

УДК 681.6-33

В. П. Селиванова, Д. М. Медяк

Белорусский национальный технический университет

ДИЗАЙН-ПРОЕКТ СТАНКА ТРАФАРЕТНОЙ ПЕЧАТИ

В статье показана важность эстетических качеств для современных выпускаемых на рынок изделий. Это относится и к разрабатываемому отечественному промышленному оборудованию, станкам и механизмам, инструменту.

Трафаретная печать является специальным видом печати. Она широко применяется для декорирования различных изделий. Может использоваться для изготовления изделий малыми тиражами или в домашнем творчестве. Для реализации трафаретной печати применяют различные виды оборудования: ручные настольные станки, станки карусельного типа, автоматические машины. Анализ внешнего вида и формообразования представленных на рынке моделей и патентных решений в области трафаретной печати в основном выполнен без учета тенденций в сфере промышленного дизайна. Промышленное оборудование, как правило, не предполагает привлекательного внешнего вида и ориентировано только на использование в цеху.

Для данного проекта решено рассматривать ручной портативный станок для оперативной трафаретной печати, который можно будет использовать дома либо в салоне печати. В результате дизайн-проектирования был разработан внешний вид и цветовое решение станка. Для изготовления портативного станка для ручной трафаретной печати с разработанным дизайном предлагается применять технологию 3D-печати. В качестве материала для изготовления корпуса можно выбрать АБС-пластик.

Ключевые слова: трафаретная печать, станок трафаретной печати, дизайн-проект, 3D-печать, АБС-пластик.

Для цитирования: Селиванова В. П., Медяк Д. М. Дизайн-проект станка трафаретной печати // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатеchnологии. 2023. № 2 (273). С. 12–19. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-2.

V. P. Selivanova, D. M. Medyak

Belarusian National Technical University

DESIGN PROJECT OF SCREEN PRINTING MACHINE

The article shows the importance of aesthetic qualities for modern products put on the market. This also applies to the developed domestic industrial equipment, machine and mechanisms, tools.

Screen-printing is a special type of printing. It is widely used for decorating various products. Screen-printing can be used for the manufacture of products in small runs or in home art. To implement screen-printing various types of equipment are used: manual desktop machines, carousel-type machines, automatic machines. The analysis of the appearance and shaping of models and patent solutions on the market in the field of screen-printing is mainly carried out without taking into account trends in the field of industrial design. Industrial equipment, as a rule, does not imply an attractive appearance and is focused only on use in the workshop. For this project it was decided to consider a manual portable screen printing press that can be used at home or in a printing salon. As a result of design engineering, the appearance and color solution of the machine.

It is proposed to use 3D-printing technology to manufacture a portable manual screen-printing machine with a developed design. You can choose ABS plastic as the material for making the case.

Keywords: screen-printing, screen-printing machine, design project, 3D-printing, ABS-plastic.

For citation: Selivanova V. P., Medyak D. M. Design project of screen printing machine. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2023, no. 2 (273), pp. 12–19. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-2 (In Russian).

Введение. Дизайн как проектная деятельность, формирующая эстетические качества предметной среды, является неотъемлемой частью современных процессов проектирования объектов, инструментов, оборудования и окружающей среды.

Характеристикой современного рынка товаров выступает многообразие как производителей товаров, так и самой продукции. Любой требуемый объект или устройство можно найти в различном исполнении: от самого простого и дешевого варианта до дорого максимально эргономичного

и функционального. В таких условиях внешний вид изделия играет не последнюю роль. В ряде случаев потребитель готов переплачивать за эстетику объекта либо привлекательный внешний вид может спровоцировать покупку, обращая на себя внимание покупателя. Простейшим примером является упаковка товара, которая, имея эстетичный вид, сразу же привлекает внимание среди множества других упаковок на полке магазина.

Другим, не всегда очевидным, примером могут выступать объекты промышленного дизайна: инструменты, приспособления, оборудование. Здесь в первую очередь важно исполнение предметов своих непосредственных функций [1]. Но если для домашней утвари и техники бытового назначения необходимость эстетичного внешнего вида стала очевидна достаточно давно, все-таки эти объекты являются частью домашней обстановки, то на необходимости привлекательного внешнего вида для производственного оборудования (станки, аппараты, машины) отечественными предприятиями акцент, как правило, не делается.

