

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМУ ОБЪЕКТА ДИЗАЙНА

*Е.В. Вехтер, к.пед.н., доцент, ОАР ИШИТР ТПУ,
В.В. Черткова, студент гр. 8Д81,
Томский политехнический университет
E-mail: vvc23@tpu.ru*

Введение

Проектирование и производство нового высокотехнологичного медицинского оборудования во всем мире развивается быстрыми темпами. Появление в декабре 2019 г. в Китае нового острого инфекционного заболевания *Saracovirus disease 2019 (COVID-19)*, который за короткий период времени перерос во всемирную пандемию, послужило толчком к исследованию и проектированию оборудования для лечения и реабилитации больных этим заболеванием.

Тема исследования связана с изучением технологических возможностей производства корпусов медицинского оборудования и материалов с целью выявления критериев от которых будет зависеть итоговая форма и дизайн объекта. Гипотеза исследования основана на том, что выявление критериев для дальнейшего проектирования и оформление их в понятном и информативном виде помогает уже на этапе предпроектного анализа понимать какие факторы влияют на итоговую форму проектируемого объекта и соответственно ускорить процесс поиска формы и технологических решений. Основной целью данной статьи является анализ особенностей проведения процедуры, технологических возможностей и материалов, влияющих на форму объекта посредством выявления четких критериев для проектирования.

Эргономический анализ взаимодействия с аппаратом

Для выявления критериев проектирования аппарата для реабилитации легких был проведен анализ эргономических требований, предъявляемых к медицинскому оборудованию. Все медицинские приборы и аппараты должны соответствовать антропометрическим и физиологическим возможностям человека. Эргономические требования к медицинскому оборудованию определяются психологическими, физиологическими, антропометрическими и биомеханическими характеристиками человека и устанавливаются в целях оптимизации его деятельности [1]. В процессе эргономического анализа взаимодействия с медицинским аппаратом для реабилитации легких рассмотрены следующие группы людей, взаимодействующих с аппаратом: медицинский персонал в процессе проведения процедуры, пациенты в процессе получения сеанса терапии для реабилитации легких и персонал, который обеспечивает санитарную обработку оборудования.

В процессе анализа сценария взаимодействия персонала с медицинским оборудованием были выявлены эргономические критерии, которые необходимо учесть при проектировании аппарата: оптимальность рабочей позы медицинского сотрудника (расположение зон досягаемости, т.е. соответствие изделия, его элементов размерам и форме тела и его отдельных частей распределению массы тела медицинского работника); оптимальность объема, скорости и точности рабочих движений медицинского персонала, расходование его силы, психофизиологических условий приема, переработки и выдачи информации; оптимальность процессов информационного взаимодействия медперсонала и аппарата, а также влияние на легкость и быстроту формирования навыков; непосредственное влияние среды и опосредованное влияние аппарата на эффективность деятельности медработника при его взаимодействии с оборудованием. После проведения данного анализа были выделены эргономические критерии для проектирования аппарата. Масса аппарата не должна превышать 13 кг, габаритные размеры аппарата не более 470x210x305 мм, угол наклона сенсорного экрана для управления в пределах от 15° до 30° ниже горизонтали, размер сенсорного дисплея для управления должен быть не более 260x200 мм и не менее 120x160 мм, также при учете различного освещения в больничных помещениях рекомендуется использование локальной подсветки или же светоизлучающего дисплея с регулированием уровня яркости.

Эргономика для пациента в основном зависит от расположения аппарата и удобства проведения процедуры что зависит от стандартизированного одноразового дыхательного контура. Отверстие для подключения дыхательного контура к аппарату должно находиться как можно ближе к

пациенту для наибольшей эффективности и свободы движений в соответствии с длиной трубки дыхательного контура. Также следует учитывать психоэмоциональное отношение пациента к аппарату, он не должен вызывать страх, неприятные эмоции и производить впечатления устаревшего несовременного оборудования.

Исследование технологий изготовления корпуса и материалов

В качестве возможных вариантов изготовления корпуса для данного оборудования выступают 3D-печать и литье пластмассовых корпусов в силиконовые формы. Изготовление пресс форм изначально отвергнуто из-за своей нерентабельности и отсутствия необходимости в большой партии. После проведения сравнительного анализа технологий производства корпуса для аппарата реабилитации легких был выбран способ литья пластика в силиконовые формы по следующим причинам: есть возможность создания изделий любой сложности и геометрии, качество лицевой поверхности изделия значительно лучше, чем после 3D печати, метод отличается сравнительно невысокой стоимостью при небольших тиражах [2].

При анализе материалов для литья в силиконовые формы были рассмотрены основные характеристики полимеров, их химическая стойкость к дезинфицирующим растворам, ультрафиолету, а также цена. Были рассмотрены полимеры фирмы Ensinger, которые сертифицированы и лучше всего соответствуют стандартам качества, изложенным в EN ISO 13485, в области рецептуры, производства, литья и механической обработки [3]. Данные материалы соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам, контактирующим с медикаментами (FDA).

