Министерство общего и профессионального образования Российской Федерации

Саратовский государственный технический университет

Кафедра Приборостроения

## Пояснительная записка к курсовой работе по курсу

“Теория, расчет и конструирование электромеханических приборов и устройств медицинской техники”

Модернизация стоматологической установки типа «Хирадант 691»

Выполнила:

Проверил:

Саратов 2003

**АННОТАЦИЯ**

Цель курсового проекта: изучение конструкции и принципа действия стоматологической установки «Хирадант-691», приобретение практических навыков по дисциплине “Теория, расчет и конструирование электромеханических приборов и устройств медицинской техники”, а также непосредственно модернизация стоматологического наконечника.

Область применения стоматологической установки: сфера стоматологических услуг для лечебных и ортопедических целей.

В данном курсовом проекте производится обзор патентной и технической литературы по данной теме, описывается конструкция и принцип действия стоматологической установки «Хирадант-691», выводятся уравнения движения турбинки наконечника, а также рассчитываются параметры ротора, осуществляется проверка прочности, приводится расчет компрессора и делаются соответствующие выводы в соответствии с поставленной целью.

**Содержание**

Введение

1 Теоретическая часть

1.1 Обзор патентной и технической литературы

1.2 Описание конструкции и принципа действия стоматологической установки

1.3 Вывод уравнения движения турбинки наконечника

2 Расчетно-конструкторская часть

2.1 Расчет ротора пневматического наконечника на прочность и долговечность

2.2 Расчет параметров ротора пневматического наконечника

2.3 Расчет компрессора

2.3.1 Расчет пневматической части компрессора

2.3.2 Расчет электропривода компрессора

# Введение

Стоматологическая установка предназначена для оказания высококвалифицированной специальной стоматологической помощи в стационарных условиях стоматологического кабинета, отделения, поликлиники. Установка смонтирована в одном агрегате, содержит комплекс аппаратов и приспособлений.

Основным лечебным мероприятием в клинике терапевтической стоматологии является препарирование твердых тканей зубов при помощи вращающихся боров, приводимых в движение ножной, электрической или пневматической бормашинами.

Конструирование современных бормашин идет по пути увеличения скорости вращения боров, уменьшения размеров и повышения надежности бормашины в работе.

Бормашина пневматическая со встроенным компрессором предназначена для препарирования твердых тканей зуба. Обладая очень высокой скоростью вращения, турбинная (пневматическая) бормашина позволяет быстрее препарировать ткани зуба, чем электрическая. Кроме того, при препарировании со скоростью вращения бора 100000-300000 об/мин резко уменьшаются болевые ощущения, что является результатом устранения давления бора на ткани зуба, почти исключается появление боли от вибрации, снижается теоретическое раздражение пульпы и сокращается время проведения всей процедуры.

Стоматологические наконечники служат для закрепления режущих инструментов (боры, диски и др.) и передачи им вращения от бормашины. Выпускаются двух видов – угловые и прямые.

Наконечники угловые используются разной конструкции: с фиксированной и поворотной головкой, позволяющей во время работы придать этому инструменту удобное положение. Головка скрепляется с корпусом наконечника при помощи зубчатых соединений, гайкой или закрепляется нажимным рычагом с кнопкой. Бор в угловой головке закрепляется поворотной пружиной или защелкой, передвигающейся вдоль наконечника.

# 1. Теоретическая часть

# 1.1 Обзор патентной и технической литературы

Патентный поиск производился по теме «Стоматология, гигиена рта и уход за зубами».

Цель поиска – определение уровня современных разработок по интересующей теме. Поиск производился по фонду СГТУ и Internet.

Произведя анализ отобранной патентной информации, можно сделать вывод, что изобретательская мысль направлена ан улучшение приборов для стоматологии и уход за зубами в следующих направлениях:

1. повышение КПД и улучшение условий работы;
2. повышение долговечности наконечника;
3. уменьшение дисбаланса элементов вращения и снижение трудоемкости при изготовлении наконечника с кнопочным фиксатором;
4. повышение надежности изделия на подшипниках качения с сепараторами в форме короны;
5. создание наконечника с поворотной головкой, позволяющей проводить работы внутри зуба.