Более того, в советское время можно было встретить элементы отрицания потребности подбора вариантов цветового решения объектов и элементов среды как избыточных и отвлекающих внимание от эффективной трудовой деятельности советского человека [2].

Современные возможности маркетинга и продвижения промышленной продукции позволяют представлять разработки на разных выставочных площадках: как физических, так и виртуальных. И в данном случае отсутствие внешней эстетики сильно сказывается на продвижении продукции и престиже предприятия, которое разрабатывает и производит оборудование. Как было показано в источнике [3], даже внешний вид сельскохозяйственной техники является объектом интереса современного промышленного дизайна.

Сегодня очевидно, что формирование комфортной и привлекательной рабочей среды способствует повышению культуры производства и росту производительности, что соответствует базовым принципам эргономики [4].

Основная часть. В представленной статье рассматривается разработка дизайна станка для трафаретной печати.

Трафаретная печать не является основным видом печати, она относится к группе специальных. Краска в ней продавливается через печатную форму, которая представляет собой трафарет, нанесенный на сетку тем или иным образом. Так получается оттиск. Данный вид печати применяется во многих отраслях, а не только в полиграфии. Зачастую ее используют там, где нужно наносить информацию на объемные или

цилиндрические поверхности. Это возможно благодаря тому, что печатная форма обладает определенной гибкостью. Кроме того, при печати применяются эластичные ракели, что позволяет повторять форму запечатываемых изделий при минимальном давлении.

Благодаря этому факту трафаретная печать нашла применение в текстильной промышленности для печати по тканям, при изготовлении печатных плат, табличек, этикеток, панелей управления в автомобильной и других отраслях промышленности. Также трафаретная печать используется для нанесения изображений на жестяные изделия, стеклянные бутылки, при изготовлении изданий для незрячих [5].

В полиграфии этот вид печати нашел свое применение в запечатывании бумаги и картона, при оформлении переплетных крышек. Обычно ее используют, если необходимо нанести толстый слой краски на поверхность или запечатать неровные, шероховатые поверхности. Также трафаретную печать можно применять для избирательного или сплошного лакирования оттисков [5].

Основными функциональными элементами оборудования для трафаретной печати являются:

- сетка с наносимым на нее трафаретом, которая сейчас изготавливается из синтетического материала;
- рама для натяжения и закрепления сетки, возможные материалы: дерево, пластмасса, металл, однако предпочтительно использование пластика как наиболее легкого и устойчивого к нагрузке материала;
- ракель для распределения краски, который может быть полностью пластмассовым или с незаточенным металлическим лезвием;
- стол для размещения запечатываемого материала, изготавливаемый из алюминия или дерева.

Для реализации трафаретной печати применяют разные виды оборудования.

Ручные станки используют для печати небольших тиражей. Их отличает низкая стоимость по сравнению с другим печатным оборудованием. Подъем и опускание рамы, перемещение ракеля в таких станках осуществляются вручную [6]. Печатный стол имеет регулировки в горизонтальной плоскости влево-вправо и вперед-назад для обеспечения точности печати. Также стол регулируется в вертикальной плоскости для соответствия толщине запечатываемого изделия. На таком оборудовании возможна однокрасочная печать. Для нанесения большего количества красок необходимо проведение полного технологического цикла для каждой краски. Ручной станок занимает мало места и весит около 30 кг [7]. Внешний вид такого оборудования представлен на рис. 1.



Рис. 1. Ручной станок трафаретной печати

Карусельные станки для трафаретной печати позволяют создавать многоцветное изображение на запечатываемом материале. Они, как правило, используются для печати на текстиле, могут быть оснащены 4–6 печатными секциями, иметь настольное или напольное исполнение в зависимости от формата печати [8]. Формообразующим фактором в данном случае являются рамы, расположенные вокруг стола-основания или оси, за счет этого оборудование имеет большие габариты. Внешний вид карусельного станка представлен на рис. 2.



