

Видно, что при уменьшении энергии воздействия, величина удаленной массы уменьшается. Это связано с уменьшением времени существования расплава при воздействии КПП [1].

Структурно-фазовые изменения приводят к изменению механических свойств материала [1]. На рис. 4 представлены результаты измерения микротвердости образцов после обработки по сравнению со сталью X18H10T без покрытия.

Из графика видно, что при уменьшении плотности поглощенной энергии наблюдается тенденция к увеличению микротвердости, что может быть связано с формированием твердых растворов на основе феррита.

В результате проведенных исследований установлено, что легирование поверхностного слоя атомами титана и алюминия под действием КПП приводит к появлению твердого раствора на основе б-фазы. Уменьшение плотности поглощенной энергии при воздействии приводит к увеличению количества трещин и увеличению микротвердости. Уменьшение плотности поглощенной энергии также приводит к уменьшению интенсивности эрозии поверхностного слоя, что связано с уменьшением времени существования расплава.

Л и т е р а т у р а

1. Модификация материалов компрессионными плазменными потоками / В. В. Углов [и др.]. – Минск : БГУ, 2013. – 248 с.
2. Конструкционные материалы ядерных реакторов: в 2 ч. Ч. 2. Структура, свойства, назначение : учеб. пособие для вузов / Н. М. Бескоровайный [и др.] ; под общ. ред. Н. М. Бескоровайного. – М. : Атомиздат, 1977. – 256 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ И КОРРЕКЦИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ ЗРЕНИЯ

П. С. Клячкова, А. Д. Левкина, Е. В. Зайцев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Ж. В. Кадолич

Работа посвящена моделированию с помощью 3D-технологий окклюдера для лечения и коррекции заболеваний органов зрения, обеспечивающего изоляцию глаза от света. Выявлены недостатки имеющихся моделей окклюдеров. При помощи 3D-сканирования собраны данные о конфигурации (рельефе) лица заказчика. Для 3D-печати прототипа окклюдера предложено использовать метод FDM. Основная часть окклюдера состоит из пластиковой основы, дополнительная часть – клейкая поверхность. Сформирована пористая структура изделия, представленная переплетением микроканалов и предназначенная для циркуляции воздуха. В качестве материала для производства окклюдера рекомендовано использовать полиэтилентерефталатгликоль, который отличается нетоксичностью, гидрофобностью и способностью легко дезинфицироваться.

Ключевые слова: зрение, окклюдер, 3D-сканирование, 3D-печать.

В настоящее время аддитивные технологии продолжают менять мир и привносят новые возможности развития в различных отраслях, включая машиностроение, медицину, авиацию, архитектуру, дизайн и др. Применение 3D-технологий в медицине является мировым трендом сегодняшнего дня. С помощью 3D-моделирования и печати возможно развитие технологий изготовления практически всех видов протезов (шейный позвонок, суставы, сосуды), выращивания органов и тканей (сердце,

почки, печень, роговица глаза, среднее ухо и их элементы, искусственные зубы), получения лекарственных форм, индивидуальных датчиков, детекторов и т. п. Кроме того, возможности аддитивных технологий позволяют в широких пределах варьировать конструкции различных устройств и подбирать применяемые для них материалы, адаптируя их к конкретной медицинской задаче [1].

Современная техника, различные биологические факторы, условия работы (большинство профессий сопровождается работой за компьютером в течение минимум 30–40 % рабочего времени), травмы и многое другое – все эти факторы привели к тому, что за последние три года количество людей с различными заболеваниями глаз, плохим зрением увеличилось на 40 %. Примерно 40 % от этого количества составляют дети и взрослые с амблиопией («ленивый глаз»), 15 % – косоглазием или страбизмом, 15 % – восстановительный процесс после операции. Одним из распространенных и доступных методов лечения описанных заболеваний является окклюзионная терапия [2]. Этот метод обычно заключается в наложении на парный глаз специального приспособления (окклюдера), в перечне которых значатся окклюдер-повязка (рис. 1), окклюдер-пластырь (патч) – представляет собой специальный пластырь, который наклеивается на сильный глаз, чтобы ограничить его видимость и заставить слабый глаз работать активнее (рис. 2), окклюдер-насадка – устройство, которое крепится на линзы очков для блокировки или ограничения видимости здорового глаза (рис. 3).

Следует отметить, что все из перечисленных выше приспособлений обладают недостатками, в числе которых можно отметить недостаточную изоляцию глаза от света, что не позволяет обеспечить полноценное лечение. Кроме того, окклюдер-пластырь является одноразовым, отклеивается при намокании (когда потеет глаз или ребенок плачет), может вызывать раздражение, а окклюдер-насадка предусматривает крепление только на очки, просто снимается, недолговечен и пропускает свет.



Рис. 1. Окклюдер-повязка



Рис. 2. Окклюдер-пластырь



Рис. 3. Окклюдер-насадка

Цель работы – разработать модель окклюдера, который будет обеспечивать полную изоляцию глаза от света, прочно крепиться и обладать эстетичным внешним видом.

Рост внимания к 3D-моделированию и 3D-печати медицинских изделий и овладение данными методами молодых специалистов, начиная с вуза, обуславливают

значительные перспективы внедрения аддитивных технологий на практике, что повлияло на решение использовать в работе методы 3D-сканирования и 3D-печати.