К первому направлению относится а.с. № 1142928С. С целью повышения КПД и улучшения условий работы цилиндрический ротор снабжен щелевидными криволинейными полостями, которые вогнутыми поверхностями направлены в сторону вращения ротора и соединены с межлопаточными каналами. Наконечник отличается тем, что цилиндрический ротор установлен симметрично относительно оси головки наконечника.

Ко второму направлению относятся а.с. № 1208323, А1, АС1108, 1/12, Россия. С целью повышения долговечности наконечника в него введен вентилятор для направления потока воздуха из внутреннего объема корпуса, установленный в нем в непосредственной близости от опоры. При этом в корпусе выполнен зазор относительно вала инструмента для обеспечения выхода воздуха из внутреннего объема корпуса.

К третьему направлению относятся а.с. № 2056807 АС1, 6А61, С1/12, Россия. Цель достигается тем, что зажимной патрон выполнен в виде полого валика, внутри которого установлена цилиндрическая втулка с центральным отверстием под инструмент, имеющая со стороны крышки с кнопкой продольные пазы, а также внутреннюю опорную плоскость, кольцевую расточку и зажимной участок, причем диаметр расточки больше диаметра зажимного участка, а кнопка имеет центральный стержень с конусным окончанием, обращенным острием к выходному отверстию втулки. Согласно второму варианту изобретения цилиндрическая втулка имеет выходное конусное отверстие, переходящее в зажимной участок, диаметр которого меньше диаметра отверстия под инструмент.

К четвертому направлению относится а.с. № 203626 С1, 6А61, С1Л2, Россия. Цель достигается тем, что на валике непосредственно у торца каждого подшипника с противоположной короне стороны сепаратора, установлена отражательная шайба, наружный диаметр которой больше диаметра отверстия сепаратора.

К четвертому направлению относится а.с. № 2030903 С1, 6А61, С1/12, Россия. Цель достигается тем, что головка установлена с возможностью поворота посредством угла поворота, выполненного в виде подвижной гильзы, установленной в корпусе наконечника с возможностью контакта с одной стороны с червячной передачей.

# 1.2 Описание конструкции и принципа действия

# стоматологической установки

Стоматологическая установка «Хирадант-691» состоит из двух отдельных рабочих мест: рабочего врача-стоматолога, которое представляет собой блок бормашины, и рабочего места медсестры-ассистента – гидроблок, крепящийся к полу; к боковой стенке гидроблока крепится стойка, удерживающая стоматологический светильник и инструментальный трей-столик.

В состав блока бормашины входят приборы, необходимые для оказания стоматологической помощи, т.е. турбинный наконечник, два электрических микродвигателя, комбинированный стоматологический пистолет для подачи воды и воздуха, прибор для удаления зубного камня и устройство для отвердения стоматологических материалов для пломбирования.

Вода для охлаждения боров подается автоматически из водопроводной сети, после нажатия соотприбора для удаления зубного камня подается автоматически после нажатия ногой на пусковую педаль.

С блока бормашины врач может включать устройство набора воды в стакан для полоскания полости рта пациента и слюноотсос.

Работой микродвигателей, турбинного наконечника и прибора для удаления зубного камня врач управляет с помощью пусковой педали. Частота вращения микродвигателей и частоту вибраций прибора для удаления зубного камня врач регулирует посредством ручки потенциометров. Изменение направления вращения микродвигателей задается с помощью клавиши реверсирования. Продолжительность работы устройства для отвердения материалов для пломбирования устанавливается с помощью соответствующей клавиши.

Вода для охлаждения боров, подаваемая в комбинированной пистолет, подогревается. Расход воды для охлаждения боров регулируется посредством поворачивания ручек, регулирующих вентиль.

Гидроблок охватывает плевательницу с обмываемой чашей, отсасывателем слюны и узлом набора воды в стакан для полоскания полости рта. Внутри корпуса гидроблока размещен компрессор с резервуаром сжатого воздуха для привода турбинного наконечника микродвигателей. Из боковой стенки гидроблока выведен шланг слюноотсоса с наконечником; на этой же стенке размещены выключатели, с помощью которых медсестра включает устройство обмыва чаши плевательницы, устройство набора воды в стакан и слюноотсос. К другой боковой стенке гидроблока крепится стойка, удерживающая консоль со светильником и консоль с инструментным столиком. Светильник включается с помощью выключателя, расположенного на нижней части его головки. Уровень освещенности плавно регулируется, посредством ручки спереди головки светильника.