Рис. 2. Карусельный станок трафаретной печати

Полуавтоматическое и автоматическое оборудование для трафаретной печати позволяет оптимизировать процесс печати и сократить действия печатника до минимума: положить запечатываемый материал, зафиксировать его, а после завершения процесса печати снять. Такое оборудование имеет транспортеры, систему самонакладов, датчики процесса, пульт управления, систему регулировки положения материала и его прижима и другие элементы [9]. Внешний вид оборудования определяется его функциями, обеспечением доступа к элементам управления, защитой опасных частей, например электродвигателя, вращающихся деталей. Пример внешнего вида автоматического станка приведен на рис. 3.



Рис. 3. Автоматический станок трафаретной печати

Таким образом, реализовывать трафаретный способ печати можно практически на любых видах оборудования: от примитивных ручных приспособлений, на которых возможно изготовление штучных изделий, до полностью автоматизированных машин, способных тиражировать несколько сотен тысяч экземпляров.

Трафаретную печать также можно выполнять в домашних условиях. Специфической проблемой, присущей данному виду оборудования, является отсутствие компактных и портативных моделей на рынке. Обычно станки для трафаретной печати рассчитаны на среднее и массовое производство, что, в свою очередь, препятствует развитию малого бизнеса и монетизации хобби. Также размещение самого оборудования для трафаретной печати и всех необходимых комплектующих требует наличия довольно большого помещения – студии или цеха. Кроме того, для технологического процесса нужна специфическая оснастка, представляющая собой отдельный станок со специфической функцией, что препятствует повышению компактности размещения оборудования для трафаретной печати.

В связи с тем, что трафаретная печать не является одним из основных видов печати, производство и патентование образцов печатного оборудования мало распространено.

После изучения доступных документов было проанализировано несколько патентов. Так, в патенте «Ручной трафаретный печатный станок» [10] представлена модель станка с дополнительным формодержателем, который связан со столом для запечатывания листов при помощи рычагов и шарниров. В нерабочем положении формодержатели находятся с противоположных сторон от печатного стола. Данное изобретение позволяет получать на листе качественную двухцветную печать изображения с точной приводкой цветов без замены печатной

формы и без переключивания листа в процессе печати [10]. Однако за счет наличия двух формодержателей и необходимого пространства для перемещения одного из них габаритные размеры оборудования увеличиваются, усложняется обслуживание станка.

Полезная модель [11] направлена на расширение технических возможностей станка трафаретной печати путем обеспечения возможности обработки объемных деталей сложной коробчатой формы. Данная модель имеет напольное исполнение, не отличающееся компактностью. Внешний вид патентуемого изделия представлен на рис. 4.



Рис. 4. Станок для шелкографической печати (Патент RU 139337 U1)

Патент «Станок для нанесения рисунка через трафарет» [12] содержит описание станка для нанесения рисунка способом шелкографии. Он может быть применен для нанесения рисунка на плоские изделия, подаваемые конвейерным способом, например при декорировании отделочных плиток. Данный станок оснащен различными механизмами, позволяющими качественно и быстро выполнять печать, однако они же подразумевают большое количество деталей в станке и сложность создания цельной, хорошо читаемой формы конечного изделия.

Полезная модель [13] представляет собой станок для шелкографической печати по изделиям цилиндрической и конусообразной формы. Он приспособлен для цветной печати только на определенных изделиях, которые имеют на своей поверхности специальные приспособления для такого вида печати. Станок достаточно дорог в изготовлении. Главное его достоинство заключается в том, что он может производить трафаретную печать практически по любым изделиям указанной формы (например, бутылки, флаконы, кружки, косметические упаковки, пепельницы, ручки, пластиковые стаканчики и подобные изделия).

Представленные в обзоре модели оборудования для трафаретной печати в своем большинстве выполнены без учета тенденций в сфере

промышленного дизайна. Зачастую это примитивные конструкции, состоящие из металлических реек и труб, окрашенные в различные цвета. Цветное покрытие в данном случае используется не как инструмент дизайна, а как дополнительная защита. Отсутствует цветовая индикация рабочих и потенциально опасных зон. Цвета, которые применяются для покрытия корпуса станка и его элементов, невозможно вписать в интерьер жилого помещения. Создается ощущение присутствия в помещении предмета из промышленного цеха.

