

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

УДК 681.625.9

ГАВРИЛОВЕЦ  
Дмитрий Александрович

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОФИСНОЙ  
ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-36 80 08

«Инженерная геометрия и компьютерная графика»

\_\_\_\_\_

Научный руководитель  
Гиль Светлана Валентиновна  
кандидат технических наук, доцент

\_\_\_\_\_

Минск 2020

Работа выполнена на кафедре инженерной и компьютерной графики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и электроники»

Научный руководитель:

**Гиль Светлана Валентиновна**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная и компьютерная графика» учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

**Калтыгин Александр Львович** кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Защита диссертации состоится «25» июня 2020 г. года в 9 часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 4, 2 уч. корп., ауд. 509, тел.: 293-89-92, e-mail: kafei@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в обеспечение функционирования процесса документооборота любого субъекта хозяйственной деятельности широко внедряются и активно используются электронные источники приёма, обработки, передачи и хранения информации. При этом параллельно достаточно большая часть информации оформляется на бумажных носителях. Следовательно, вопросы утилизации архивной и офисной документации в крупных объёмах, проектирование и создание соответствующего оборудования, которое обеспечит экологическую безопасность и сохранение природных ресурсов Республики Беларусь, являются актуальными и перспективными. Темой диссертационного исследования является разработка технологии и оборудования переработки офисной макулатуры.

Организации, осуществляющие хозяйственную деятельность, сталкиваются с обработкой огромного документооборота. Часто происходит накопление офисной макулатуры. На предприятиях и учреждениях вынуждены организовывать пункты хранения и выброса, заключать договора со спецавтобазами, предприятиями по переработке отходов, биомехзаводами, бумажными фабриками или с третьими лицами сбора макулатуры, которые осуществляют ее вывоз и переработку. В этой связи увеличиваются хозяйственные затраты организаций, связанные со сбором макулатуры, транспортировкой, ее хранением, брикетированием, сортировкой и переработкой. Это приводит к увеличению трудоемкости процесса переработки и, как следствие, росту стоимости переработанного сырья. Определенным минусом является то, что данные традиционные перерабатывающие технологии являются грязными и наносят вред окружающей среде и экологии.

Соответственно разработка и применение современного компактного оборудования для переработки макулатуры, которое будет актуальным решением поставленных задач непосредственно на территории организации позволит снизить или полностью исключить вышеуказанные затраты и проблемы утилизации.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТ

**Целью работы** является разработка геометрической модели оборудования мобильной станции переработки офисной документации на основании компьютерного анализа средствами САПР Autodesk Inventor и SolidWorks.

### **Задачи исследования:**

- проанализировать передовые технологии переработки бумажных носителей информации в странах СНГ и Евросоюза;
- разработать технологический процесс утилизации отходов процесса документооборота;
- спроектировать конструкцию оборудования переработки бумажных отходов с помощью компьютерного анализа средствами САПР Autodesk Inventor и SolidWorks в соответствии с заданными параметрами и рекомендациями, требованиями экологической безопасности;
- дать предложения по коммерциализации данного проекта в Республике Беларусь.

**Объектом исследования** является технологический процесс мобильной переработки и утилизации отходов делопроизводства оборудованием станции.

**Предметом исследования** является геометрическая модель оборудования станции для мобильной переработки и утилизации отходов делопроизводства.

### **Результаты исследования:**

- выполнен сравнительный анализ передовых технологий переработки бумажных носителей информации в странах СНГ и Евросоюза;
- разработан технологический процесс утилизации отходов процесса документооборота, рекомендуемый для предприятий и организаций в Республике Беларусь;
- спроектирована конструкция оборудования переработки бумажных отходов в соответствии с заданными параметрами и рекомендациями, требованиями экологической безопасности;
- предложен проект по коммерциализации данного оборудования.

### **Значимость работы:**

- результаты работы способствуют снижению затрат организаций и населения в локальных областях хранения и переработки офисной макулатуры;
- полученные результаты геометрического моделирования оборудования средствами САПР снижают затраты на процесс испытаний и эксплуатации оборудования.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении отмечена актуальность темы диссертации, содержится оценка современного состояния проблемы хранения, переработки и утилизации архивной и офисной документации в крупных объёмах, дано обоснование необходимости выполнения исследования.

В главе 1 проведен сравнительный анализ существующих современных технологий переработки макулатуры и выполнена оценка используемой поэтапной технологии переработки макулатуры на производстве и описанной в литературе по данной тематике.

В главе 2 сформулированы существующие проблемы перевозки, хранения и утилизации макулатуры.

В главе 3 на основании выполненного патентно-информационного поиска и проведенного сравнительного анализа применяемых в настоящее время технологий переработки предлагается комплексное решение вопросов утилизации отходов делопроизводства.

В главе 4 в виде схемы описывается новая разработанная технология и оборудование для переработки макулатуры с описанием конструкции каждого устройства и принципа функционирования блока оборудования в отдельности.

В главе 5 рассматривается метод геометрического моделирования каждого в отдельности блока оборудования с использованием компьютерного анализа средствами САПР Autodesk Inventor и SolidWorks.

В главе 6 предложен процесс внедрения в производство, рассматриваются вопросы эксплуатации, состав материалов, входящих в оборудование переработки офисной макулатуры.