На инструментный столик медсестра кладет инструменты, необходимые для оказания стоматологической помощи данному пациенту. Столик можно закрепить в необходимом положении с помощью фиксатора.



Рис.1 Габаритный чертеж



Рис.2 Стоматологическая установка

Блок бормашины (рис.2) состоит из коробчатой конструкции 1, установленной на тележке 2, передвигаемой на поворотных роликах 3. В блоке размещаются системы электропитания, распределения сжатого воздуха и воды, в т.ч. и комплексатор давления воды для охлаждения боров микродвигателей, турбинного наконечника и комбинированного пистолета. Доступ ко всем указанным системам открывается после снятия передней и задней панели 4,5.

На передней стенке блока бормашины находится панель управления 6, на которую выведены органы управления (слева направо): клавиши выключателей реверсирования хода микродвигателей 8, охлаждения микродвигателя I 10, охлаждения микродвигателя II 11, включения слюноотсоса 12, включения устройства набора воды в стакан 13.

Под клавишами размещены ручки регулирования (слева направо): расхода охлаждающей воды для микротурбинки 14, расхода охлаждающей воды микродвигателя I 15 и для микродвигателя II 16, частота вращения микродвигателей 17, частоты вибрации прибора для удаления зубного камня 18.

В левой части панели управления находится зеленая лампочка, сигнализирующая включение стоматологической установки в сеть 7, под клавишей реверсирования – красная лампочка 9, загорающаяся при реверсивном вращении микродвигателя.

Под панелью управления расположен держатель 24 с гнездами для крепления приборов (слева направо): комбинированного пистолета 25, турбинного наконечника 26, микродвигателя I 27, микродвигателя II 28, прибора для удаления зубного камня 29. Держатель снабжен на обоих концах рукоятками.

На правой боковой стенке блока бормашины располагается панель устройства для отвердения материалов для пломбирования 19. На панели размещен держатель со вставленным в нем пистолетом 20 и клавиши для задания продолжительности включения лампочки накаливания 21, 22, 23.

Гидроблок состоит из корпуса гидроблока 2, смонтированном на основании 1, через которое гидроблок подсоединяется к водопроводной, канализационной и электрической сетям. В гидроблоке размещены системы электропитания, распределения воды и воздуха, а также сточный трубопровод с сифоном.

В гидроблоке расположен также воздушный компрессор. На верхней панели установлены чаша плевательницы с обмывом 5, 6 и устройство для набора воды в стакан для полоскания рта 7. На боковой стенке находятся клавиши выключателей узла набора воды в стакан 8, слюноотсоса 9 и устройства обмыва чаши плевательницы 10. На той же боковой стенке размещено гнездо для крепления шланга слюноотсоса с наконечником 11. На противоположной стенке установлен главный выключатель 12 стоматологической установки. На той же стенке размещены розетка электропитания стоматологического кресла 13, вентиль подачи воды к стоматологической установке 14 и вентиль спуска конденсата из компрессора 15. Из боковой стенки гидроблока выведен шнур пусковой педали.

Стойка светильника и инструментального столика (рис.4) крепится с помощью винтов к левой боковой стенке гидроблока. В верхней части стойки 1 установлен откидной кронштейн 2, к которому крепится пантографический рычаг 3, удерживающий головку светильника 5, с галогенной лампой. Самотормозящий шарнир в задней части корпуса светильника дает возможность устанавливать головку светильника в нужное положение. Внизу размещена ручка для регулирования освещенности. В середине стойки установлен откидной кронштейн 6, к которому крепится с помощью шарнира пантографический рычаг 7, удерживающий инструментальный трей-столик 9.



Рис.3 Пневмогидравлическая схема

По пневматической схеме (рис.3) можно проследить принцип действия бормашины. Электродвигатель 1 приводит в действие компрессор 2. Сжатый воздух от компрессора проходит через масловодосборник 3, регулятор подачи воздуха 8 и фильтр 11. Из фильтра воздух расходится по двум каналам: по первому каналу на турбинку наконечника 14 через масленку 12 и нагреватель 13, по второму каналу в стакан для воды 4, через смеситель 7 и нагреватель воды 9 на инструмент и обрабатываемый зуб.