Формообразование у данного класса станков опирается исключительно на функциональность, что в некоторых случаях смотрится выигрательно, но иногда мешает цельному восприятию станка как единого целого.

Проанализировав рассмотренные модели станков для трафаретной печати, было решено разработать дизайн-проект портативного станка для ручной трафаретной печати. Предполагаемой сферой использования данного оборудования является домашнее творчество, небольшое частное производство продукции или декорирование готовых изделий.

В процессе анализа аналогового ряда проектируемого оборудования было найдено множество проблем, связанных с репрезентацией станков для трафаретной печати на рынке. К примеру, была выявлена очень низкая осведомленность широкой аудитории о данном виде печати, несмотря на ряд ее преимуществ.

Можно отметить явную тенденцию к исполнению станков для трафаретной печати в промышленном стиле для их размещения исключительно в цеху. В связи с этим основной целью данного проекта стало создание портативной, легкой в использовании и привлекательной внешне модели станка для трафаретной печати.

Главная функция разрабатываемого оборудования – нанесение изображения на поверхность. Исходя из проведенного разностороннего анализа проектируемого объекта, были установлены следующие функциональные требования к портативному станку для трафаретной печати:

- совместить основные рабочие компоненты станка в одном компактном корпусе;
- предусмотреть систему замены трафарета на рамке без повреждения последней;
- предусмотреть систему очистки рамки и сетки от излишков краски и возможность повторного ее использования для других циклов печати.

Исследование аналогового ряда моделей станков для трафаретной печати, представленных на рынке, позволило установить следующие эргономические требования к проектируемому оборудованию:

- 1) формат рамки и запечатываемой поверхности: А6–А4;

2) необходим отсек для хранения дополнительных материалов (красок, бумаги, ракеля).

За неимением прямых прототипов проектируемого оборудования требовалось разработать дизайн корпуса и внутренних узлов таким образом, чтобы процесс массового производства станка был экономически оправдан в данном сегменте рынка.

Для решения поставленной задачи предлагается взять на вооружение уже используемые технологии изготовления ручных станков для трафаретной печати с принципиальным изменением только конструкции многогранной рамки и размещением всех узлов в цельном корпусе.

В результате дизайн-проектирования была разработана модель портативного станка для трафаретной печати.

Схема работы на данном станке принципиально не отличается от классической. Однако при сохранении технологии печати оформление и компоновка узлов оборудования разработана с учетом наиболее удобного и эффективного использования материалов.

Корпус станка выполнен из матового пластика, поэтому внешний вид схож с классическим принтером. Габаритные размеры портативного станка (230×230×250 мм) позволяют поместить его на рабочем столе обычного размера. На рис. 5 представлена разработанная модель портативного станка для трафаретной печати.

Одним из основных рабочих узлов данного станка является рамка, оснащенная системой креплений, которые при захождении в пазы корпуса обеспечивают вертикальное движение рамки. Горизонтальное передвижение рамки внутри корпуса осуществляется механически при помощи направляющих уголков, расположенных внутри корпуса станка. Рамка состоит из двух съемных частей, спроектированных таким образом, чтобы при их смыкании без дополнительного закрепления удерживалась трафаретная сетка.

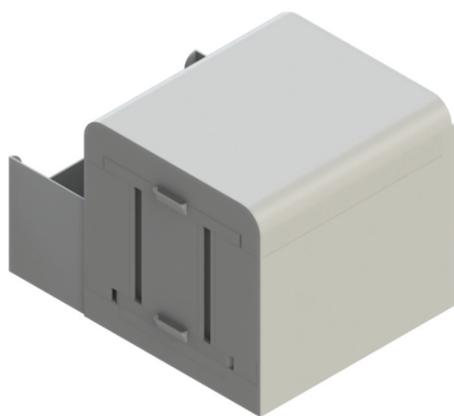


Рис. 5. Разработанная модель станка для трафаретной печати

Другим важным элементом выступает столик, на котором впоследствии будет располагаться запечатываемый материал. Размеры столика соответствуют печатному формату А5 (148×210 мм). В дальнейшем возможна модификация станка, при которой стандартные рамка и столик формата А5 смогут быть заменены на А6 и А4. На рис. 6 продемонстрирована модель портативного станка для трафаретной печати с рамкой и столиком в рабочем состоянии.