В главе 7 разработано предложение производственной части инновационного проекта, заключающееся в разработке и отладке опытно-промышленного образца оборудования для оснащения персональных станций переработки офисной макулатуры.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационном исследовании представлена разработанная технология и модернизированное оборудование для переработки офисной макулатуры, в которой был предложен метод сухой очистки бумажного волокна, при этом производительность оборудования увеличилась в несколько раз по сравнению с существующими аналогами. Предлагаемый метод сухой очистки, эффективность которого доказана компьютерным анализом и моделированием процесса и геометрических параметров нейронных сетей, позволяет увеличить продуктивность существующей технологии очистки вне зависимости от качества и вида загружаемого бумажного сырья. Такой подход позволяет создать персональную станцию переработки офисной макулатуры, обладающую следующими свойствами:

- экологичность – полностью экологически чистая очистка макулатуры;
- увеличивает производительность в 2 раза;
- повышает коэффициент очистки офисной макулатуры на 1% – 1,8%;
- сокращает время цикла переработки офисной макулатуры в 1,5 раза;
- повышение равномерности толщины формируемого слоя на 45%.

Разработанная технология позволяет:

1. Сократить затраты на покупку и утилизацию офисной макулатуры.
2. Сократить масштабы используемых производственных площадей для хранения и сбора макулатуры.
2. Сократить затраты на переработку офисной макулатуры.
3. Достигнуть ресурсосбережения, используя повторно офисную макулатуру.
4. Сократить топливно-энергетические затраты, в связи с сокращением цикла переработки в виде сбора, транспортировки и сортировки макулатуры.
5. Снизить затраты на заработную плату в связи с сокращением используемых рабочих мест и профессий.
6. Снизить себестоимость получения листа бумаги.
7. Расширить кооперацию производств - обеспечить стабильными заказами сырья целлюлозно-бумажную отрасль. Потребность в сырье и материалах для производства станций удовлетворяется промышленностью Беларуси.

Существенно улучшены конструкции отдельных блоков и узлов, составляющих станцию утилизации отходов офисной макулатуры и процесса документооборота. Конструкция разрывной машины была видоизменена и при этом существенно увеличилась её производительность. В ней были подвергнуты изменению: блок формования бумажного волокна, блок очистки бумажного волокна и добавлена опреснительная камера в блок

каландрирования. Блок формования был модифицирован, улучшен контроль напыления и толщины напыляемого волокна на ленту. Установлены дополнительные датчики и заслонки. Блок очистки бумажного волокна получил измененную геометрию, что позволит в дальнейшем при эксплуатации уменьшить погрешность собираемого волокна и увеличить качество выпускаемого сырья на 15–30%.

Опреснительная камера в блоке каландрирования позволяет снизить затраты на потери воды, уменьшить конденсирующийся пар на стенках станции и предотвратить выбросы нагретого пара в атмосферу. Значимым фактором здесь будет являться конденсация пара на стенках аппарата, что может привести к непредвиденной поломке и снижению срока эксплуатации станции.

Система формования получила дополнительную возможность контроля толщины бумажного волокна и новую систему дозирования частиц на ленту конвейера. Данная система дозирования более корректно регулирует толщину волокна, так как ранее этот параметр не регулировался, и полученная прослойка не менялась на уже прошедшем контроле участка ленты, а просто начинала формироваться под давлением, что сказывалось на равномерности получаемого бумажного листа. Таким образом разработанная установка решает проблему переработки офисной бумаги и ее утилизации.

Из представленного расчета экономического эффекта видно (Приложение А), что использование мобильной станции при условии объёма переработки 200 тыс. тонн в год приведет к экономическому эффекту в размере 200000 рублей в год. Учитывая, что в Республике Беларусь в год перерабатывается от 150 тыс. тонн до 250 тыс. тонн макулатуры, и существует тенденция к росту объемов её переработки, можно сделать вывод, что разработанная технология является перспективной и будет эффективна для экономики страны.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Гавриловец Д. А. Персональная станция переработки офисной макулатуры / Д. А, Гавриловец. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2017. – №: 90 «Машиностроение». – С. 302 – 303.

2. Гавриловец Д. А. Совершенствование эффективности блока формования плотности листа персональной станции переработки офисной макулатуры / Д. А, Гавриловец. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2017. – №: 90 «Машиностроение». – С. 304 – 305.

3. Гавриловец Д. А. Разработка технологии и оборудования для переработки офисной макулатуры / Д. А, Гавриловец, А.С, Кириенко. // Сборник материалов Международного форума студенческой и учащейся молодежи “Первый шаг в науку – 2017”. ООО "Минский технопарк" – Минск: Четыре четверти, 2017. – с. 82–84.

4. Гавриловец Д. А. Особенности технологического обеспечения переработки офисной макулатуры / Д. А. Гавриловец. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2018. – №: 95 «Машиностроение». – С. 229 – 232.

5. Гавриловец, Д. А. Совершенствование эффективности блока механического разрыва бумажной массы персональной станции переработки офисной макулатуры / Д. А. Гавриловец. // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. – 2018. – №: 95 «Машиностроение». – С. 232 – 234.

6. Гавриловец, Д. А. Геометрическое моделирование блока центрифугирования бумажного волокна / Д. А, Гавриловец, С.В, Гиль // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции, 24 апреля 2020 года, Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская Федерация / отв. ред. К. А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2020. – С. 79-84.

7. Гавриловец, Д. А. Геометрическое моделирование разрывной машины / Д. А. Гавриловец // 56-я юбилейная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 18-20 мая 2020 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2020.