

5. Адаптивный фрезерный инструмент и условие устойчивой его работы / А. А. Гришкевич [и др.] // Труды БГТУ. – 2016. – № 2 (184) : Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. – 280 с.

УДК 674.055:674.023

**А. Ф. Аникеенко, Т. А. Машорипова**

(А. F. Anikeenko, T. A. Mashoripova)

(БГТУ, г. Минск, РБ)

E-mail для связи с авторами: dosy@belstu.by

## **ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НОВОГО АДАПТИВНОГО СВЕРЛИЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА**

### **APPLICATION OF 3D-PRINTING IN DESIGNING A NEW ADAPTIVE DRILLING TOOL USING**

*Статья описывает необходимость применения 3D-печати при проектировании дереворежущего инструмента [1–5]. Проведен анализ различных материалов, применяемых при 3D-печати. Обоснована необходимость в проектировании сборных сверл особой конструкции с использованием 3D-печати. Предложена новая конструкция сборных винтовых сверл, позволяющая механическим путем изменять скорость подачи непосредственно во время обработки ламинированной древесностружечной плиты, тем самым предотвращая появление сколов на поверхности хрупкого слоя (ламината) плит, которая в дальнейшем будет распечатана на 3D-принтере для апробации.*

*The article describes the need for 3D-printing in the design of wood-cutting tools [1–5]. The analysis of various materials used in 3D-printing. The necessity of designing precast drills of a special design using 3D-printing is substantiated. A new design of prefabricated screw drills is proposed, which allows mechanically changing the feed rate directly during processing of a laminated chipboard, thereby preventing chips from appearing on the surface of a fragile layer (laminate) of plates, which will later be printed on a 3D-printer for testing.*

Перспектива лучшего заставляет человечество создавать новые технологии, а также модернизировать уже существующие. Прогресс постоянно движется: каждый год появляются новые изобретения и технологии, которые позволяют не только упростить жизнь человека, но и разнообразить развитие и обучение. Одной из быстро развивающихся областей современного мира является 3D-технология.

Еще 10 лет назад технология 3D-печати не имела большой известности и обширного применения, однако в настоящее время она стремительно развивается. В частности, наблюдается прорыв в материалах, используемых для 3D-печати – появляются экологически чистые материалы. Сегодня современные технологии 3D-печати активно внедряются во многих отраслях экономики, в т. ч. в медицине, промышленности (автомобилестроении, авиации и космосе, военно-промышленном комплексе и др.), архитектуре, науке и т. д.

Развитие технологий 3D-печати и их высокая перспективность делает особенно актуальным вопрос их применения при проектировании дереворежущего инструмента, так как деревообрабатывающая промышленность диктует усовершенствование дереворежущего инструмента. Это позволит удешевить изготовление прототипа инструмента и его апробацию, что является немаловажной задачей в сфере деревообработки.

Преимущества устройств для 3D-печати по сравнению с обычными методами создания моделей: быстрая скорость, простота создания и низкая стоимость. Так, создание модели традиционным методом может занять несколько недель или даже месяцев в зависимости от сложности продукта, в результате чего затраты на разработку и время изготовления продукции будут существенно выше по сравнению с вариантом использования 3D-печати.

Использование технологий 3D-печати открывает быстрый путь к интерактивному моделированию, что позволяет создавать 3D-части дереворежущего инструмента, печатать их, тестировать и оценивать. Если инструмент не работает, вторая попытка не является проблемой. Использование технологии 3D-печати неизбежно приводит к увеличению доли инноваций в новых проектах дереворежущего инструмента. Наиболее точно смоделированные прототипы инструмента с использованием 3D-технологии позволят оценить ее правильность воспроизведя продукт в реальном материале.

В качестве расходного материала можно использовать ABS-пластик. ABS (акрилонитрилбутадиенстирол, АБС) – это ударопрочная техническая термопластическая смола на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом. Этот пластик непрозрачный, легко окрашивается в разные цвета.

