

и спеканием позволяют поучать керамические изделия из металлов и неметаллов. В частности модными и широко распространенными стали керамические кольца из оксидов металлов, особенно белого и черного цветов.

К электрофизическим методам, применяемым в ювелирном деле, следует отнести лазерную, ультразвуковую и электроэрозионную обработку. Лазерная обработка стала использоваться для гравирования, маркировки, вырезания и окрашивания металлов.

Химические и электрохимические методы, основанные на результатах научных исследований последних десятилетий, позволяют получать защитные и декоративные покрытия на поверхности различных металлов, формировать заданную фактуру.

Традиционной в ювелирном деле считается технология нанесения декоративных покрытий на металлические поверхности изделий: эмалирование и чернение. Вместе с тем новые исследования в этой области позволяют расширить возможности этих технологий и добиться более высоких качественных показателей декоративного оформления.

Новым техническим достижением XXI века является нанотехнология в ювелирном производстве. Нанопокртия позволяют получать тончайшие износостойкие, защитные и цветные покрытия на драгоценных и недрагоценных металлах.

Пиротехническая обработка – один из интересных видов художественной обработки, известная в ювелирном деле с XIX века, нашла свое новое воплощение благодаря проведенным в последнее время новаторским поискам ювелиров и дизайнеров для создания неповторимых эффектов на поверхности металлов. Использование методов термического воздействия позволяет получить декоративные эффекты гофрированной и

складчатой поверхности на поверхности металлов, произвести их термическое окрашивание.

Современные способы ювелирного литья широко известны, благодаря возможности изготовления и многократного воспроизведения высокоточных копий моделей, разработанных с использованием компьютерных IT-технологий.

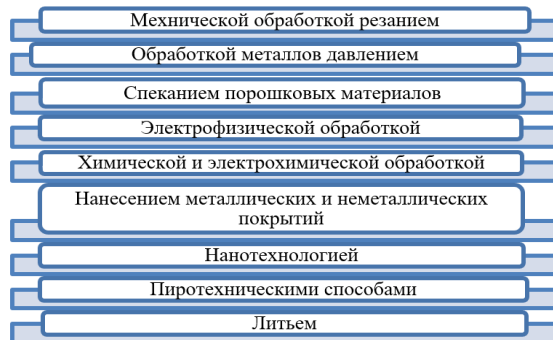


Рисунок 3 – Классификация ювелирных изделий по виду технологического процесса

Таким образом, представленная классификация методов декоративной обработки ювелирных изделий позволяет объединить в общую классификационную систему различные традиционные и современные технологии, сгруппировать их по характерным признакам и отразить их общие закономерности процессов этих технологий.

Литература

1. Марченко, В. И. Ювелирное дело / Марченко В. И. – М.: Высшая школа. – 1984, 192 с.
2. Новиков, В. П. Книга начинающего ювелира / В. П. Новиков. – СПб.: Политехника, 2001. – 416 с.
3. Бреполь, Э. Теория и практика ювелирного дела / Э. Бреполь. – СПб.: Соло, 2000. – 528 с.
4. Сидельников, С. Б. Производство ювелирных изделий из драгоценных металлов и их сплавов / С. Б. Сидельников [и др.]. 2-е изд. М. – Инфра-М, 2019. – 374с.

УДК 616.12-008.46:616-77

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИСКУССТВЕННОГО СЕРДЦА И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ

Монич С.Г., Храмова А.С., Бондаренко В.А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье исследованы варианты строения полностью искусственного сердца и их функциональные возможности для решения проблем людей с ишемической болезнью, отказом левого и обоих желудочков.

Ключевые слова: искусственное сердце, конструирование.

FEATURES OF ARTIFICIAL HEART DESIGNS AND ITS CAPABILITIES

Monich S., Khramkova A., Bondarenko V.

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The article explores the options for the structure of a completely artificial heart and their functionality for solving the problems of people with coronary disease, failure of the left and both ventricles.

Keywords: artificial heart, construction.