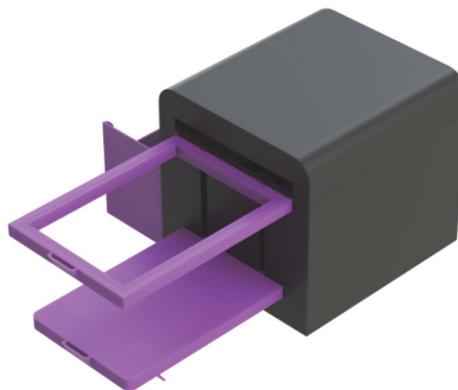


Рис. 6. Рамка и столик разработанного станка в открытом состоянии

Сбоку корпуса размещен съемный отсек для хранения красок и ракеля. Также туда можно складывать бумагу, дополнительные сетки, рамки и столики другого формата. Отсек для хранения разработан съемным для возможности замены его на любой другой цвет, представленный в линейке.

Первоначальные цветовые решения станка базируются на личных предпочтениях авторов и включают в себя исполнение в черно-фиолетовом, черно-розовом и черно-оранжевом цвете. Черный цвет считается наиболее практичным и наименее марким, что важно при работе с красками. В черном цвете предполагается исполнять корпус либо дополнительные элементы станка: рамку, столик и съемный отсек. Можно отказаться от применения черного цвета в пользу монохромного оформления. Фиолетовый цвет способствует реализации творческого потенциала и может служить акцентом в помещении. Розовый и оранжевый также создают позитивный настрой и могут подчеркивать стиль домашней обстановки или салона печати. В дальнейшем ассортимент цветов станка может пополняться.

Так как к выпуску планируется небольшая партия ручных станков в разработанном дизайне, то для изготовления корпуса предлагается использовать технологию 3D-печати. Данная технология хорошо подходит для производства малых партий промышленных образцов и позволяет сократить затраты на их изготовление.

Для изготовления корпуса и элементов портативного станка для трафаретной печати предлагается применять 3D-принтер Creality Ender 5 Plus, так как данная модель имеет большую область построения по сравнению с другими моделями. Принтер имеет прочную кубическую раму с горизонтальной осью XU и винтовую направляющую по оси Z . У каждой оси есть специальный шаговый двигатель. Встроенный датчик точно измеряет наклон поверхности печатного стола и обеспечивает автоматическую компенсацию оси Z в случае неровностей платформы. Датчик накаливания предотвращает ошибки печати из-за разрывов или запутывания нитей. Это гарантирует стабильную надежную печать с высокой точностью [14].

Основание печатного стола из стекла является съемным и позволяет легко снимать 3D-отпечаток с платформы. Принтер оснащен 4,3-дюймовым сенсорным экраном для удобной работы. Creality Ender 5 Plus реализует технологии 3D-печати FDM и FFF, поддерживает материалы ABS, PLA, PETG, SBS, FLEX, TPE, TPU и обеспечивает толщину слоя печати 0,4 мм [14].

В качестве материала, из которого будет изготовлен портативный станок, выбран пластик АБС (ABS) – акрилонитрилбутадиенстирол.

Пластик АБС – это синтетический полимер, имеющий желтоватый цвет. Он обладает высокой устойчивостью к ударам и эластичностью. Благодаря этому нашел применение в качестве инженерного и конструкционного материала. Производят данный пластик эмульсионной сополимеризацией его компонентов: акрилонитрила, бутадиена, стирола.

Полимер может выпускаться в виде гранул или листов. Гранулы используются для дальнейшего литья различных изделий, а листы могут применяться как готовая продукция или полуфабрикат для оформления интерьеров помещений [15].

Рост популярности АБС-пластика объясняется его хорошими техническими характеристиками:

- высокая износостойкость и прочность в сочетании с хорошей эластичностью;
- хорошая долговечность (при отсутствии воздействия ультрафиолетовых лучей);
- сопротивляемость воздействию моющих средств;
- устойчивость к воздействию влаги, кислот, щелочей, масел;
- материал не токсичен (при нормальных условиях эксплуатации от -40 до $+90^{\circ}\text{C}$);
- матовая поверхность желтоватого оттенка, может окрашиваться при помощи пигментов в любые цвета.

