

УДК 621.515.001

А.А.Дмитриев (5 курс, каф. КВХТ), А.В.Коршунов, асс.

## ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАБОЧЕГО КОЛЕСА ЦЕНТРОБЕЖНОГО СВЕРХМИКРОКОМПРЕССОРА

Применение методов построения микросистемной техники в машиностроении и, в частности, в компрессоростроении выражается в создании и развитии в основном метрологической базы для контроля различного рода параметров (термопары, датчики давления и др.).

Однако, создание микрообъекта более высокого уровня: создание микромашин является новым и перспективным направлением.

В рамках НИОКРа была разработана и опробована технология изготовления рабочего колеса центробежного сверхмикрокомпрессора, основанная на специальном методе обработки фотостекла (фотоситалла). Материал фотоситалл представляет собой особый вид керамики (внедрение в структуру боросиликатного стекла элементов со специфическими свойствами: в данном случае церий и серебро), обладающий чувствительностью к ультрафиолетовому излучению.

Обработка светочувствительных стекол сводится к образованию скрытого изображения (возбуждению атомов церия) в процессе облучения через шаблон, и последующего формирования изображения (вырывание из структуры стекла и кристаллизация атомов серебра вокруг атомов церия) в процессе термического воздействия на следующем этапе обработки.

Для отделения сформированного рисунка от остаточной части стекла проводится процесс травления стекла в 12 процентном растворе плавиковой кислоты (HF), в ходе чего происходит более интенсивное растворение оставшейся стекловой фазы, видимого контура рисунка. Как показывает практика, процесс травления целесообразно проводить при внешнем воздействии вибрации, улучшающей вымывание и удаление продуктов реакции из зоны процесса. Это ведет к снижению времени травления и, следовательно, увеличению селективности (снижению подтравливания незасвеченной части стекла).

Непосредственное построение рабочего колеса микрокомпрессора сводится к базированию друг относительно друга получившихся изображений (этажей) и их спекание.

Для упрощения процесса сборки составляющих колеса, особенно лопаточного аппарата, было принято решение о соединении детали с каркасом при помощи тонких перемычек (рис. 1), выполняющего, вдобавок, функцию базирования (по углу).

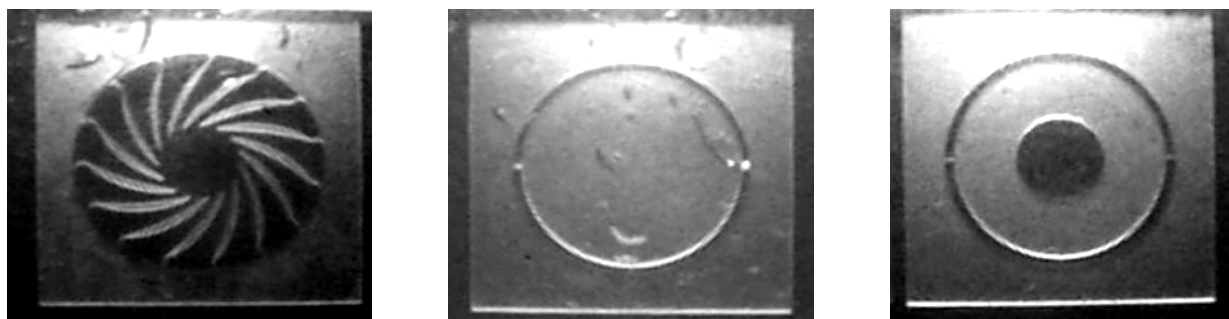


Рис. 1. Лопаточный аппарат, основной и покрывающий диски

Для освобождения готового колеса от каркаса перед спеканием необходимо провести вторичную засветку через шаблон в виде окружности по внешнему диаметру (выходным кромкам лопаток) с последующей термообработкой.

После проведения вышеперечисленных операций по получению составляющих колеса приступают к непосредственному базированию, склеиванию мелкодисперсной пастой из легкоплавкого стекла и спеканию полученной конструкции в печи. Затем конструкцию помещают в 12 процентный раствор плавиковой кислоты для отделения связывающих перемычек.

В первом опыте изготовления после спекания составляющих колеса было выявлено, что в процессе травления перемычек происходит частичное вытравливание пасты с поверхности сопряжения лопаток и дисков, что значительно снижает прочность конструкции. Для устранения выявленного дефекта необходимо либо уменьшить время травления, либо исключить допуск кислоты к местам сопряжения дисков и лопаток устойчивым к ее воздействию материалом.

В качестве изолирующего материала может быть применен биндер, являющийся легко наносимым и устойчивым к раствору плавиковой кислоты. После травления биндер легко удаляется с помощью нагрева и испарения при температуре 400 °С.

Для заполнения мельчайших щелей после травления перемычек колесо окунают в сильно разведенную спиртом стекловидную пасту, просушивают и спекают при температуре 500 °С.

Паста имеет схожие свойства с фотостеклом и после спекания колесо микрокомпрессора (рис. 2) имеет близкое к монолитной структуру.

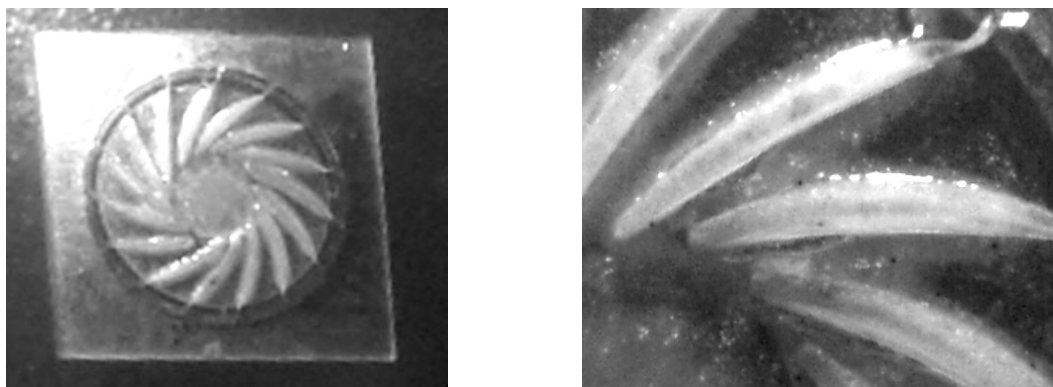


Рис. 2. Рабочее колесо центробежного микрокомпрессора

Изучением применения карбида кремния для создания подобных микрообъектов занимаются в Массачусетском технологическом институте. Там разработан проект микрореактивного двигателя мощностью 65 Вт, в рамках которого были созданы колеса микрокомпрессора и микротурбины из карбида кремния методом глубокого анизотропного травления. В итоге основной диск и лопатки до начала обработки и после являются одним целым, что исключает неточность расположения лопаток на основном диске.

Применение кремния в процессе изготовления деталей позволило увеличить прочность конструкции и величину рабочей температуры (горячие машины) по сравнению со стеклокерамической конструкцией (холодные машины).

Однако, для выполнения опытных исследований работы микрокомпрессора метод изготовления колеса, основанный на технологии обработки фотоситалла является более эффективным из-за более простого технологического процесса.