По итогам анализа можно сделать вывод о том, что самым выгодным материалов для литья в силиконовую форму является Tescanul MT (PPE) по причине того, что является одним из наиболее экономически выгодных вариантов, обладает необходимой прочностью, износоустойчивостью, легко поддается механической обработке, устойчив к дезинфицирующим растворам и ультрафиолету, а также предназначен для производства корпусных изделий и имеет небольшой вес, что решит одну из проблем оборудования связанную с излишним весом конструкции [4].

Основные критерии для проектирования корпуса

Для систематизации всех выявленных критериев проектирования корпуса медицинского аппарата для реабилитации легких с помощью метода системного проектирования была составлена таблица 1.

Таблица 1. Итоговый обзор критериев для проектирования

Технология изготовления корпуса	Литье полимеров в силиконовые формы			
Материал	Литьевой пластик Tescanul MT (PPE)			
Эргономика	Элементы управления	Экран сенсорный	Размер	Не более 260/200 мм и не менее 120/160 мм
			Угол наклона	От 15 до 30 градусов
		Кнопки	Размер	Для указательного пальца 10мм Для большого пальца 15-20 мм
			Скругления	Все грани по 0.5 мм
			Расположение	Расстояние между кнопками
				Ближе к надписи обозначением Выступание над поверхностью корпуса не более 5-10мм
	Удобство транспортировки	Вес	До 13 кг для портативного аппарата с ручкой для переноса	
		Ручка	Должна быть с закруглёнными краями, иметь толщину от 50мм и расстояние от корпуса минимум 30 мм	
	Когнитивная	Цвет		Белый с цветовыми акцентами
				Серый с яркими деталями

	эргономика (восприятие корпуса)		Белый с серым
			Спокойные оттенки зелёного и синего
		Интерфейс программы	Размер шрифтов по ГОСТу
			Четкий сценарий для понятности взаимодействия
		Форма	Обтекаемые формы, дружелюбный современный дизайн
		Простые геометрические формы, легкие в производстве	
		Поверхность	Гладкая, без шероховатости
	Для пациента	Устойчивость аппарата	
		Расположение отверстия для дыхательного контура как можно ближе к пациенту	
		Фиксация аппарата к столу для предотвращения сдвигов и падения (резиновые ножки)	
Для мед. персонала	Наличие отсека для переноса дыхательного контура		
	Наличие кнопки экстренного выключения		
	Подсветка экрана		
	Отражающий экран без бликов		
Для дезинфекции т.д.	Гладкая поверхность не впитывающая влагу		
	Отсутствие лишних элементов для простоты уборки		
	Не должно быть гравировок и дизайна с углублениями и т.д.		
	Наличие защиты экрана		
Безопасность	Минимизировать излучение от электромагнитных клапанов		
	Устойчивость корпуса		
	Безопасность работы с газом под давлением		
	Соединения и крепления		
	Ударопрочность при ударах при транспортировке		
	Прочность при падении с расстояния до 600мм		
	Отсутствие ядовитых испарений материала		
	Устойчивость к химикатам и УФ излучению		
	Температура эксплуатации от +10 до +35 °С и влажность 80 % при 25 °С		
	Защита экрана		
Стоимость	Цена комплектующих		
	Материал		
	Технология изготовления		

Заключение

Форма и конструкция корпуса может меняться в соответствии с технологией его изготовления, требований безопасности и эргономики. При литье корпуса в силиконовые формы корпус должен иметь соединения на болты или винты и простую форму несложной геометрии. В зависимости от используемого материала поверхность корпуса может быть глянцевой или матовой и иметь разные прочностные характеристики и цвет. Немаловажную роль еще играет расположение и габариты внутренних элементов конструкции.

В результате проведенного исследования была обоснована форма и технологические решения исходя из медицинских, санитарно-гигиенических, эргономических и экономических требований к медицинскому аппарату для реабилитации легких. Также в результате составления таблицы критериев стали наглядно видны зависимости между ценой изделия и его качеством (эргономичностью и технологичностью оборудования).

Список использованных источников

1. Эргономика: Учебное пособие для вузов / под ред. В.В. Адамчук. - М. : Юнити-Дана, 2012. - 263 с.
2. Альшиц И.Я., Анисимов Н.Ф., Благоев Б.Н. Проектирование деталей из пластмасс. М., Машиностроение, 1969. – 110 с.
3. Брагинский В.А. Точное литье изделий из пластмасс. Л., Химия, 1977, 112 с.
4. Керча Ю.Ю. Физическая химия полиуретанов. Киев, Наукова Думка, 1979.