Адресс для переписки: Монич С.Г., пр. Независимости, 65, Минск 220013, Республика Беларусь
e-mail: sgmonich@bntu.by

Целью данной работы является исследование вариантов строения полностью искусственного сердца и следующих из него функциональных возможностей для решения проблем людей с ишемической болезнью, отказом левого и обоих желудочков.

Сердечная недостаточность ежегодно поражает более 23 миллионов человек во всем мире, и части пациентов в конечном итоге требуется пересадка сердца. Однако каждый год доступно только 6000 донорских сердец.

Для тех, кто находится в списке ожидания на пересадку, существуют альтернативные решения, такие как установка вспомогательного устройства для левого желудочка или искусственного сердца.

Искусственное сердце – это устройство, заменяющее оба желудочка и все четыре сердечных клапана и функционирующее как человеческое. Оно имплантируется в тело, подключается к внешнему источнику питания (например, портативным батареям или внешнему настенному источнику питания) через электрический кабель, известный как трансмиссия, и восстанавливает нормальный приток крови к другим органам.

Отказ обоих желудочков менее распространен при далеко зашедшей терминальной стадии сердечной недостаточности: около 85–90 % пациентов имеют отказ только левого желудочка. Однако применение искусственного сердца возможно как при отказе одного, так и при отказе обоих желудочков.

Полностью искусственное сердце SynCardia в настоящее время одобрено в качестве моста для трансплантации пациентов с терминальной стадией сердечной недостаточности, поражающей оба желудочка. Это первое и единственное полностью искусственное сердце, одобренное во всем мире. SynCardia Total Artificial Heart состоит из двух биосовместимых пластиковых желудочков с четырьмя клапанами (рис. 1).

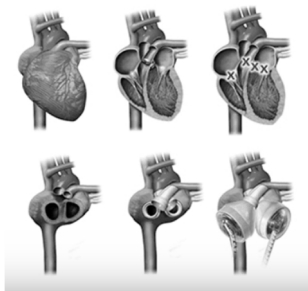


Рисунок 1 – Искусственное сердце SynCardia

Каждый желудочек имеет диафрагму, которая отделяет внутреннюю камеру (где течет кровь) от внешней камеры (где действует пневматический механизм). Желудочки подключены к внешнему источнику питания, называемому «контроллером», двумя маленькими воздушными трубками, называемыми «шлангами», обеспечивающими

пульсирующий поток. Шланги выходят из брюшной стенки пациента прямо под грудной клеткой.

Такая конструкция искусственного сердца позволяет телу пациента автоматически регулировать кровоток в зависимости от уровня активности, и обеспечивает работу сердца без датчиков, моторов или электронных устройств любого типа внутри тела. Все электронные устройства безопасно расположены вне тела во внешнем контроллере, который питает общее искусственное сердце воздухом и импульсами вакуума.

Благодаря больничному контроллеру SynCardia, удерживающему полностью искусственное сердце от имплантации до тех пор, пока состояние пациента не станет стабильным, замена и ремонт электронных устройств теряют актуальность [1].

После достижения стабильности пациенты, отвечающие необходимым требованиям, подключаются к портативному контроллеру Freedom, который позволяет пациенту легче передвигаться по больнице. Пациенты, отвечающие критериям выписки, могут покинуть больницу и ждать совместимого донорского сердца дома или в своем районе. Контроллер Freedom питается от двух литиевых аккумуляторов, которые заряжаются от стандартной электрической мощности или адаптера постоянного тока автомобильного прикуривателя.

Одним из преимуществ данного искусственного сердца является доказанная надежность: за 30 лет использования клапаны полностью искусственного сердца SynCardia ни разу не отказали. Диафрагма, которая отвечает за перекачку крови в желудочки и наружу, показала индекс отказа менее 1 % в более чем 1000 имплантатов. В настоящее время максимальное время, в течение которого пациенту помогало полностью искусственное сердце, составляет 1374 дня (почти четыре года) до успешной пересадки сердца.

К достоинствам сердца SynCardia относят такие параметры, как возможность устранения симптомов и причин терминальной стадии сердечной недостаточности, замена обоих поврежденных желудочков сердца и трикуспидального, легочного, митрального и аортального клапанов. Он снимает осложнения собственного сердца и обеспечивает безопасный поток до 9,5 л/мин через каждый желудочек, немедленно восстанавливает нормальный сердечный индекс, помогает восстановить нормальное центральное венозное давление (ЦВД), решить легочную гипертензию (ЛАП), восстанавливает нормальную гемодинамику и органическую перфузию [2].

