

веществом для того, чтобы модель имела лучшую адгезию со столом и не отлипала в процессе печати. После начинается печать. По прошествию некоторого времени получаем две детали, которые уже можно использовать.

#### Литература

1. Технология полимерных материалов / под ред. В. К. Крыжановского. – СПб: Профессия, 2008. – 533 с.
2. Технология пластических масс / под ред. В. В. Коршака. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1985. – 560 с.

УДК 621

### **ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМОГО В ПРОИЗВОДСТВЕ МЭМС**

Студент гр. 11310120 Войтюк Д. М.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Целью данной научной работы является изучение технологий быстрого прототипирования инструментария, используемого в производстве МЭМС. В работе проведен критический анализ обзора литературных источников в области изучения технологий быстрого прототипирования.

Микроэлектромеханические системы (МЭМС) – это небольшие устройства, в которых электронные схемы сочетаются с механическими компонентами. Эти устройства становятся все более популярными во многих отраслях, включая аэрокосмическую, биомедицинскую, телекоммуникационную и бытовую электронику. Одной из проблем производства МЭМС является необходимость быстрого прототипирования инструментов. Именно здесь на помощь приходят технологии быстрого прототипирования.

Одной из ключевых технологий быстрого прототипирования инструментов, используемых при производстве МЭМС, является 3D-печать. 3D-печать – это процесс, при котором цифровая модель печатается в физическом объекте. Эта технология позволяет быстро и эффективно производить инструменты МЭМС и значительно снижает стоимость, время и сложность производства этих инструментов. Технология 3D-печати устраняет необходимость в дорогостоящих процессах изготовления инструментов и сокращает время, необходимое для проектирования и производства инструментов, позволяя дизайнерам и инженерам быстро тестировать и совершенствовать свои прототипы.

Другой технологией является электрохимическая обработка (ЭХО). Она включает использование электролита и электрического тока для удаления материала с заготовки. ЕСМ используется для создания сложных форм и для материалов, которые трудно обрабатывать традиционными методами, таких как титан и нержавеющая сталь.

Еще одной технологией быстрого прототипирования инструментов, используемых в производстве МЭМС, является лазерная обработка. Лазерная обработка включает в себя использование мощного лазерного луча для удаления материала с заготовки, создавая желаемую форму или функцию. Технология лазерной обработки может использоваться для производства небольших и сложных компонентов, которые трудно изготовить с использованием традиционных процессов обработки. Эта технология также может использоваться для создания сложных геометрических форм с высокой степенью точности и аккуратности, что делает ее идеальной для производства инструментов МЭМС.

Наконец, обработка с числовым программным управлением (ЧПУ) – это еще одна технология, которая используется для быстрого прототипирования инструментов, используемых в производстве МЭМС. Обработка с ЧПУ предполагает использование машин с компьютерным управлением для создания сложных и точных компонентов из сырья. Эта технология идеально подходит для производства инструментов МЭМС, поскольку она эффективна, точна и масштабируема.

Кроме того, существуют также программные пакеты, которые используются для проектирования и моделирования микрожидкостных устройств, такие как COMSOL и ANSYS. Эти программные пакеты позволяют моделировать поток жидкости и оптимизировать конструкцию перед созданием физического прототипа.

В заключение, технологии быстрого прототипирования играют жизненно важную роль в производстве МЭМС. Эти технологии позволяют создавать сложные геометрические формы, выполнять точные измерения и выполнять многочисленные итерации за короткий промежуток времени. Среди популярных технологий – 3D-печать, лазерная микрообработка, электрохимическая обработка и программное обеспечение для моделирования и проектирования. Данные технологии позволяют производителям быстро и эффективно проектировать и производить МЭМС-продукты, принося пользу различным отраслям, которым требуются МЭМС-технологии.

#### Литература

1. Евстифеев, М. И. Методы проектирования конструкций микромеханических гироскопов: учеб. пособие / М. И. Евстифеев. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 182 с.
2. Распопов, В. Я. Микромеханические приборы: учеб. пособие / В. Я. Распопов. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.

УДК 621

### ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ СУЛЬФИДА КАДМИЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Студент гр. 11310120 Воробей Д. А.

Кандидат техн. наук, доцент Колонтаева Т. В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Целью работы является изучение технологического процесса получения наночастиц сульфида кадмия в водном растворе для дальнейшего изучения его оптических свойств.

В работе проведен обзор литературных источников в области синтеза наноматериалов, особое внимание было уделено классификации наноматериалов и методам их получения. Подробно изучены нанопорошки, их структура, свойства и область применения. В результате анализа обзора литературы установлено, что метод химической конденсации имеет ряд преимуществ, таких как высокая чистота полученных образцов, довольно простая методика, недорогое сырье. Как правило, именно они делают этот метод распространенным и часто применяемым.

Начало технологического процесса заключается в подборе исходных компонентов, в нашем случае это хлорид кадмия и сульфид натрия. Так же важным компонентом является стабилизатор, который предотвращает процессы коагуляции и седиментации в растворе. В своей работе мы использовали 3-меркаптопропил-триметоксисилан (МПС), который предварительно был растворен в этаноле и прошел процесс поликонденсации.

После получения наночастиц сульфида кадмия был проведен контроль параметров, в который входит: микрофотография наночастиц для определения их количества и основных размеров, рентгенофазовый анализ, мало угловое рассеяние рентгеновского излучения и нейтронов, изучение оболочек полученных наночастиц.

В результате изучения и анализа технологического процесса разработана его схема, которая представлена на рис. 1.

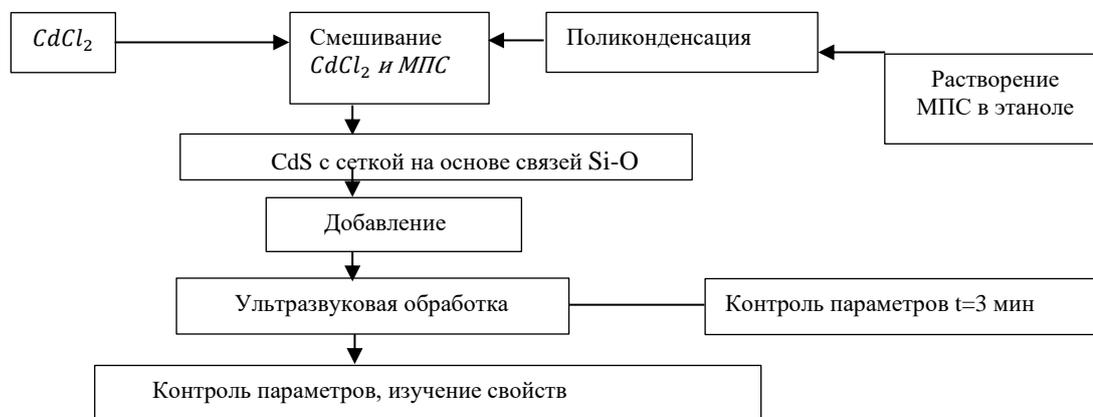


Рис. 1. Технологическая схема получения наночастиц сульфида кадмия в водном растворе