Сегодня из АБС-пластика изготавливают детали автомобилей: внутреннюю обшивку, приборные панели, рукоятки инструментов. Также

данный полимер применяется при производстве бытовой техники, например для изготовления корпусов пылесосов, кухонных комбайнов, телефонных аппаратов, компьютеров и другой оргтехники. Из него выполняют корпуса промышленных агрегатов, санитарно-технических изделий, электротехнических приборов. Благодаря безвредности АБС-пластик нашел широкое применение в производстве практически всех видов канцелярских, а также детских товаров. Разработана пищевая разновидность пластика, которая используется при изготовлении контейнеров для хранения продуктов, тары для питьевой воды. Также материал востребован при разработке спортивного, торгового и рекламного оборудования [15].

АБС-пластик применяется и в качестве расходного материала при 3D-печати, что делает его универсальным для производства спроектированного станка трафаретной печати любой реализуемой 3D-принтером технологией.

АБС-пластику присущи и некоторые недостатки, однако их можно компенсировать соблюдением определенных режимов печати и эксплуатации готового изделия.

Пластик не подходит для печати в принтерах с открытым корпусом, так как не переносит сквозняки при печати. Кроме того, АБС склонен к расслоению из-за высокой усадки. Это требует использования 3D-принтера с подогреваемым столом. Выбранная для изготовления корпуса станка модель 3D-принтера имеет закрытый корпус и подогреваемый стол, что исключает данные опасности. Также АБС-пластик поддерживает возможность механической обработки поверхности, а это в комплексе с химическим сглаживанием поверхности позволит создать гладкую поверхность [16].

В процессе 3D-печати АБС-пластиком может образовываться неприятный запах, поэтому в производственном помещении должна быть организована вытяжка.

АБС-пластик плохо переносит воздействие ультрафиолетового излучения, может пожелтеть на солнечном свете, что ограничивает применение неокрашенных изделий на улице. В данном проекте предлагается использовать окрашенный в черный, фиолетовый, розовый или оранжевый цвета АБС-пластик, а готовое изделие – ручной станок оперативной трафаретной печати – эксплуатировать в условиях помещения с размещением в глубине комнаты.

Заключение. Современный рынок насыщен как изделиями, так и производителями продукции. В таких условиях конкурентным преимуществом становятся неочевидные и непервоочередные функции предмета, например внешний вид, дизайн.

Трафаретная печать, обладая рядом преимуществ и возможностей, может быть реализована и в домашних условиях на ручном оборудовании.

Обзор различного оборудования для трафаретной печати и изобретений в данной области показал отсутствие в этой сфере интересных с точки зрения эстетики решений во внешнем оформлении станков.

В работе предлагается дизайн-проект станка для оперативной ручной трафаретной печати, состоящий из компактного корпуса станка со

скругленной формой углов, столика и рамки для печати, съемного отсека для хранения материалов. Цветовые решения позволяют вписать данную разработку в любой интерьер и создать творческую атмосферу для его использования по назначению.

Для изготовления портативного станка для ручной трафаретной печати предлагается применить технологию 3D-печати с АБС-пластиком в качестве материала (для предполагаемых масштабов производства такой вариант является наилучшим).