Для уменьшения болезненных ощущений, вызванных чувствительностью пульпы к холодной воде, для охлаждения зуба подается вода или распыленная вода, подогретая до температуры 30-40 0С. Подогрев происходит в нагревателе 9.

Регулятор подачи воздуха служит для регулирования рабочего давления, поступающего в систему. Избыток воздуха выпускается в атмосферу.

Основание бормашины представляет собой сварную конструкцию с установленными на ней двумя самоориентирующимися роликами и разъемом для подключения педали.

Фильтр 11 предназначен для осушения воздуха и очистки его от механических примесей.

Масленка 12 служит для создания масленого тумана. Воздух, проходя через масленку, подхватывает частицы масла и доносит их до турбины наконечника. Масло связывает подшипники турбинки. Масленка представляет собой корпус, к которому крепятся стакан и колпачок. В стакан 12 заливается оливковое масло или масло МП-704. Воздух проходит через эжектор, увлекает масло, которое проходит через капельницу (изогнутую трубку, расположенную внутри колпачка), и проходя через распылитель, распыляет масло в виде тумана.

Количество падающих капель масла видно через прозрачный колпачок 12 и регулируется от 10 до 30 капель в минуту поворачиванием винта, который расположен в углублении сверху корпуса масленки. Вращение регулятора по часовой стрелке увеличивает количество масла. Регулировка масленки должна производиться при давлении 3 атм, которое устанавливается по монометру бормашины, с присоединенным наконечником.

Стакан для воды служит для получения распыленной воды. Из стакана 4, благодаря давлению воздуха, вода проходит через регулятор количества вод и попадает в смеситель. В смеситель подается воздух, количество которого регулируется регулятором. Из смесителя распыленная вода попадает в нагреватель. Смеситель и оба регулятора расположены в корпусе, к которому через прокладку прижимается стакан с водой. Прижим осуществляется маховиком 14, в донышко стакана рукоятки регулятора количества воды, подаваемое на охлаждение, расположен на лицевой панели бормашины.

Количество воздуха, подаваемого на охлаждение, регулируется поворотом ос со шлицем 15; ось расположена в корпусе стакана со стороны задней дверцы бормашины.

Медицинская практика показала, что наиболее слабым звеном в стоматологическом наконечнике бормашины является место соединения бора с фракционным соединением шайбы. Поэтому суть модернизации сводится к введению дополнительных колец, которые обеспечивают увеличение площади соприкосновения рабочей поверхности бора с вращающейся частью механического наконечника. Характерной особенностью модернизации является изготовление соприкасающегося с бором колец, которые выполнены в виде разрывных шайб, при этом по мере сжатия колец увеличивается сила трения и соприкосновение этих колец с бором. Чистота технологической силы сжатия этих колец регулируется с шайбами поз 9, которые сдавливаются или убавляются по мере износа колец поз. 7.

# 1.3 Вывод уравнения движения турбинки наконечника

Дифференциальное уравнение собственного вращения турбинки наконечника имеет вид:

,



где - полярный момент инерции турбинки;



- вращающий момент;



-момент сил сопротивления.



Момент сил сопротивления определяется по формуле:

,



где - момент сопротивления;



- момент трения.



Момент сопротивления определяется по формуле:

,



где - коэффициент постоянный для данной турбинки, зависящий от его геометрической формы и тщательности обработки поверхности;



- плотность среды;



- скорость вращения турбинки.



Момент трения определяется по формуле:

,



где - осевая нагрузка на подшипник;



- радиальная нагрузка на подшипник;



- коэффициент трения скольжения;



- диаметр окружности центров шариков;



диаметр шариков;



- момент трения ненагруженного шарикоподшипника, определяемый по эмпирической зависимости Нмм.



Вращающий момент определяется по формуле:



где - площадь поперечного сечения;



- скорость истечения струи;



- окружная скорость лунок ротора;



- растояние от оси вращения до средней точки поверхности лунок.



С учетом выше приведенных соотношений получим окончательное уравнение собственного вращения турбинки.



