

воздуха разрушают скопившие по дну емкости участки и способствуют продвижению затонувшим семенам по направлению приемка 15, откуда они захватываются лопастями шнекового транспортера 5 на верх и поступают в барабанную сушилку 19. Здесь семена избавляются от лишней влаги и далее по нории 20 поступают в склад готовой продукции или отправляются прямо на посев.

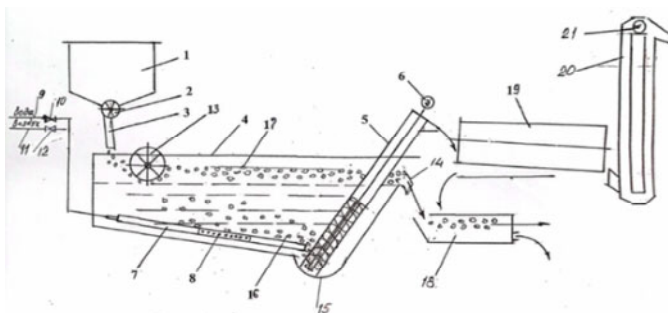


Рисунок – Устройство для сортировки семян хлопчатника

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает простыми методами разделение семян хлопчатника на посевную и техническую для получения хлопкового масла.

Список использованной литературы

1. Автономов, А. И. Хлопководство : Учебник / А. И. Автономов [и др.] // Москва : Колос, 1983. – 334 с.
2. Косимов, К. Устройство для сортировки семян хлопчатника. Патент на изобретение IAP 7685 / К. Косимов, Г. Уришев, С. С. Израйлов // Ташкент. – 2024 г.

Summary. The proposed device provides simple methods for separating cotton seeds into sowing and technical ones for obtaining cottonseed oil.

УДК 621.01+721.021.23

Толочко Н.К., доктор физико-математических наук, профессор;

Сокол О.В., старший преподаватель;

Карпач В.Ю., студент; **Волков Е.Д.**, студент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ CAD/CAM/CAE В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Аннотация. Рассмотрено программное обеспечение, которое позволяет создавать, изменять, анализировать и оптимизировать 3D-модели механических деталей и других объектов.

Abstract. The article discusses software that allows you to create, modify, analyze and optimize 3D models of mechanical parts and other objects

Ключевые слова. Аддитивное производство, CAD/CAM/CAE системы.

Keywords. Additive manufacturing, CAD/CAM/CAE systems.

Аддитивное производство (*additive manufacturing*) – процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем добавления материала, как правило, слой за слоем, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки, проката и т.д.) [1].

Весь цикл аддитивного производства изделия можно представить в виде определенной последовательности операций (рис. 1) [2, 3]. Циклы аддитивного производства реализуются программными системами автоматизированного проектирования (CAD – Computer Aided Design), автоматизации технологической подготовки производства (CAM – Computer Aided Manufacturing) и автоматизации инженерного анализа (CAE – Computer Aided Engineering) [4].

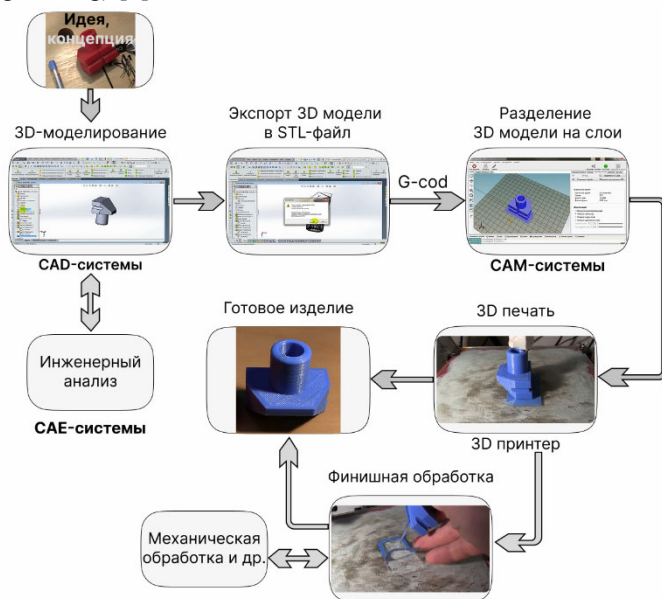


Рисунок 1 – Цикл аддитивного производства

На первом этапе аддитивного производства осуществляется разработка электронной геометрической модели при помощи инструментов 3D-

моделирования – визуализация объекта, направленная на быстрое воссоздание изделия, с целью выявления его пригодности или наличия у него дефектов (CAE системы) [5].

Электронные геометрические модели (трехмерные модели) могут быть получены двумя способами: ручным компьютерным графическим дизайном или за счет 3D-сканирования.

