

УДК 621.515.001

А.А.Дмитриев (4 курс, каф. КВиХТ), А.В.Коршунов, асс.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОТЕХНОЛОГИЙ В КОМПРЕССОРОСТРОЕНИИ

*Микросистемная техника (МСТ)* — это перспективное научно-техническое направление, целью которого является решение задачи минианизации процессов (микродозаторы, микро- и наноинструмент и др.) и объекта (сенсорные микросистемы, микроэлектромеханические системы и машины и др.), и выполнение их в виде некоторых упорядочных композиций облоостей с заданным составом, структурой и геометрией при помощи основных приемов с заданными функциональными, энергетическими, временными и надежностными показателями.

Микросистемная техника обеспечивает:

- удобство размещения малогабаритных объектов (возможность установки датчиков в место непосредственного измерения, к примеру, в проточной части);
- удобство их производства, все операции проводятся одновременно над большим количеством элементов и заготовок (в одном чипе может содержаться свыше миллиона элементов, на одной кремниевой пластине - несколько десятков или сотен чипов, а в технологических установках могут обрабатываться одновременно до сотен пластин, при этом итоговая производительность одной технологической линии может достигать нескольких миллионов изделий в неделю, обеспечивая весьма низкую стоимость одиночного изделия, несмотря на огромные вложения в технологию и разработку);
- возможность решения задач нерешаемых традиционными методами (уменьшение потерь в пограничном слое, изменением его толщины; изменение условий обтекания поверхности: изменение шероховатости).

Составляющими микротехнологии являются направления микроэлектроника и микромеханика. Микроэлектроника представляет собой развитие систем анализа и принятия решений – составление программ (не требует специального рассмотрения), когда как микромеханика – восприятие информации и совершение действий после ее обработки (т.е. отвечает за физический интерфейс) – некоторое физическое представление (объект).

Задачами микротехнологии (микромеханики) являются:

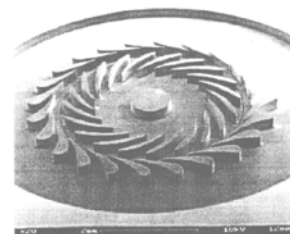
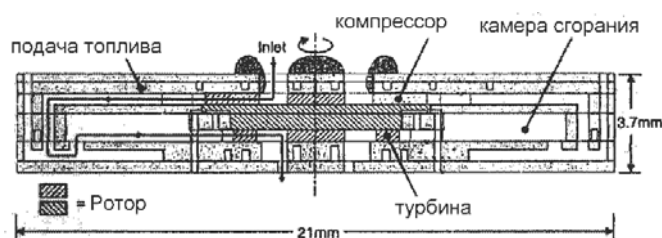
- разработка конструкторско-технологических подходов, позволяющих унифицировать по технологии производство сенсоров и активаторов в различных отраслях техники, сохраняя такие важнейшие характеристики микроэлектронной технологии, как микроразмеры элементов и массовость промышленного выпуска изделий;
- решение проблемы энергетического запаса и его пополнения;
- развитие трехмерного 3D-формообразования и реализация новых технологических операций (аддитивные - "многоэтажные" конструкции, и субтрактивные - методы глубокого травления, селективного травления);
- освоение и использование новых материалов;
- решение вопросов метрологического обеспечения разработок, поскольку микроразмеры, создаваемых устройств, требуют применения соответствующих инструментов измере-

ния и контроля, и кроме того, существенное уменьшение массы и габаритов устройств приводит к проявлению новых свойств объектов.

Возможные сферы применения: 1) микроэлектромеханические системы и машины: микромеханизмы, микропривод, микродвигатели; 2) оптические микросистемы: микрооптика, оптические интегральные схемы; 3) биотехнические микросистемы: миниатюрные автономные системы для диагностики организма и замещения органов; 4) микросистемы энергообеспечения: автономные миниатюрные источники энергии, микротурбины, микросистемы рекуперации энергии; 5) сенсорные микросистемы: мультисенсоры, интеллектуальные сенсоры, сенсоры с обратной связью; 6) микроаналитические микросистемы: миниатюрные аналитические приборы; 7) технологические микросистемы: микрореакторы, микроинструмент, микрорегуляторы, микронасосы; 8) мини- и микроробототехнические системы: автономные многофункциональные диагностические и технологические минисистемы для специальных условий эксплуатации.

*Использование микросистемной техники в компрессоростроении:*

– микрокомпрессоры: основной их процент приходится на машины объемного действия (высокочастотно колеблющаяся мембрана). Однако на сегодняшний день разработан прототип турбореактивного микродвигателя, составляющим которого является микрокомпрессор (рабочее колесо диаметром 2 мм) (проект MIT USA).



– микросенсоры и микроактиваторы: 70-е годы - начало исследования по использованию технологических приемов микроэлектроники для создания интегрированных микроустройств, у которых входными или выходными величинами являются не только электрические сигналы (ток и напряжение), но и механические - давление, сила, перемещение, скорость, ускорение. Реализация в виде: датчиков давления и температуры, акселерометров (измерение ускорения потока), зондов (в основном, измерение направления потока) и др.

В частности выделяется лаборатория МСТ при СПбГТУ: разработан технологический процесс изготовления трехточечного цилиндрического зонда, термопар, датчиков теплового потока, различных (по исполнению) датчиков давления, акселерометров и др., с сохранением всех характеристик микросистем.

– микроэлектромеханические системы: комплекс сменных технологических микромодулей для выполнения различного рода операций с высокой локальностью воздействий (микро: захват, подача и относ., нагрев, препарирование, стимуляция): операции дозирования, присоединения, удаления, модифицирования, измерения. В компрессоростроении применяются в виде микро- и наноинструмента для сборки и установки датчиков, создание микро-рельефа (сухие уплотнения), сборка микрокомпрессоров;

– микрожидкосные системы: микронасос (обеспечение необходимого количества рабочего газа, уменьшение потерь в пограничном слое (уменьшение – увеличение погранслоя),

клапан, регулятор потоков жидкости, микроканальный теплообменник);

– сложные структуры: построение из однотипных элементов - триад, объединяющих в себе сенсорную, активаторную и управляющую компоненту (аналоги биологических клеток):

1) умная пыль – структура с полным отсутствием механических связей между элементами, обладающая возможностью активного (собственный привод, движитель) или пассивного (движение в потоке газа, жидкости) пространственного перераспределения элементов  
Применение: аэро- и гидродинамические измерения в потоках, диагностические и ремонтные работы внутри трубопроводов.

2) умная поверхность – структура, обладающая жестким, фиксированным расположением элементов в узлах сетки. Проявляются в создании структур, в которых согласованные движения элементов гасят турбулентность и уменьшают аэро- или гидродинамическое сопротивление, создание активных акустических подавителей шума, создание систем диагностики состояния и очистки поверхности внутри проточной части от обрастания.