

3D-модель мехатронного загрузчика ПВХ-гранул миниатюрной экструзионной линии

Е.Д. Соболев, В.Д. Бухарина

Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

Обоснование. Современная промышленность, в том числе переработка пластиковых материалов [1], требует разработки высокоэффективных и экономичных решений для обработки и производства различных изделий. В процессе переработки поливинилхлорида (ПВХ) важным этапом является подача гранул в экструзионную машину, которая затем превращает материал в нужные формы и размеры [2, 3]. Для обеспечения стабильности и высокой производительности экструзионных линий необходимы точно спроектированные и скоординированные механизмы загрузки.

Использование мехатронных систем, включающих в себя сочетание механики, электроники и информатики, позволяет существенно улучшить процессы автоматизации, повысить точность и надежность работы оборудования. Одним из таких устройств является мехатронный загрузчик ПВХ-гранул. Мехатронный загрузчик является устройством, предназначенным для автоматической подачи гранул в экструзионную линию при производстве 3D-нити, который обеспечивает непрерывную подачу материала с минимальными потерями, гарантирует стабильную работу экструдера и производственной линии в целом.

С учетом тенденции миниатюризации и улучшения производительности, миниатюрные экструзионные линии [4–7] с интегрированными мехатронными загрузчиками становятся все более востребованными в малых и средних производственных мощностях, что позволяет значительно повысить экономическую эффективность за счет уменьшения занимаемой площади, упрощения управления процессами и уменьшения энергозатрат.

Процесс проектирования и разработки устройств загрузки с применением 3D-моделирования представляет собой важный шаг в создании новых устройств. 3D-моделирование позволяет на стадии проектирования увидеть все возможные механизмы взаимодействия компонентов, протестировать конструкции на прочность, а также заранее устранить возможные дефекты в системе.

Исходя из вышеизложенного, тема разработки 3D-модели мехатронного загрузчика ПВХ-гранул для миниатюрной экструзионной линии является актуальной, поскольку отвечает современным требованиям по повышению эффективности и снижению затрат на проектирование в целом.

Цель — повышение точности подачи материала, уменьшение количества брака изделий путем разработки конструкции и 3D-модели мехатронного загрузчика ПВХ-гранул для миниатюрной экструзионной линии.

Методы. Для разработки 3D-модели использовалось программное обеспечение SolidWorks, которое позволило создать точную и детализированную модель конструкции мехатронного загрузчика ПВХ-гранул. 3D-модель мехатронного загрузчика представлена на рис. 1, 2 в разных плоскостях.

3D-модель поделена на три зоны, которые разделены заслонками между собой (на рисунке не показаны). В случае опустошения нижней зоны 3 задвижки отодвигаются и гранулы пересыпаются из верхних зон 1 и 2 бункера к нижней, а также перемешиваются установленным через все устройство вертикальным шнеком (на модели отсутствует).

На первом этапе происходит засыпание пластиковых гранул в верхнюю зону 1 бункера, которая имеет наибольший объем и служит основным резервуаром для хранения гранул. Здесь происходит накопление материала, который будет перемещен в нижние зоны 2 и 3.

После заполнения верхней зоны 1 гранулы перемещаются в среднюю зону 2, которая имеет сужение к центру с обеих сторон, что способствует равномерному распределению гранул и предотвращает их накопление в одной части бункера, осуществляя стабильную подачу материала в экструдер.

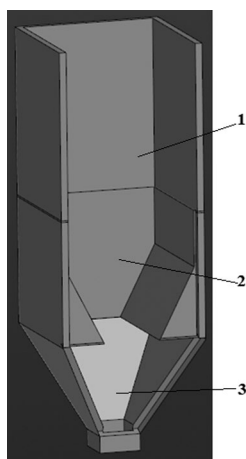


Рис. 1. 3D-модель мехатронного загрузчика (вид № 1)

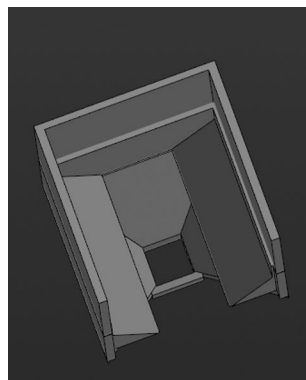


Рис. 2. 3D-модель мехатронного загрузчика (вид № 2)

Крайняя зона 3 бункера в отличие от верхних частей 2 и 3 отличается трапецевидной формой и напрямую прикреплена к экструдеру.

