Таблица 1.

Сравнительные показатели используемых материалов

Наименование	Нержавеющая сталь (ферритная)	Ti-6Al-4V, кислотное травление и остаренный (SS)
Тип модели	Линейный упругий изотропный	
Критерий прочности по умолчанию	Максимальное напряжение von Mises	
Предел текучести	1.72339e+008 N/m ²	8.27371e+008 N/m ²
Предел прочности при растяжении	5.13613e+008 N/m ²	1.05e+009 N/m ²
Модуль упругости	2e+011 N/m ²	1.048e+011 N/m ²
Коэффициент Пуассона	0.28	0.31
Массовая плотность	7800 kg/m ³	4428.78 kg/m ³
Модуль сдвига	7.7e+010 N/m ²	4.10238e+010 N/m ²
Коэффициент теплового расширения	1.1e-005 /Kelvin	9e-006 /Kelvin

Выводы: подтверждено, что для модели, изготовленной из сплава титана Ti-6Al-4V, масса установки меньше, чем для модели, изготовленной из нержавеющей стали; модель аппарата Илизарова становится более прочной и удобной в эксплуатации.

1. <http://ortezsustava.ru/operatsii/ispolzovanie-apparata-ilizarova.html>
2. Маслова К.А., Пичхидзе С.Я. Компрессионно-дистракционный аппарат Илизарова. 30.10.2017, Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
3. Study of Properties of Silver-Substituted Hydroxyapatite and Biocomposite Nano-structured Coatings Based on It/ A. V. Lyasnikova , V. N. Lyasnikov, O. A. Markelova, O. A. Dudareva, S. J. Pichhidze, I. P. Grishina/ Biomedical Engineering. Vol. 49. No. 5, 2016, pp. 304-307.

Варламов Д.А., Небогатиков Р.С.

Разработка конструкции четырехстворчатого протеза клапана сердца

СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-63

idsp: 000001:lj-31-01-2018-63

Научный руководитель: Пичхидзе С.Я.

Целью работы являлась разработка конструкции 4-х створчатого механического протеза клапана сердца МПКС и моделирование тока крови.

При конструировании МПКС учитывались следующие требования:

- устранение разделения потока крови при прохождении через клапан;
- снижение скорости потока крови при прохождении через протез;
- обеспечение полноты просвета проходного отверстия клапана [1...3].

Клапан представляет собой конструкцию, состоящую из трех компонентов. Первый компонент, выполненный в виде кольца с креплениями для створок, на внутренней части которого расположен треугольный выступ для соединения с нижней частью клапана. Второй представляет собой кольцо, на внешней части которого расположен треугольный паз, предназначенный для крепления с верхней частью. Верхняя и нижняя части закреплены подвижно и имеют возможность перемещаться вокруг своей оси. Третий состоит из четырех створок треугольной формы, которые крепятся по периметру выходного отверстия клапана. Со стороны крепления на створках расположены упоры, выполняющие функцию ограничителя хода, т.е. своей формой не позволяющие им открываться на угол больше чем 86°, достаточный для обеспечения беспрепятственного прохождения кровотока.

Далее был выполнен анализ прочностных характеристик МПКС. Расчет НДС в упругой постановке выполнялся посредством программного продукта SolidWorks в рамках трехмерной модели МПКС. На поверхности элемента задавалось близкое к максимальному равномерно распределенное давление 13,33 кПа (100 мм рт.ст.), соответствующее моменту частичного открытия клапана и предельное давление 19,99 кПа (150 мм рт. ст.). Результаты расчета НДС приведены на рис. 4-9.

<i>Рис.1. Конструкция МПКС без манжеты</i>	<i>Рис. 2. Вид проходного отверстия МПКС</i>	<i>Рис. 3. Вид МПКС в разрезе</i>

<i>Рис. 4. Статический анализ узловых напряжений при давлении 100 мм рт. ст., МПа</i>	<i>Рис. 5. Статические перемещения при подаче давления 100 мм рт. ст., мм</i>	<i>Рис. 6. Статический анализ узловых напряжений при давлении 150 мм рт. ст., МПа</i>

<i>Рис. 7. Статические перемещения при подаче давления 150 мм рт. ст., мм</i>	<i>Рис. 8. Эюра коэффициента запаса прочности (FOS) при 100 мм рт. ст.</i>	<i>Рис.9. Эюра коэффициента запаса прочности (FOS) при давлении 150 мм рт. ст.</i>

Так же было проведено моделирование тока крови в МПКС в SW Flow Simulation: определение полей давлений и скоростей во внутренней области клапана. Предполагалось, что на входе клапана задан ламинарный поток крови вязкостью 0,005 м²/с и плотностью 1,003 г/см³, движущийся с поступательной скоростью 0,4 м/с. В качестве изменяемых параметра были взяты угол открытия створок и давление на входе. При выполнении расчетов взято абсолютное давление крови, табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов при давлениях 100 и 150 мм рт. ст.

Показатели	100 мм. рт. ст. (13330 Па)		
	10°	30°	60°
V _{max} (м/с)	1.6	0.87	0.56
P _{min} (Па)	109766	113367	114291
P _{max} (Па)	114463	114687	114682
	150 мм рт. ст. (19990 Па)		
	10°	30°	60°
V _{max} (м/с)	1.66	0.98	0.52
P _{min} (Па)	116428	120033	120913
P _{max} (Па)	121534	120335	121335

Распределение скоростей для конструкции клапана симметрично относительно оси потока. При большом угле открытия 60° возникает локальная турбулентность. Согласно векторной диаграмме скоростей наблюдается возвратное течение и вихревое движение (турбулентность) в непосредственной близости к створкам (рис. 10, 11).

Выводы: произведена разработка конструкции 4-створчатого МПКС, отвечающего основным требованиям по обеспечению надежности работы МПКС и снижению риска образования тромбов. Приведены некоторые механические характеристики клапана и осуществлено моделирование тока крови в механическом клапане сердца.

1. ГОСТ 26997-2002. Клапаны сердца искусственные. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 2004. – 13с.
2. Малиновский Н. Н., Константинов Б. А., Дземешкевич С. Л. Биологические протезы клапанов сердца. М: Медицина, 1988. — 256 с.
3. Фурсов Б. А. Биопротезирование клапанов сердца: Автореф. дис. д-ра мед. наук. М.: ФГБУ ННПЦССХ им. А.Н. Бакулева МЗ РФ, 1982. – 40с.
4. Варламов Д.А., Небогатов Р.С., Смоленко А.М. Проектирование четырехстворчатого механического протеза клапана сердца. Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.
5. Соколов В.Е., Небогатов Р.С., Варламов Д.А., Смоленко А.М. Новая модель клапана сердца на основе ИКС «Трикардикс». Самара: Л-Журнал, 2017. – 2с.

**Викулова М.А., Костин К.Б., Горшков Н.В., Шляпкина А.А., Ямбиков Р.Ш.,
Ярахмедов М.Г., Пичхидзе С.Я.**

Синтез и идентификация хлор-гидроксиапатита

*СГТУ им. Ю.А. Гагарина
(Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/lj-31-01-2018-64

idsp: 000001:lj-31-01-2018-64

Научные руководители: Дударева О.А., Лясникова А.В.

Известно [1...3], что для ортопедии представляют интерес различные замещенные кальцийфосфаты, в частности: хлор-гидроксиапатит (Cl-ГА).