20% и исключить посадку на рамку светодиода расколотых кристаллов, снизив брак готовых изделий на 5%. Годовой экономический эффект при этом составил 15,8 тыс.руб.

Использование УВС в качестве датчика, установленного на сборочных автоматах СО-460, ОБ-316м, ПР-440, Д-428, Д-429 Угличского часового завода им. 50-летия СССР, позволило получить годовой экономический эффект 12 тыс.руб.

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в следующих работах:

1. Батагова Е.Б. Управляемые вакуумные схваты // Сб. Прогрессивная технология приборостроения. - М.: ВЗММ, 1983. - С. 82 - 85.

2. Батагова Е.Б., Семенов Е.И., Шербаков А.С. Управляемые вакуумные захваты // Тез. докл. Всес. науч.-техн. конф. Механизация и автоматизация сборки изделий машиностроения для агропромышленного комплекса. - М.: НТО Машпром, 1983. - С. 47 - 48.

3. А.с. И105299 СССР, МКИ³ В 25В II/00. Вакуумный захват / Е.И. Семенов, А.С. Шербаков, Е.Б. Батагова (СССР). - Оpubл. 1984, Бюл. № 28.

4. А.с. И105297 СССР, МКИ³ В 25В II/00. Вакуумный схват / Е.И. Семенов, А.С. Шербаков, Е.Б. Батагов, В.И. Пахомов (СССР). - Оpubл. 1984, Бюл. № 28.

5. А.с. И033303 СССР, МКИ³ В 25В II/00. Вакуумный захват / Е.И. Семенов, А.С. Шербаков, Е.Б. Батагова (СССР). - Оpubл. 1983, Бюл. № 29.

6. А.с. И110620 СССР, МКИ³ В 25В II/00. Вакуумный схват / А.С. Шербаков, Е.Б. Батагова (СССР). - Оpubл. 1984, Бюл. № 32.

7. А.с. И046079 СССР, МКИ³ В 25В II/00. Вакуумный захват / Е.И. Семенов, А.С. Шербаков, Е.Б. Батагова, В.И. Пахомов (СССР). - Оpubл. 1984, Бюл. № 28.

Билич

