

Формирование эргономических требований к проектированию бытовых кухонных приборов

М.А. Викулова¹, Ю.П. Хмелевский¹
mascha.vikulova@yandex.ru|ykhm@mail.ru

¹Национальный исследовательский Томский Политехнический университет, Томск, Россия

В настоящее время бытовые приборы стали неотъемлемой частью окружающей среды человека. Поэтому форма всех элементов бытовых приборов должна быть удобной и безопасной в использовании. Однако, не существует ГОСТов, нормативов и требований, которые бы регламентировали эргономику бытовых приборов. В данной работе на основе антропометрических данных определены основные размеры и параметры ручки устройства, панели управления и плоскостей, с которыми взаимодействует пользователь. Данный метод может быть использован для любого типа устройств.

Ключевые слова: эргономика, бытовые приборы, антропометрия, промышленный дизайн

Forming Ergonomic Requirements for the Design of Household Kitchen Appliances

M.A. Vikulova¹, Yu.P. Khmelevkiy¹
mascha.vikulova@yandex.ru|ykhm@mail.ru

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Currently, household appliances have become an integral part of the human environment. Therefore, the shape of all elements of household appliances should be comfortable and safe to use. However, there are no state standards, standards and requirements that would regulate the ergonomics of household appliances. In this paper, on the basis of anthropometric data, the main dimensions and parameters of the device handle, control panel and planes with which the user interacts are determined. This method can be used for any type of device.

Keywords: ergonomics, home appliances, anthropometry, industrial design

1. Введение

Эргономика является неотъемлемой частью дизайна проектирования. Данная дисциплина позволяет обеспечить эффективное и безопасное взаимодействие между людьми и объектами окружающей среды, а также обеспечить общее функционирование системы [1]. При эргономическом проектировании используется целостный подход, в рамках которого рассматриваются и учитываются физические, когнитивные и социальные факторы.

Ежедневно человек взаимодействует с большим количеством бытовых приборов (техникой, которая предназначена для облегчения домашних работ и создания комфорта в повседневной жизни [2]): каждое утро наливает из чайника чай, варит кофе в кофемашине, готовит сок в соковыжималке, греет обед в микроволновке, готовит ужин в мультиварке и так далее.

Таким образом, целью данной работы является формулирование требований для бытовых кухонных приборов, которые бы отвечали антропометрическим данным человека, а также обеспечивали комфортное и безопасное использование устройства. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Изучение существующих ГОСТов, регламентирующих кухонные бытовые приборы
- Изучение антропометрических данных
- Выдвижение гипотезы
- Проведение графического анализа элементов корпуса
- Создание макетов и проведение эксперимента
- Формулирование эргономических требований к бытовому кухонным приборам

2. Существующие нормативы, регламентирующие проектирование бытовых приборов

В настоящее время технические аспекты проектирования регламентируются ГОСТами – межгосударственными стандартами, которые были приняты Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации СНГ. Межгосударственные стандарты применяются для соблюдения технических регламентов, а также оценки соответствия данным требованиям. Для каждого технического регламента существует два перечня стандартов. Первый необходим для выполнения требований технического регламента, а второй содержит правила и методы испытания продукции. Некоторые межгосударственные стандарты разрабатываются на основе международных стандартов (ИСО, МЭК, ЕЭК ООН), а также европейских аналогов.

Все существующие ГОСТы собраны в Общероссийском классификаторе стандартов. В данном классификаторе были найдены и изучены все ГОСТы, регламентирующие проектирование бытовых приборов. Данные стандарты описывают технические требования, правила и методы испытания, рекомендуемые материалы изготовления, маркировку, упаковку, транспортировку, хранение и безопасность при изготовлении и эксплуатации. Однако ни один из существующих ГОСТов не описывает эргономические требования при проектировании бытовых приборов. Так, в ГОСТе 7400-81 «Электрочайники и электросамовары бытовые. Технические условия» говорится: «Форма и расположение ручек должны обеспечивать удобство захвата и безопасную переноску приборов», но отсутствуют рекомендуемые размеры, которые бы отвечали эргономическим требованиям [3].

3. Антропометрические параметры в проектировании

Для обеспечения удобного и безопасного использования бытовые приборы должны иметь размер и форму, соответствующую антропометрическим параметрам человека. Антропометрические параметры зависят от возрастных, половых, расовых и физических характеристик. Антропометрические данные также описываются в некоторых ГОСТах, которые были приняты в 1980-1990 годах. Однако, в мире происходит непрерывный процесс акселерации, в результате чего за прошедшие 30 лет средний рост населения России увеличился на 18 сантиметров (средний рост в 1980-х годах – 160 см, средний рост в 2018 году – 178 см) [4]. Таким образом, антропометрические данные, полученные в 1980-х годах не актуальны на сегодняшний день. В настоящее время, при проектировании могут быть использованы международные стандарты ИСО, которые содержат результаты исследований 2010-х годов.