# 2. Расчетно-конструкторская часть

# 2.1 Расчет ротора пневматического наконечника на прочность и

# долговечность

Во вращательном движении ротора с угловой скоростью участвуют маховик ротора, беличьи колеса и другие конструктивные элементы наконечника.



Основными элементами ротора, которые испытывают наибольшее напряжения при вращении ротора с большой угловой скоростью, являются собственно ротор и беличье колесо.

Соединение маховика ротора с беличьим колесом обычно осуществляется по прессовой посадке: беличье колесо и маховик изготовляются отдельно по заданным допускам, затем ротор нагревается до определенной температуры и надевается на беличье колесо; после охлаждения ротора должно быть обеспечено соединение маховика с беличьим колесом по прессовой посадке, при этом маховик в нерабочем состоянии испытывает равномерное давление со стороны беличьего колеса.

При вращении ротора наконечник с большой угловой скоростью, маховик ротора находится в сложном напряженном состоянии; на внутреннюю полость маховика действует равномерное давление со стороны беличьего (рисунок). Вследствие собственного вращения элементарный объем, выделенный в теле маховика, будет подвергаться растяжению в направлении перпендикулярном к оси собственного вращения.

Масса элементарного объема, выделенного в теле беличьего колеса определяется по формуле:



где - условная величина средней плотности беличьего колеса;



- расстояние центра тяжести элементарного объема от оси вращения ротора;



- ширина беличьего колеса.



На рис. 6 изображена схема к определению силы, действующей на ротор.



Рис.6 Схема к определению силы, действующей на ротор

Центральная сила инерции, действующая на элементарную массу, определяется по формуле:



Следовательно, центробежная сила инерции, действующая на все беличье колесо, определяется выражением:



Давление Р на маховик, обусловленное силами инерции, действующим на беличье колесо, равно:

,



где - площадь соприкосновения беличьего колеса и маховика ротора.



Следовательно



Наибольшие напряжения испытывает участок маховика, ограниченный плоскостями аа и бб (рис.6), т.к. на этом участке на элементарный объем, выделенный в теле маховика, действуют силы давления со стороны беличьего колеса и инерционные центробежные силы, обусловленные вращением ротора с угловой скоростью .



Центральная сила, действующая на элементарный объем ротора, равна:



Участок маховика, ограниченный плоскостями аа и бб, находится в состоянии равновесия под действием трех сил: силы давления со стороны беличьего колеса, центробежной силы инерции и двух растягивающих сил.

Сила давления со стороны беличьего колеса равна:

,



где .



Уравнение равновесия части ротора в проекции на ось OY имеет вид:



Разрывающее усилие определяется по формуле:



где - удельная плотность материала собственно ротора.



Разрывающее усилие для ротора равно:



для D16T.



Разрывающее усилие для валика равно:



для 20Х13..



Если технологический процесс посадки маховика ротора на беличье колесо будет нарушен, давление на маховик со стороны беличьего колеса может достигнуть значительных величин, возникающее при этом напряжение может допускаемое превысить и произойдет разрыв ротора. Поэтому при разработке технологического процесса соединения маховика ротора с беличьим колесом необходимо учитывать, что в рабочем состоянии напряжение в теле маховика ротора будет обуславливаться двумя факторами: равномерным давлением со стороны беличьего колеса и центробежными силами, появляющимися при вращении ротора угловой скоростью .



Для того, чтобы оценить ротор на долговечность проведем расчет долговечности шарикоподшипника № 2076084, т.к. они часто выходят из строя.

Долговечность шарикоподшипников на усталостное разрушение определяем по формуле



где - долговечность, г;



n – частота вращения ротора, об/мин;

С – динамическая грузоподъемность, Н;

Р – эквивалентная динамическая нагрузка, Н;

t=3 – показатель усталости для шарикоподшипника.

Запишем динамическую грузоподъемность по справочным данным, равную (220 Н) для шарикоподшипника № 2076084.

Эквивалентная динамическая нагрузка определяется по формуле:

,(\*)



где - радиальная нагрузка, Н;



- осевая нагрузка, Н;



V – коэффициент вращения кольца при внутреннем вращении кольца, V=(0, 1);

Y – коэффициент осевой динамической нагрузки;

- коэффициент безопасности;



- температурный коэффициент, =1.25 для спокойной нагрузки без толчков, при температуре 1250С.