В процессе работы при помощи 3D-сканирования собирались данные о лице заказчика – снимается точный слепок лица, несущий информацию о биологических маркерах, на использовании которых строится конфигурация изделия. Подобный шаг в 3D-проектировании позволяет максимально точно подогнать изделие под рельеф лица и тем самым исключить возможность нарезания, расхождения в размере и в целом улучшить качество лечения (рис. 4).

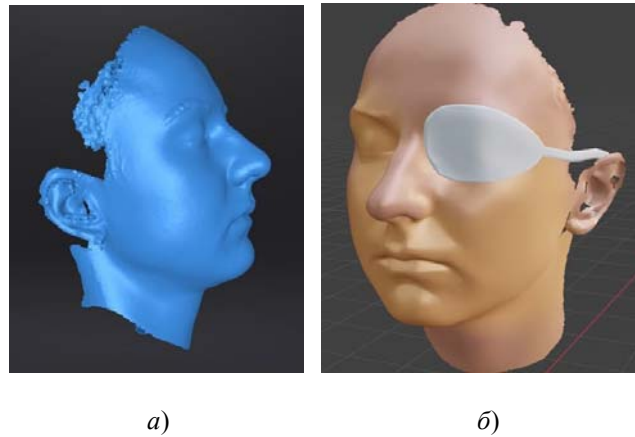


Рис. 4. Сканирование лица (а) и создание модели окклюдера с учетом биометрических данных пациента (б)

Для печати изделия предложено использовать метод послойного наложения (FDM). Важно, что при производстве прототипа используемый материал не должен вызывать раздражения или дискомфорта. Как следствие, разрабатываемая модель окклюдера была разделена на две части при обосновании выбора материала для 3D-печати:

– основная часть окклюдера состоит из пластиковой основы, имеет форму, соответствующую контуру лица и области вокруг глаза, полностью его покрывает и закрывает от внешнего света; в его основе делается углубление, соответствующее форме глаза для более удобной и длительной носки, а также для избавления от напряжения, создаваемого трением ресниц при моргании;

– дополнительная часть – это клейкая поверхность, для которой рекомендуется применять биосовместимый с кожей клей, двухстороннюю клейкую ленту или специальный композиционный материал с эффектом памяти формы.

Также стоит отметить, что технология FDM позволяет создать очень сложную пористую структуру, представленную многочисленным переплетением микроканалов [3]. Такая структура позволяет воздуху свободно циркулировать между окружающей средой и закрытой частью лица, что исключает возможность запотевания (подобный эффект оказывает окклюдер-пластырь) при ношении разрабатываемой модели окклюдера.

На данный момент произведен прототип изделия (рис. 5) из PETG – полиэтилентерефталатгликоля [4]. В числе отличительных свойств этого материала значатся нетоксичность, гидрофобность, способность легко дезинфицироваться.



Рис. 5. Прототип разработанной модели окклюдера

Таким образом, в настоящей работе продемонстрированы возможности 3D-печати окклюдера, модель которого выполнена с учетом имеющегося опыта подобных разработок. Благодаря использованию современных технологий и материалов, предложенный вариант дизайна и конструкции окклюдера способен обеспечивать полную изоляцию глаза от света, прочно крепится на лице пациента и обладает, по мнению авторов работы, эстетичным внешним видом.

Литература

1. Путеводитель по 3D-печати в медицине. – Режим доступа: <https://vektor.us/blog/3d-tehnologii-v-meditsine.html#3d-modelirovanie-v-medicine>. – Дата доступа: 10.08.2023.
2. Бирич, Т. Офтальмология : учебник / Т. Бирич, Л. Марченко, А. Чекина. – Минск : Новое знание, 2021. – 496 с.
3. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении : пособие для инженеров / М. А. Зленко, М. В. Нагайцев, В. М. Довбыш. – М. : НАМИ, 2015. – 220 с.
4. Поздняков, Е. П. Материалы аддитивного синтеза : пособие / Е. П. Поздняков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 283 с.

НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЫБОРА МАТЕРИАЛОВ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ ДЛЯ УСЛОВИЙ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА, ОСЛОЖНЕННЫХ УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИЕЙ

Ю. И. Попкова

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти
Республиканское унитарное предприятие «Производственное
объединение «Белоруснефть», г. Гомель*

Научный руководитель А. Я. Григорьев

*Государственное научное учреждение «Институт механики
металлополимерных систем имени В. А. Белого
Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель*

Представлены результаты коррозионных испытаний сталей насосно-компрессорных труб, отличающихся по составу и структуре, марок 32Г1А N80 (Q), 30X L80 (I), 32ХГ Р110, 30ХГМА-1 С90, 13Cr, изготовленных в соответствии со стандартом APISpecification 5CT, 37Г2Ф Е, 18Х3МФБ Е, 15Х5МФБ Е, изготовленных в соответствии с ГОСТ 633, 25ХГБ К72 ГОСТ 31446, а также насосно-компрессорных труб с внутренним эпоксидно-фенольным полимерным покрытием. Исследования проведены для условий нефтяных месторождений Припятского прогиба, попутно добываемая вода которых представляет собой крепкие рассолы хлоридно-кальциевого типа, содержащие углекислый газ. Выявленные закономерности влия-