4. Формирование эргономических требований

Эргономические требования распространяются на все элементы корпуса, с которыми осуществляется непосредственный контакт пользователя. При комплексном рассмотрении бытовых приборов можно выделить три основных элемента: ручка устройства, панель управления (экран и органы управления) и поверхности, которых касается человек в процессе эксплуатации. Размеры всех элементов должны соответствовать антропометрическим данным, в данном случае размерам руки человека.

Первым этапом в процессе проектирования является определение целевой аудитории, это необходимо для правильного выбора диапазона антропометрических данных. В первую очередь рассмотрим особенности проектирования ручки бытовых приборов. Закономерности формообразования рукояток и органов управления, а также их соответствие строению руки и физическим возможностям человека изучает дисциплина хиротехника [5]. При проектировании ручки устройства, в первую очередь необходимо определить ее функцию, чтобы понять, какое пространственное положение будет занимать рука.

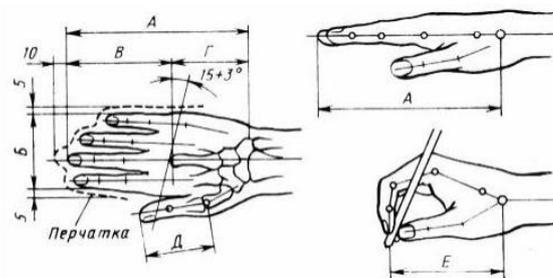
В случае с бытовыми приборами, ручка чаще всего используется только для подъема и удерживание объекта. При подъеме любого объекта за ручку кисть совершает хватательное движение, то есть предмет или его часть удерживаются в определенном положении пальцами или ладонью. Так как кроме удерживания объекта ничего не требуется, то используется крюковой захват, то есть объект подвешивается на согнутых пальцах при поддержке или без поддержки большого пальца.

Наиболее удобный захват обеспечивается только при максимальном контакте между поверхностью ладони и пальцев и ручкой, поэтому форма ручки должна иметь сплющенное цилиндрическое или эллиптическое сечение. Также форма ручки должна соответствовать основным контурам руки во время хватки, но в то же время не должно быть контурного соответствия между сжатыми пальцами и ручкой, так как увеличивается риск несоответствия большому количеству рук.

На рис. 1 представлены основные размеры кисти, которые необходимы для определения размеров ручки [4].

Длина ручки зависит от ширины кисти, для данного параметра необходимо использовать максимальное значение, чтобы обеспечить удобство использования для максимального количества пользователей. Обхват ручки зависит от длины кисти. Так как форма ручки преимущественно должна иметь эллиптическое сечение, то длинная сторона должна равняться расстоянию А, а короткая – расстоянию Б (рис. 2).

В этом случае необходимо выбрать минимальное значение, так как человек с маленькой рукой не сможет обхватить ручку слишком большую в диаметре.



Измеряемая величина	Обозначение (по рис. 1.18)	Мужчины		Женщины	
		Средняя	Максимальная	Средняя	Максимальная
Длина кисти	А	193	208	176	178
Ширина кисти (у основания большого пальца)	Б	86	94	74	79
Длина среднего пальца	В	117	127	102	104
Длина пясти (у основания большого пальца)	Г	76	81	71	74
Длина большого пальца	Д	69	76	61	61
Длина кисти при письме	Е	117	127	–	104

Рис. 1. Размеры кисти

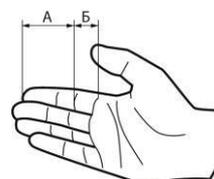


Рис. 2. Необходимые размеры кисти для ручки с эллиптическим сечением

Ориентация ручки, по возможности, должна обеспечивать естественное положение кисти и ладони, при котором запястье допускает пронацию не более чем на 30°. Таким образом, угол наклона ручки может варьироваться от 0 до 30°.

Следующим элементом является панель управления, которая включает в себя экран и органы управления. Ориентация панели управления должна обеспечивать естественное положение тела человека. Угол наклона панели управления относительно горизонтальной плоскости зависит от того, в каком положении осуществляется работа и от оптимальных углов обзора человека. Так как большинство бытовых приборов предназначены для работы в положении стоя, должен учитываться оптимальный угол поворота головы и глаз вниз (рис. 3) [6].