Список литературы

1. Медяк Д. М. Современный дизайн – эргономичный дизайн // Инновации и современные технологии в промышленном дизайне и упаковке: материалы статей 76-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ, Минск, 28 февраля 2023 г. С. 32–35.
2. Миронова Л. Н. Цветоведение. Минск: Выш. шк., 1984. 286 с.
3. Селиванова В. П. Инновационный подход в дизайне сельскохозяйственного оборудования на примере пресс-подборщика лент льна самоходного ПЛС-1 // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник. Минск, 2023. С. 273–276.
4. Березкина Л. В., Кляуззе В. П. Эргономика: учебник. Минск: РИВШ, 2020. 564 с.
5. Румянцев В. Машины и станки трафаретной печати // КомпьюАрт. 2000. № 3. URL: <https://compuart.ru/article/8508> (дата обращения: 15.04.2023).
6. Шелкография и трафаретная печать – оборудование // Полиграфические машины. URL: <https://pmachine.by/g117611-shelkografiya-trafaretnaya-pechat> (дата обращения: 15.04.2023).
7. Одноцветный ручной трафаретный станок silkprint 103 // Полиграфические машины. URL: <https://pmachine.by/p2049707-odnotsvetnyj-ruchnoj-trafaretnyj.html> (дата обращения: 15.04.2023).
8. Карусельный печатный станок для шелкографии // Компания ESAPRINT. URL: <https://www.esaprint.ru/catalog/ruchnye-karuselnye-stanki> (дата обращения: 15.04.2023).
9. SAKURAI MS-72A – стопцилиндровый листовой автомат // Полиграфические машины. URL: <https://pmachine.by/p1027535-sakurai-72a-stopstsilindrovuj.html> (дата обращения: 15.04.2023).
10. Ручной трафаретный печатный станок: пат. 16916 Рос. Федерация. МПК В41F 15/02 / К. Л. Макаров, П. А. Золотов, Е. В. Пирогов, Е. В. Окропишин; заявл. 19.07.00; опубл. 27.02.01 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000016916&TypeFile=html (дата обращения: 20.04.2023).
11. Станок для шелкографической печати: пат. 139337 Рос. Федерация. МПК В41М 1/12 / Г. В. Николаев, Р. З. Валиуллин; заявл. 29.10.13; опубл. 10.04.14 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000139337&TypeFile=html (дата обращения: 20.04.2023).
12. Станок для нанесения рисунка через трафарет: пат. 2128116 Рос. Федерация. МПК В41F 15/00 / В. А. Захарченко; заявл. 11.02.98; опубл. 27.03.99 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=0002128116&TypeFile=html (дата обращения: 20.04.2023).
13. Станок для шелкографической печати по изделиям цилиндрической и конусообразной формы: пат. 18829 Рос. Федерация. МПК В41М 1/12 / А. В. Ярыгин, В. В. Киняйкин; заявл. 15.05.00; опубл. 20.07.01 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. URL: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000018829&TypeFile=html (дата обращения: 20.04.2023).
14. 3D-принтер Creality3D Ender – 5 Plus // CREALITY. URL: <https://www.creality.com/products/ender-5-plus-3d-printer> (дата обращения: 25.04.2023).
15. Основные сведения о материале АБС // Полимер инфо. URL: <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/abs-plastik-cto-eto-takoe.html> (дата обращения: 22.04.2023).
16. Подробный гид по выбору пластика для 3D-принтера // TOP3DSHOP. URL: <https://top3dshop.ru/blog/podrobnyj-gid-po-vyboru-plastika-dlja-3d-pechati.html#abs> (дата обращения: 22.04.2023).

References

1. Medyak D. M. Modern design – ergonomic design. *Innovatsii i sovremennyye tekhnologii v promyshlennom dizayne i upakovke: materialy statey 76-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh rabotnikov, doktorantov i aspirantov BNTU* [Innovations and

modern technologies in industrial design and packaging: proceedings of the articles of the 76th scientific and technical conference of the faculty, researchers, doctoral students and graduate students of BNTU]. Minsk, 2023, pp. 32–35 (In Russian).

2. Mironova L. N. *Tsvetovedeniye* [Color science]. Minsk, Vysheyshaya shkola Publ., 1984. 286 p. (In Russian).

3. Selivanova V. P. An innovative approach to the design of agricultural equipment on the example of a self-propelled flax baler PLS-1. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva: mezhvedomstvennyy tematicheskyy sbornik* [Mechanization and electrification of agriculture: interdepartmental thematic collection]. Minsk, 2023, pp. 273–276 (In Russian).

4. Berezkina L. V., Klyauzze V. P. *Ergonomika* [Ergonomics]. Minsk, RIVSH Publ., 2020. 564 p. (In Russian).

5. Rumyantsev V. Screen printing machines and machines. *Komp'yutArt* [CompuArt], 2000, no. 3. Available at: <https://compuart.ru/article/8508> (accessed 15.04.2023) (In Russian).