Радиальная нагрузка определяется из величин движущего момента из формулы:



Осевая нагрузка по экспериментальным данным стоматологической лаборатории равна 3Н.

Тогда



и значения коэффициентов принимают

Х=0.5; Y=0.37.

Величина эквивалентной динамической нагрузки по формуле (\*) равна:



Долговечность шарикоподшипников № 2076084:



При вычислительном износе долговечность шарикоподшипников определяется по формуле:



где - константа напряжения, МПа;



n – частота вращения, об/мин;

i – размерный износ, мкм.

В нашем случае при допустимом износе 0.2 мкм, n=300000 об/мин и =1290 МПа долговечность равна 300 Н.



# 2.2 Расчет параметров ротора пневматического наконечника

В пневматических наконечниках ротор приводится в движение воздухом или нейтральным газом, подаваемым под давлением на его лопасти; угловая скорость собственного вращения такого ротора через крутящий момент связана с давлением воздушной струи пропорциональной зависимостью.

Дифференциальное уравнение собственного вращения ротора имеет вид:

,



где - полярный момент инерции турбинки;



- вращающий момент;



-момент сил сопротивления.



Вращающий момент зависит от скорости истечения воздуха из сопла и расхода воздуха.

Перепад давлений, имеющий место в современных пневматических приборах, лежит в пределах 1.6-3 кг/см2.

Определяем момент инерции ротора по формуле

,



где - момент инерции;



m1, m2 – массы тела вращения;

R, r –расстояние центра тяжести плоской фигуры до оси вращения.

Определяется масса простейших тел вращения путем умножения объема соответствующего тела с плотностью материала:



где - плотность материала, г/см3;



V- объем тела

,



где D – диаметр тела вращения;

h – ширина тела вращения.



Кинематический момент определяется по формуле:



где - угловая скорость вращения;



J – момент инерции.



Скорость истечения струи для таких перепадов может быть определена по формуле Горичелли:

,



где - перепад давлений, 100 мм рт ст;



- плотность единицы объема воздуха.



Расход воздуха определяется по формуле:



где v - скорость истечения струи, м/сек;

S - площадь поперечного сечения сопла, м2.

Расход воздуха можно измерить в л/мин по формуле:



Для обеспечения равномерности вращения пневматического наконечника лунки на поверхности ротора делают полукруглыми, при этом используется плавное изменение направления вектора скорости струи воздуха.

Сила давления струи на лунку может быть определена по теореме импульса:



где - масса воздуха, истекающего из сопла за одну секунду;



- изменение скорости.



Но ,



где - окружная скорость лунок.



Вращающий момент может быть определен по формуле:



Для уточнения величины вращающего момента вводят опытный коэффициент удара струи b, в этом случае:



Для роторов, у которых происходит плавное изменение направление вектора скорости струи воздуха, коэффициент b=2.

**Определение момента сопротивления вращения ротора**

Момент сопротивления вращения пневматического ротора складывается из аэродинамического момента сопротивления и момента сил трения в главных опорах .



Аэродинамическое сопротивление возникает вследствие трения поверхности наконечника о окружающую его среду.

Сила аэродинамического сопротивления, создаваемое элементарной площадкой поверхности ротора, определяется по формуле:



где - коэффициент аэродинамического сопротивления единичной площадки поверхности ротора;



- плотность среды;



v – линейная скорость точек площадки относительно среды;

dS – площадь элементарной площадки.

Момент сопротивления , создаваемый силой , равен:



,



где r – расстояние от центра тяжести площадки dS до оси вращения.

Из рис.7 получим:

.



На рис.7 представлена схема к определению момента аэродинамического сопротивления



Рис.7 Схема к определению момента аэродинамического сопротивления



Обозначим:

,



тогда ,



где А – коэффициент постоянный для данного ротора и зависящий от его геометрической формы и тщательности обработки поверхности.

Коэффициент , зависящий от скорости вращения, размеры ротора и чистоты обработки его поверхности, может быть в первом приближении вычислен по формуле:



для ламинарного режима:

;



для турбулентного режима:

;



где



v – кинетический коэффициент вязкости среды.

Динамическая вязкость воздуха:

.