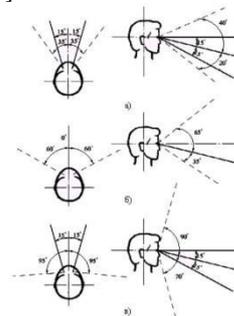


Рис. 3. Поле зрения

Так как оптимальный поворот глаз 15°, а головы - 35°, следовательно, оптимальный наклон панели управления - 15°, максимальный 35°. Размер панели управления зависит от размера экрана и количества органов управления.

Орган управления состоит из приводного элемента и исполнительной части. Форма приводного элемента должна интуитивно подсказывать пользователю, чем и каким образом необходимо использовать тот или иной орган управления.

Размер приводного элемента зависит от размера той части тела, с которой он будет соприкасаться.

В рамках данной работы рассмотрим только один вид органов управления, так как в большинстве бытовых приборов используются кнопки. Чаще всего для нажатия кнопки пользователь использует указательный палец. Согласно нормативам, максимальный размер указательного пальца равен 23 мм в диаметре [7]. Было предположено, что для комфортного использования размер кнопки должен равняться половине диаметра указательного пальца – 11,5 мм.

При проектировании панели управления также должна быть учтена возможность случайного нажатия кнопок. В случае если случайное нажатие нежелательно, можно использовать один из трех вариантов решения:

- увеличить расстояние между кнопками;
- предусмотреть специальную защиту кнопки: ограждение или специальный колпак;
- утопить кнопки внутрь корпуса.

При проектировании также важно обращать внимание на поверхности, с которыми взаимодействует пользователь. В случае если в корпусе есть какие-либо отверстия, их размер должен полностью исключать случайное попадание пальца внутрь. Для расчета диаметра или ширины отверстия используется минимальный диаметр указательного пальца, из которого вычитается небольшой припуск. Минимальный диаметр указательного пальца – 18 мм, следовательно, диаметр отверстия должен быть меньше данного значения.

Кроме этого, поверхности могут подсказывать пользователю, как использовать устройство. Так, например, на корпусе могут присутствовать специальные насечки, которые предотвращают скольжение рук по гладким поверхностям и указывают пользователю, в каком месте нужно взяться, чтобы открыть крышку, а в каком для перестановки прибора. Однако, необходимо учитывать, что высота насечек не должна превышать 3 мм, для предотвращения повреждений кожного покрова.

5. Проведение эксперимента

Данная гипотеза проверяется на примере проектирования устройства для выращивания микроводорослей в домашних условиях. Данное устройство представляет собой корпус с электроникой и панелью управления, на котором располагаются 2 емкости для выращивания микроводорослей. Таким образом, в данном устройстве присутствуют все вышеназванные элементы.

В случае с устройством для выращивания микроводорослей, целевой аудиторией являются спортсмены и люди, которые заботятся о своем здоровье. Таким образом, данным устройством будут пользоваться как мужчины, так и женщины всех возрастов.

Для проведения эксперимента было создано 4 вида ручек: с эллиптическим, круглым (диаметр 38 мм и 110 мм) и квадратным сечением (две ручки были прямые и две – с наклоном 15°); корпус с панелью управления без наклона и с наклоном 15°.

На первом этапе был проведен графический анализ всех объектов на предмет соответствия антропометрическим данным. Результаты представлены на рис. 4-10. Серым цветом отмечены места контакта ладони и пальцев с ручкой.

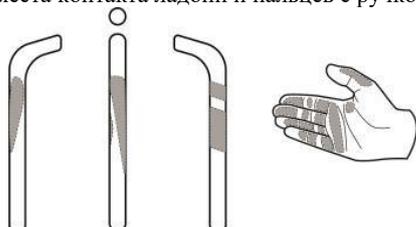


Рис. 4. Ручка с круглым сечением 38 мм в диаметре (размеры по ГОСТу), прямая

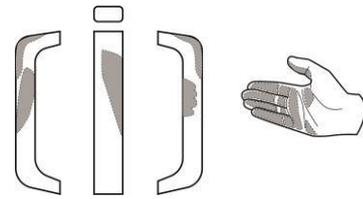


Рис. 5. Ручка с квадратным сечением 40x30 мм, прямая

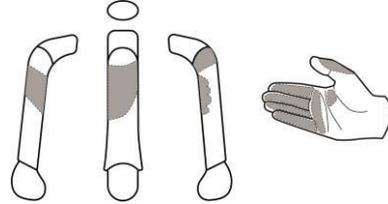


Рис. 6. Ручка с эллиптическим сечением 40x30 мм, угол наклона 15°

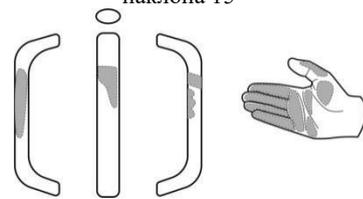


Рис. 7. Ручка с эллиптическим сечением 30x20 мм, прямая

В результате графического эксперимента было выявлено, что ручка, представленная на рис. 7, обеспечивает наибольшую площадь касания ладони и пальцев с ручкой. Следовательно, данный вариант должен быть удобнее в использовании.