Результаты. Предложена 3D-модель конструкции мехатронного загрузчика ПВХ-гранул, выполненная с использованием SolidWorks. Разработанная 3D-модель позволит улучшить точность подачи материала для миниатюрной экструзионной линии, описанной в работах [4–7], и снизить вероятность брака в процессе производства 3D-нити.

Выводы. Все принятые в процессе разработки решения направлены на обеспечение стабильной работы миниатюрной экструзионной линии [4–7], а также снижение уровня брака при производстве 3D-нити, улучшая общую производительность системы в целом.

В дальнейшем планируется разработка системы управления мехатронным загрузчиком ПВХ-гранул, которая позволит автоматизировать процесс подачи материала, обеспечив точный контроль за количеством и скоростью подачи. Система будет включать в себя алгоритмы для мониторинга и регулирования работы устройства в реальном времени, что повысит его гибкость и адаптивность к изменениям в производственном процессе.

Использование отечественных комплектующих и технологий обеспечит не только более низкие затраты на производство и обслуживание, но и поддержку отечественного производства, что важно с точки зрения импортозамещения и развития национальной промышленности.

Ключевые слова: 3D-модель; мехатронный загрузчик; ПВХ-гранулы; миниатюрная экструзионная линия; SolidWorks; конструкция; пластиковая переработка; мехатроника.

Список литературы

1. Пикалов С.С. Экология и проблема переработки промышленных отходов // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы перспективных научных исследований»; Смоленск, 31 мая 2016 года. Часть 2. Смоленск: ООО НОВАЛЕНКО, 2016. С. 156–158. EDN: WFXRTD
2. Зуева К.А. 3D-печать: революция в производстве и дизайне // Сборник докладов XV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»; Белгород, 23–24 октября 2023 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2023. С. 129–132. EDN: KXSFXV
3. Акопян Ю.К. Материалы 3D-печати // Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции «Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации (шифр-МКАА)»; Москва, 27 марта 2024 года. Москва, 2024. С. 341344. EDN: STUVYZ
4. Терехин М.А., Иванов Д.В. Разработка действующего макета тянущего устройства лабораторной экструзионной линии // Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС «Дни студенческой науки»; Самара, 04–28 апреля 2023 года. Том 1. Выпуск 24. Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. С. 216–217. EDN: QTZLCR
5. Лебакин И.В., Воссин А.В., Козлов В.Е. разработка конструкции наматывающего устройства лабораторной экструзионной линии // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте»; Самара, 26–27 января 2023 года. Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. С. 181–186. EDN: DBFJHR

6. Терехин М.А., Безъязыкова Л.А. Варианты технологических схем охлаждающих устройств шнека экструдера и холодной водяной ванны при производстве прутка нити на базе элемента Пелтье миниатюрной экструзионной линии // Наука и образование транспорту. 2022. № 2. С. 105–107. EDN: OHGBSI
7. Безъязыкова Л.А. Проектирование элементов конструкции охлаждающего устройства лабораторной экструзионной линии // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции «Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте». Самара, 2023. С. 145–148. EDN: TNAGAN

Сведения об авторах:

Егор Дмитриевич Соболев — студент, группа ИВТб-21, электротехнический факультет; Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: 2201862@stud.samgups.ru

Валерия Денисовна Бухарина — студентка, группа ИВТб-21, электротехнический факультет; Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: lera.bukharina.03@mail.ru

Сведения о научном руководителе:

Илья Львович Сандлер — старший преподаватель; Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия. E-mail: i.sandler@samgups.ru