Плотность воздуха:

.



Кинематическая вязкость воздуха:

.



.



для ламинарного режима:

;



для турбулентного режима:

;



Критическое число , при котором происходит переход к ламинарному или турбулентному режимам составляет 485000.



Определение сечения сопла лунок устанавливает момент сил сопротивления, т.е. выполняется равенство:

.



Тогда

(\*\*)



где S – поперечное сечение сопла.

Подставив значение , получим зависимости скорости вращения ротора от разности давлений и плотности среды из уравнения (\*\*), пренебрегая малой величиной, после преобразований получаем:



.



Наименьшая разность давлений, необходимая для приведения ротора во вращение, определяется из условия преодоления момента трения в опорах. В этом случае ; из уравнения (\*\*):



,



но



Следовательно:

,



отсюда



Из формулы (\*\*), зная величины А, b, MT, v и выбирая и р, можно определить необходимое сечение S сопла по формуле:



,



где



МТ – момент трения, Нм,

b=1.

Момент трения определяем по формуле:



где - осевая нагрузка на подшипник, Н



- радиальная нагрузка на подшипник, Н;



- коэффициент трения скольжения, м (принять =);



- диаметр окружности центров шариков, мм;



диаметр шариков, мм;



- момент трения ненагруженного шарикоподшипника, определяемый по эмпирической зависимости



Нмм.



Нмм.



Необходимое суммарное сечение сопел, подводящих воздух к ротору будет равно:



Подвод воздуха к ротору производится с помощью двух сопел, при этом сечение одного сопла будет равно:

.



Диаметр сопла определяется по формуле:

.



Минимально необходимое количество лунок рассчитываем по формуле (для )



лунок,



где - угол поворота ротора (в градусах).



# 2.3 Расчет компрессора

В качестве конструктивной схемы компрессора выбираем компрессор КП-2.

Расчет компрессора можно разделить на две части:

1. расчет пневматической части;
2. расчет электропривода.

# 2.3.1 Расчет пневматической части компрессора

Данный раздел начинается с расчета расхода воздуха в компрессоре:



где Q – расход воздуха (50000 см3/мин);

S – площадь ротора (12,1 см2);

V – скорость лопатки;

Z – число лопаток (6).

При этом расчете площади ротора производится по следующей формуле:

### S=l h

где l – длина лопатки (240 см);

h – средняя величина выхода лопатки (0.5 см)

Далее рассчитывается скорость вращения лопатки по формуле:



где - скорость ротора (275 об/мин);



- радиус ротора (2.5 см);



С учетом этого получаем:



где - скорость вращения ротора двигателя.



Таким образом, используется выражение



Получим соотношения для вычисления необходимой скорости вращения ротора двигателя:



# 2.3.2 Расчет электропривода компрессора

В качестве электропривода компрессора принят асинхронный двигатель, со следующими исходными данными для расчета:

÷



Асинхронный, закрытый, малошумный, 2-х полюсный.

Корпус и подшипниковые щиты изготавливаются из алюминиевого сплава для работы в тяжелых условиях (вибрации – до 5g, ускорение при ударах – до 10g).

1. количество пар полюсов

,



где f – частота питающей сети;

- синхронная частота вращения.



2. Главные размеры

1) DH1=105 мм – наружный диаметр сердечника статора (для высоты вращения h=63 мм).

2) D1=0.61DH1-4=60 мм – внутренний диаметр сердечника статора (2р=1, h=63 мм).

3) - расчетная длина сердечника статора.



Здесь - расчетная мощность.



- отдаваемая механическая мощность;



- коэффициент мощности при номинальной нагрузке.



- предварительная линейная нагрузка обмотки статора;



- максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре;



- коэффициент обмотки статора основной гармонической кривой ЭДС.



3. Сердечник статора

,



где - количество пазов;



4. 3. Сердечник ротора

DH2=D1-2δ,

где DH2– наружный диаметр сердечника ротора;

δ=0.35 мм – воздушный зазор между статором и ротором.

DH2=59.3 мм

D20.19DH1,



где D2– внутренний диаметр листов ротора (для h=63 мм);

D20.19DH1=20 мм,



Z2=19,

где Z2– количество пазов сердечника ротора на полюс и фазу (Z1=24, 2р=1).