К достоинствам данного пластика можно отнести долговечность, ударопрочность и относительную эластичность, нетоксичность, влаго- и маслостойкость, стойкость к щелочам и кислотам, широкий диапазон эксплуатационных температур. Печать дереворежущего инструмента с применением ABS-пластика позволит провести апробацию прототипа для его дальнейшего усовершенствования.

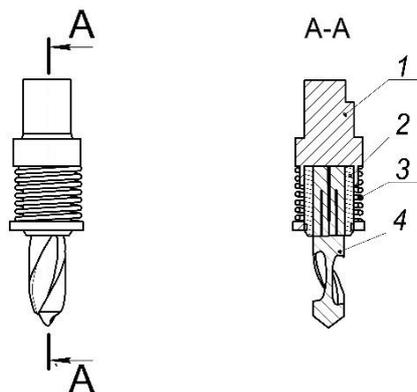
Также в современном мире для 3D-печати используют металлический порошок. Современные технологии позволяют получить порошок для 3D-печати металлом с определенными свойствами для решения конкретных производственных задач. А так как распылению можно подвергнуть практически любые металлы, то и номенклатура металлических материалов для 3D-принтеров чрезвычайно обширна. Достижения металлургии в полной мере реализуются в аддитивном производстве, позволяя использовать уникальные сплавы для изготовления геометрически сложных изделий повышенной точности, плотности и повторяемости. 3D-печать металлами обладает серьезным потенциалом для повышения эффективности производства в деревообрабатывающей отрасли промышленности. Применение металлического порошка для печати дереворежущего инструмента позволит ускорить сам процесс и сократит расходы на проект.

Основные преимущества 3D-печати металлами:

- высокие показатели плотности: в 1,5 раза выше чем при литье;
- возможность создания миниатюрных и геометрически сложных объектов и неповторимых форм в виде закрытых бионических структур;
- широкий выбор металлических сплавов как стандартных, так и специальных;
- сокращение циклов производства и ускорение выхода готовой продукции;
- подогреваемый стол не обязателен;
- высокая прочность.

В связи с этим в данной работе было спроектировано сверло спиральное сборное (см. рис.), которое в дальнейшем будет распечатано на 3D-принтере для апробации.

Конструкция данного сверла состоит из хвостовика, тела сверла и одной пружины с переменным шагом. Это сверло позволит, имея систему упругих элементов, с переменным шагом обрабатывать древесностружечные плиты, в том числе и ламинированные, исключая возможность появления сколов на входе и выходе инструмента. Дело в том, что коэффициент жесткости пружины с переменным шагом увеличивается с увеличением нагрузки, что повышает надежность и увеличивает срок ее службы.



Прототип сверла спирального сборного:  
1 – хвостовик; 2 – патрон; 3 – упругий элемент; 4 – сверло

Применение сверл данного типа в первую очередь позволит улучшить качество обработанной поверхности, а также увеличить стойкость сверл за счет уменьшения скорости подачи. Применение такого типа сверл также экономически выгодно, так как закупаются только тело сверла, а хвостовики остаются прежние.

Упругий элемент в момент соприкосновения режущей части сверла с обрабатываемым материалом сжимается и тем самым уменьшает скорость подачи. Далее сверло работает как обычное. При увеличении нагрузки на пружину, в момент, когда процесс сверления завершается, чаще расположенные витки начинают смыкаться. При этом число работающих витков уменьшается и, соответственно, пружина становится жестче.

В результате исследования были выделены следующие преимущества внедрения технологий 3D-печати при проектировании дереворежущего инструмента:

- 1) увеличение научного потенциала при проектировании инструмента;
- 2) возможность для будущих поколений реализовывать свои идеи намного эффективней чем это происходит сейчас;
- 3) значительное повышение инновационной конкурентоспособности на мировом уровне;
- 4) существенное ускорение и удешевление этапов прототипирования и экспериментального тестирования.