Компьютерный дизайн осуществляется на базе CAD модулей (Computer Aided Design), основная функция которых определение геометрии конструкции, поскольку геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта и является основой для последующего использования в системах CAM и CAE [6].

На сегодняшний день существует огромное количество версий программного обеспечения (ПО) для автоматизированного проектирования (CAD), например Tinkercad, Fusion 360, Blender, SolidWorks, Компас-3D и др.

Tinkercad – это бесплатное онлайн-приложение для 3D-моделирования, разработанное Autodesk. Оно подходит для начинающих и позволяет создавать простые 3D-модели с помощью удобного интерфейса и готовых фигур. Tinkercad работает прямо в браузере, не требуя установки, и поддерживает экспорт файлов для 3D-печати (STL, OBJ). Также в нем есть функции схемотехники и программирования с использованием блоков кода.

Fusion 360 – это мощное облачное программное обеспечение от Autodesk для 3D-моделирования, проектирования, инженерного анализа и подготовки к производству. Оно широко используется в машиностроении, промышленном дизайне и 3D-печати. Fusion 360 поддерживает параметрическое моделирование, симуляции нагрузок и генеративный дизайн, а также интегрированные CAM- и PCB-инструменты.

Blender – это бесплатная и мощная программа для 3D-моделирования, анимации, рендеринга и создания спецэффектов. Она поддерживает скульптинг, текстурирование, работу с физикой и видеомонтаж. Blender используется как для 3D-печати, так и в индустрии кино, игр и дизайна. Программа кроссплатформенная и имеет открытый исходный код.

SolidWorks – это профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования и проектирования, разработанное компанией Dassault Systèmes. Оно используется в машиностроении, промышленном дизайне и производстве. SolidWorks поддерживает параметрическое моделирование, создание сборок, чертежей, а также инженерный анализ (CAE) и подготовку к производству (CAM). Отличается высокой точностью и удобной интеграцией с другими CAD/CAM-системами.

Компас-3D – это российская система 3D-моделирования и проектирования, разработанная компанией АСКОН. Она широко используется в машиностроении, строительстве и приборостроении. Компас-3D поддерживает параметрическое моделирование, создание чертежей по ЕСКД, инже-

нерные расчёты и интеграцию с САМ-системами. Программа удобна для разработки технической документации и автоматизации проектных процессов [7].

Второй этап – экспорт 3D-модели в STL-файл – перевод файла на язык, понятный 3D-принтеру. Для 3D-печати поверхности преобразуются в формат цельнотянутой полигональной сетки без отверстий, который описывает геометрию как облако связанных треугольных граней и вершин, неотличимую от оригинального CAD дизайна.

Однако STL-файлы могут содержать дефекты, что в дальнейшем может привести к сбоям во время печати. Для того чтобы получить напечатанную модель высокого качества, необходимо все возможные дефекты предотвратить еще на этапе проектирования.

На третьем этапе при помощи САМ систем (Computer Aided Manufacturing) осуществляется разделение 3D-модели на тысячи плоских 2D слоев, которые будут последовательно воспроизводиться на 3D принтере, с помощью специальной программы-слайсера. Слайсеры – преобразуют 3D-модели в G-code, который понимает принтер, например, Ultimaker Cura, PrusaSlicer, Simplify3D и др.

Ultimaker Cura – это популярный бесплатный слайсер для 3D-печати, разработанный компанией Ultimaker. Он предназначен для подготовки 3D-моделей к печати, конвертируя их в G-code для принтера. Cura поддерживает широкий выбор 3D-принтеров, имеет простые и расширенные настройки, а также интеграцию с CAD-программами. Отличается удобным интерфейсом и возможностью автоматической оптимизации параметров печати.

PrusaSlicer это мощный слайсер для 3D-печати, разработанный компанией Prusa Research. Он поддерживает FDM и SLA-принтеры, предлагает гибкие настройки параметров печати и оптимизацию для принтеров Prusa, но также совместим с другими моделями. Программа имеет удобный интерфейс, режимы для новичков и опытных пользователей, а также поддержку многоматериальной печати.

Simplify3D – это платный слайсер для 3D-печати, известный своей высокой производительностью и гибкими настройками. Он поддерживает широкий спектр 3D-принтеров, оптимизирует траектории печати для повышения качества и скорости, а также предлагает мощные инструменты для поддержки, многоматериальной печати и предварительного просмотра слоев. Подходит для профессионалов, которым важна точность и контроль над процессом печати [7].

Четвертый этап – непосредственно сама 3D-печать – послойный синтез натурального объекта (изделия) по данным CAD-модели, считываемым 3D-принтером с STL-файла. Для реализации 3D-печати используется хост 3D принтера, который обеспечивает связь между компьютером и принтером.

Он позволяет получать информацию для печати, а также изменять параметры работы устройства в режиме реального времени через ПК. Часто слайсеры и хост объединены в одно ПО для 3D печати, которое поставляется производителем принтера [7].