6. Silkscreen and screen-printing equipment. *Poligraficheskkiye mashiny* [Printing machines]. Available at: <https://pmachine.by/g117611-shelkografiya-trafaretnaya-pechat> (accessed 15.04.2023) (In Russian).

7. Single color silkprint 103 manual stencil machine. *Poligraficheskkiye mashiny* [Printing machines]. Available at: <https://pmachine.by/p2049707-odnotsvetnyj-ruchnoj-trafaretnyj.html> (accessed 15.04.2023) (In Russian).

7. Carousel Screen Printing Machine. *Kompaniya ESAPRINT* [ESAPRINT Company]. Available at: <https://www.esaprint.ru/catalog/ruchnye-karuselnye-stanki> (accessed 15.04.2023) (In Russian).

9. SAKURAI MS-72A – stop-cylinder sheet machine. *Poligraficheskkiye mashiny* [Printing machines]. Available at: <https://pmachine.by/p1027535-sakurai-72a-stoptsilindrovyy.html> (accessed 15.04.2023) (In Russian).

10. Makarov K. L., Zolotov P. A., Pirogov E. V., Okropishin E. V. *Ruchnoy trafaretnyy pechatnyy stanok* [Manual screen printing press]. Patent RF, no. 16916, 2001. Available at: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000016916&TypeFile=html (accessed 20.04.2023) (In Russian).

11. Nikolaev G. V., Valiullin R. Z. *Stanok dlya shelkograficheskoy pechati* [Screen printing machine]. Patent RF, no. 139337, 2014. Available at: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPM&DocNumber=0000139337&TypeFile=html (accessed 20.04.2023) (In Russian).

12. Zakharchenko V. A. *Stanok dlya naneseniya risunka cherez trafaret* [Machine for drawing a picture through a stencil]. Patent RF, no. 2128116, 1999. Available at: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=RUPAT&DocNumber=0002128116&TypeFile=html (accessed 20.04.2023) (In Russian).

13. Yarygin A. V., Kinyaikin V. V. *Stanok dlya shelkograficheskoy pechati po izdeliyam tsilindricheskoy i konusoobraznoy formy* [Silk-screen printing machine for cylindrical and cone-shaped products]. Patent RF, no. 18829, 2001. Available at: <https://new.fips.ru/registers-doc-view/fipsservlet?DB=RUPM&DocNumber=0000018829&TypeFile=html> (accessed 20.04.2023) (In Russian).

14. 3D-printer Creality3D Ender – 5 Plus. *Creality* [CREALITY]. Available at: <https://www.creality.com/products/ender-5-plus-3d-printer> (accessed 25.04.2023) (In Russian).

15. Basic information about ABS material. *Polimer info* [Polymer info]. Available at: <https://polimerinfo.com/kompozitnye-materialy/abs-plastik-chto-eto-takoe.html> (accessed 22.04.2023) (In Russian).

16. A detailed guide to choosing plastic for a 3D-printer. *TOP3DSHOP* [TOP3DSHOP]. Available at: <https://top3dshop.ru/blog/podrobnyj-gid-po-vyboru-plastika-dlja-3d-pechati.html#abs> (accessed 22.04.2023) (In Russian).

Информация об авторах

Селиванова Валерия Павловна – магистр, инженер кафедры «Промышленный дизайн и упаковка». Белорусский национальный технический университет (220013, г. Минск, ул. Я. Коласа, 14, корп. 9, Республика Беларусь). E-mail: vel.selivanova@gmail.com

Медяк Диана Михайловна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленный дизайн и упаковка». Белорусский национальный технический университет (220013, г. Минск, ул. Я. Коласа, 14, корп. 9, Республика Беларусь). E-mail: Medyak@bntu.by

Information about the authors

Selivanova Valeria Pavlovna – Master, Engineer, the Department “Industrial Design and Packag”. Belarusian National Technical University (14, Ya. Kolasa str., building 9, 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: vel.selivanova@gmail.com

Medyak Diana Mikhailovna – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department “Industrial Design and Packag”. Belarusian National Technical University (14, Ya. Kolasa str., building 9, 220013, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Medyak@bntu.by

Поступила 01.08.2023