Ниже представлен графический анализ панели управления. Так как бытовые приборы в большинстве случаев используются на кухне, высота поверхности, на которой располагается устройство, равна 850 мм.

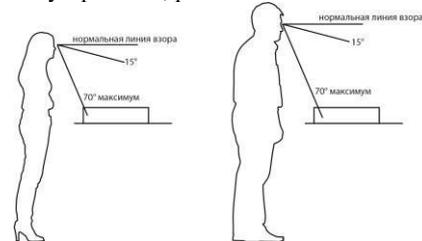


Рис. 8. Поле обзора горизонтальной панели управления в положении стоя

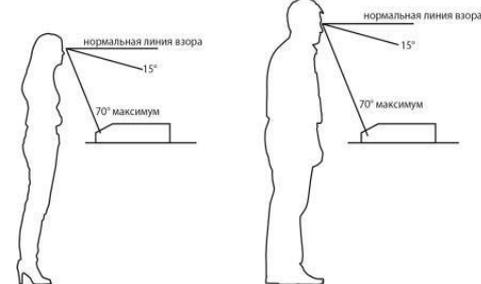


Рис. 9. Поле обзора панели управления с углом наклона 30° в положении стоя

Далее из скульптурного пластилина и бумаги были созданы макеты всех объектов и собрана тестовая группа в количестве 10 человек разного пола, возраста и с разными антропометрическими данными. Тестовая группа оценивала удобство взаимодействия с каждым вариантом на всех этапах эксплуатации устройства. Результаты представлены на рис. 11.

В ходе эксперимента тестовая группа оценила ручку (рис. 7) наиболее высокими баллами, что подтверждает выдвинутую гипотезу.



Рис. 11. Тестирование ручек

Ручка (рис. 4), выполненная по ГОСТу, слишком тонкая для бытовых приборов. В этом случае происходит минимальный контакт ладони с поверхностью, что не позволяет комфортно удерживать вес полтора килограмма.

Ручки (рис. 5-6) также не обеспечивают максимального контакта с поверхностью из-за слишком большого размера. Однако, тестовая группа отметила преимущество ручки (рис. 6), так как она располагается под углом 15° , что обеспечивает более удобный захват.

Эксперимент подтвердил, что панель управления должна располагаться под небольшим углом, что обеспечивает комфортную работу как в положении стоя.

6. Заключение

В результате исследования, были сформулированы основные требования к проектированию элементов бытовых кухонных приборов.

Ручка для бытовых приборов должна иметь сечение в виде эллипса с оптимальными размерами 30×20 и, при возможности, быть под углом $0-30^\circ$. Длина ручки должна быть не меньше 94 мм, расстояние от емкости до ручки составляет 45 мм.

Панель управления должна располагаться под углом относительно горизонтальной плоскости на $15-35^\circ$. Размер горизонтальной плоскости зависит от размера экрана и количества органов управления.

Минимальный размер органов управления должен быть 11,5 мм, но, при возможности, желательно увеличивать размер кнопки до 15 мм.

7. Литература

- [1] Психология труда, инженерная психология и эргономика. Труды Международной научно-практической конференции «Эрго 2014» // Под ред. А.Н. Анохина, П.И. Падерно, С.Ф. Сергеева. СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2014. — 452 с.
- [2] Бытовые приборы [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/826631> (Дата обращения: 11.04.19)
- [3] ГОСТ 7400-81. Электрочайники и электросамовары бытовые. Технические условия
- [4] Акселерация роста и развития [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://narfu.ru/AGTU/www.agtu.ru/fad08f5ab5ca9486942a52596ba6582elit.html> (Дата обращения: 11.04.19)
- [5] Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна: Учебник для студентов вузов/ И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А. Л. Карунин, В.В. Ломакин, В.М. Шарипов; Под общ. ред. В.М. Шарипова. – М.: МГТУ «МАМИ», 2002. - 230 с.
- [6] Чулков Н. А. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 180 с.
- [7] СТБ ЕН 547-3-2003. Безопасность машин. Размеры тела человека. Часть 3. Антропометрические данные

Об авторах

Викулова Мария Алексеевна, студентка Томского Политехнического Университета. E-mail: mascha.vikulova@yandex.ru

Хмелевский Юрий Петрович, старший преподаватель отделения автоматизации и робототехники. Томский Политехнический Университет. E-mail: hmelevskiy@tpu.ru