Примеры:

OctoPrint – это бесплатное программное обеспечение для удалённого управления 3D-принтером. Оно позволяет запускать, приостанавливать и контролировать печать через веб-интерфейс. Поддерживает мониторинг с веб-камеры, плагин-систему для расширения функционала и интеграцию с различными 3D-принтерами. Работает на Raspberry Pi, что делает его удобным решением для автоматизации и контроля печати;

AstroPrint – это облачное программное обеспечение для управления 3D-принтерами, которое позволяет пользователям управлять печатью через веб-интерфейс или мобильные приложения. Оно предлагает функции мониторинга печати, подготовки моделей и настройки принтера, а также доступ к библиотеке готовых 3D-моделей. AstroPrint поддерживает различные 3D-принтеры и обеспечивает удобный доступ к управлению печатью из любой точки мира.

Аддитивное производство – неразрывно связано с CAD/CAM/CAE системами, оно базируется на этих системах. Данные, созданные в любой из систем, используются для реализации последовательных этапов в другой системе с помощью быстрого и эффективного процесса преобразования форматов данных. CAD/CAM/CAE системы продолжают развиваться с огромной скоростью и на сегодняшний день особое внимание уделяется развитию гибридных решений, объединяющих возможности всех трех типов систем в единой платформе [8, 9]. Новые разработки включают внедрение искусственного интеллекта для оптимизации процессов проектирования, использования технологий дополненной реальности для визуализации проектов и развития аддитивных технологий производства.

Список использованной литературы

1 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения : ГОСТ Р 57558-2017. – Москва Стандартинформ, 2018. – 16 с.

2 Аддитивные технологии в производстве и ремонте машин : учебное пособие / Н. К. Толочко [и др.] ; Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. - Нур-Султан : КАТУ им. С. Сейфуллина, 2022. – 184 с.

3 Толочко, Н. К. Аддитивные технологии в ремонтном производстве / Н. К. Толочко, Н. Н. Романюк, О. В. Сокол // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК : материалы Междунар. науч.-практ. конф. "Белагро-2018", Минск, 7–8 июня 2018 г. – Минск : БГАТУ, 2018. – С. 76–82.

4 Применение систем CAD/CAM/CAE в аддитивной технологии 3D-печати / Р.Ш. Узбекиов, В.В. Челноков, Ю.М. Аверина // Наука, техника и образование. – 2023. – № 4 (92). – С. 8–11.

5 Аддитивное производство: технология, материалы и достоинства 3D-печати [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://makerly.eu/ru/aditivne-virobnicztvo-tehnologiya-materiali-ta-perevagi-3d-druku/>. – Дата доступа: 02.05.2025.

6 tebx.ru : [сайт]. – Минск, 2024-2025. – URL : <https://tebx.ru/spravochnik/cadcam.html> (дата обращения 06.05.2025).

7 Топ бесплатных программ для 3D печати в 2021 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://3dtoday.ru/blogs/lider-3d/top-besplatnyh-programm-dlya-3d-pesati-v-2021-godu%C2%A0>. Дата доступа: 08.05.2025.

8 Cad cae cam системы что это [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rudesignshop.ru/blog/cad-cae-cam-sistemy-chto-eto/>. Дата доступа: 08.05.2025.

9 3D печать: 3D моделирование в SolidWorks. От модели до готовой детали. Верстака ВОСН [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=6o7fF7MYuQ&t=0s>. Дата доступа: 10.05.2025.

Summary. Additive manufacturing is inextricably linked with CAD/CAM/CAE systems and is based on these systems. Data created in any of the systems is used to implement successive stages in another system using a fast and efficient process of data format conversion. CAD/CAM/CAE systems continue to develop at a tremendous speed and today special attention is paid to the development of hybrid solutions that combine the capabilities of all three types of systems in a single platform. New developments include the introduction of artificial intelligence to optimize design processes, the use of augmented reality technologies to visualize projects and the development of additive manufacturing technologies.

УДК 537.634:620.263

Карлюк А.П., ассистент;

Щурин К.В., доктор технических наук, профессор

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», Минск, Республика Беларусь*

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ДИСКРЕТИЗАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КЛАСТЕРОВ В ПРОЦЕССЕ МАГНИТНОЙ АКТИВАЦИИ

Аннотация. Проведен анализ эффективности применения внешних малоэнергетических воздействий на улучшение эксплуатационных свойств немагнитных жидкостей. Показаны технико-технологические и экономические преимущества метода магнитной активации жидких сред с использованием постоянных неодимовых магнитов. Рассмотрена проблема повышения теплотворной способности углеводородных топлив методом магнитной активации, реализующим разрыв межмолекулярных и внутримолекулярных связей, что обеспечивает высокий уровень доступа молекул окислителя к молекулам горючего, повышая полноту сгорания.