Второе рассмотренное искусственное сердце было разработано австралийским ученым Даниелем Тиммсом. Отличительной особенностью модели ViVACORE (рис. 2) является использование электромагнитного привода, вместо пневматического.

Первый прототип был сделан из пластика и переронял воду через имитацию кровеносной

системы, в которой находились небольшого размера красные шарики, представляющие собой клетки крови. Кровь шла в небольшую камеру с вращающейся металлической ступицей в центре. Ступица, как пропеллер, выталкивала кровь наружу – в легкие и другие части тела. Во время испытания обнаружился серьезный недостаток: в месте под вращающейся ступицей застревали шарики и поток останавливался – при такой работе в человеческом организме образуются тромбы, которые могут вызвать инсульт. Для решения данной проблемы была использована технология магнитной левитации, разработанная для высокоскоростных поездов в Японии. Это обеспечило точную и стабильную работу ступицы без механического износа, уменьшило повреждение клеток крови и снизило риск образования тромбов.



Рисунок 2 – Искусственное сердце BiVACORE

В результате система BiVACORE состоит из ротора на магнитной подвеске, расположенного между противоположными корпусами насосов. Ключевой особенностью, которая позволяет этому устройству поддерживать как левую, так и правую стороны сердца, являются левая и правая лопасти рабочего колеса, которые установлены с обеих сторон вращающейся ступицы. Ступица левитирует и вращается с помощью электромагнитного двигателя и подшипникового узла в верхней части корпуса насоса. Специальная гидравлическая конструкция крыльчаток в сочетании с современной технологией магнитной левитации (MAGLEV) позволяет точно регулировать циркуляцию с помощью дифференциального выхода жидкости. В качестве материала используется титан. Внешний контроллер и батареи обеспечивают питание внутреннего устройства через чрескожный привод (рис. 3).

Программное обеспечение BiVACORE позволяет автоматически регулировать скорость вра-

щения ротора, в зависимости от деятельности человека. В обычном режиме он вращается с постоянной скоростью, однако на контроллере можно выбрать режим вращения с переменной скоростью, что позволяет имитировать пульс.

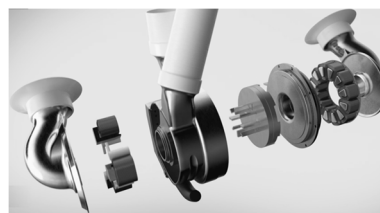


Рисунок 3 – Конструкция искусственного сердца BiVACORE

Искусственное сердце BiVACORE имеет малые габариты, благодаря чему становится доступным для пересадки детям, при этом достаточно мощное (1600–2400 оборотов в минуту), чтобы поддерживать взрослого человека во время физической активности, срок службы до 10 лет. Заряда батареи хватает до 10 часов непрерывной работы [3].

В приведенной статье были рассмотрены 2 модели искусственных сердец: SynCardia Total Artificial Heart и BiVACORE. В результате анализа обеих конструкций были выявлены следующие недостатки: малая надежность, тромбообразование, необходимость носить с собой блок питания, риск занесения инфекций. Однако искусственное сердце BiVACORE имеет ряд преимуществ над моделью SynCardia: меньшие габариты, больший срок службы, выше износостойкость, более универсально и снижен риск тромбообразования. Эти преимущества объясняются отсутствием подражания пульса.

Применение подобной технологии в конструкции может повысить длительность работы искусственных сердец и дать больше времени человеку, ожидающему донорское сердце для трансплантации.

Литература

1. Merce V. Electromedicina [Electronic resource]. – Mode of access: <https://mercev.com/en/heart-failure-syn-cardia/>. – Date of access: 13.09.2022.
2. ScienceDirect [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021929012006355>. – Date of access: 20.09.2022.
3. BiVACORE [Electronic resource]. – Mode of access: <https://bivacor.com>. – Date of access: 24.09.2022.