Таким образом, используя системы автоматического проектирования и 3D-принтеры, можно разработать и напечатать недостающие или сломанные детали дереворежущего инструмента, а также создать готовый инструмент, обладающий необходимыми функциональными возможностями с целью применения его в деревообрабатывающей отрасли.

Использование данного типа инструмента при сверлении плитных материалов позволит в значительной мере сократить количество брака, увеличить производительность вместе со снижением энергопотребления. Предполагаемая стоимость изготовления подобного сверла при серийном производстве значительно меньше затрат на устранение брака или модернизацию используемого оборудования.

### Библиографический список

1. Салахов, Р. Ф. Возможности 3D-печати в образовательном процессе / Р. Ф. Салахов, Р. И. Салахова, З. Н. Гаптраупова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – Ч. 2. – 2017. – № 6 (72). – С. 196–198.

2. Усенков, Д. Ю. 3D-печать : как это работает? / Д. Ю. Усенков // Мир 3D. – 2014. – № 3 (17). – С. 3–17.

3. 3D-Printing in Education : Where Are We Now and What Does the Future Hold? – URL : <http://www.officexpress.co.uk/3d-printing-in-education-where-are-we-now-and-what-does-the-future-hold/>.

4. IDC : мировой рынок 3D-печати в 2018 году вырастет до 12 миллиардов долларов. – URL : <https://www.computerworld.ru/news/IDC-mirovoy-rynok-3D-pechati-v-2018-godu-vyrastet-do-12-milliardov-dollarov>.

5. 3D-печать металлами – технологии и принтеры. – URL : <https://habr.com/company/top3dshop/blog/400731>.

**УДК 676.024.61**

**С. Н. Вихарев, Д. С. Загородских**

(S. N. Viharev, D. S. Zagorodskih)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: [cbp200558@mail.ru](mailto:cbp200558@mail.ru)

## **АВТОМАТИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА РОТОРОВ МЕЛЬНИЦ**

### **AUTOMATIC BALANCING OF ROTORS OF REFINERS**

*В статье сделана попытка применить активное автоматическое балансирующее устройство к ротору мельницы. Рассмотрена конструкция устройства, принцип его работы. Разработана управляющая программа устройства. Проведенные испытания на физической модели подтвердили надежность и работоспособность разработанного автоматического балансирующего устройства мельницы.*

*In article the attempt to use the active automatic balancing device to a refiner rotor is made. The device design, the principle of its work is considered. The operating program of the device is developed. The carried-out tests on physical model confirmed reliability and operability of the developed automatic balancing device of a refiner.*

Автоматическая балансировка роторов – это уменьшение дисбаланса ротора в процессе работы без его остановки. Известно множество конструкций автобалансирующих устройств (далее АБУ) роторов машин. Эти устройства бывают активные и пассивные [1]. Как известно, дисбаланс ротора мельницы изменяется в процессе эксплуатации и может увеличиваться до четырех раз из-за неравномерного износа гарнитуры [2]. В статье сделана попытка применить АБУ к ротору мельницы.

Предлагается активное АБУ ротора мельницы. Схема такого устройства представлена на рисунке 1. Мельница содержит вращающийся ротор, состоящий из вала 1 и диска 2 на котором закреплена сегментная гарнитура 3. Ротор закреплен при помощи подшипниковых опор 4, которые закреплены в корпусе 5. На корпусе 5 закреплен датчик положения вала 6. Также на корпусе закреплен вибропреобразователь 7 и электромагнит 8.

На разрезе А-А показана гарнитура 3 с капсулой 10. На продольном разрезе гарнитуры Б-Б показана капсула 9, в которой закреплены корректирующие массы в виде шаров 10, которые могут перемещаться по каналу 11 с фиксацией положения при помощи выступов 12.

Сигнал с вибропреобразователя 7 поступает на предусилитель 13 и далее – на аналогово-цифровой преобразователь 14, на микроконтроллер (управляющее