5. Обмотка статора

,



где - коэффициент распределения при шести зонной обмотке статора.



=4



,



,



где - коэффициент укорочения;



1 – укорочения шага при однослойной обмотке (1).



=1



,



где - обмоточный коэффициент.



где - предварительное значение магнитного потока.



,



где - предварительное количество витков в обмотке фазы.



,



где - предварительное количество эффективных проводников в пазу;



- количество параллельных ветвей обмотки статора (1).



Выбираем =140 и уточняем предварительно установленные параметры



где - предварительное значение номинального тока



,



где - уточненная линейная нагрузка статора.



где - зубчатое деление по внутреннему диаметру статора.



Обмотка статора с трапецеидальными полукрытыми пазами.

,



где - ширина зубца;



=0.97 - коэффициент изоляции листов статора при оксидировании;



=1.85 – среднее значение индукции в зубцах статора при h=63 мм; 2р=1, Тл



где - высота спинки статора;



=1.65 – магнитная индукция в спинке статора, Тл



,



где - высота паза.



где - большая ширина паза.



,



где - меньшая ширина паза;



=0.5 – высота шлица, мм;



- ширина шлица, мм.



Проверим правильность определения b1 и b2, исходя из требования



где - площадь поперечного сечения паза в штампе.



где - площадь поперечного сечения пазов свету;



- припуски на сборку сердечника статора соответственно по ширине и высоте, мм.



,



где - площадь поперечного сечения корпусной изоляции;



=0.2 – среднее значение односторонней толщины корпусной изоляции



где - площадь поперечного сечения прокладок между верхней и нижней катушкой в пазу, на дне и под клином.



где - площадь поперечного сечения паза, занимаемого обмоткой.



,



где - диаметр элементарного изолированного провода;



С – количество элементарных (1) проводов в эффективном



Для класса нагреваемости F выбираем провод марки ПЭТ-155 и коэффициент заполнения ручной укладкой .



По справочнику находим ближайший диаметр изолированного провода - =0.675 мм; площадь поперечного сечения неизолированного провода – S=0.3020 мм2; диаметр неизолированного провода d=0.62 мм.



,



где - уточненный коэффициент заполнения паза.



где - уточненная ширина шлица.



Т.к. , то принимаем



где - плотность тока в обмотке статора.



6. Размеры элементов обмотки

,



где - среднее зубчатое деление статора.



где - средняя ширина катушки обмотки статора.



,



где - средняя длина одной лобовой части катушки.



,



где - средняя длина витка.



,



где длина вылета лобовой части обмотки.



7. Обмотка короткозамкнутого ротора

Обмотка ротора с овальными полузакрытыми пазами.

=1.6 - среднее значение индукции в зубцах ротора при h=63 мм, 2р=1, Тл.



- высота паза (DH2=105 мм)



,



где - расчетная высота стенки ротора.



,



где - магнитная индукция в спинке ротора.



,



где - зубцовое деление по наружному диаметру ротора.



,



где - ширина зубца.



,



где - меньший радиус паза.



,



где - больший радиус паза, где полузакрытый паз .



где - расстояние между центрами радиусов.



Проверим правильность определения и , исходя из условия .



где - площадь поперечного сечения стержня, равная площади поперечного сечения паза в штампе.



8. Короткозамыкающее кольцо обмотки ротора



где - поперечное сечение кольца литой клетки.



где - высота кольца литой клетки.



где - длина кольца литой клетки



где - средний диаметр кольца литой клетки.



Вылет лобовой части обмотки:



где =50 - длина лобовой части стержня, мм;



=0.8 - коэффициент, учитывающий изгиб стержня, мм.



**Заключение**

Производство модернизированного наконечника, обладающего повышенным уровнем качества целесообразно применять по следующим причинам:

* наличие соответствующей производственной базы, т.е. производителей медицинских приборов и техники, обладающих соответствующими технологическими возможностями и квалифицированными вкладами;
* относительная простота изготовления, что делает ненужными дополнительные затраты и вместе с тем дает полезный эффект;
* наличие достаточного числа лечебных стоматологических учреждений, тенденция к увеличению их числа;
* Более высокая стоимость импортных изделий за счет уплаты таможенных платежей и расходов по доставке.