

УДК 621.793.06

ПРИМЕНЕНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ САПР ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАКУУМНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МОДУЛЬНОГО ТИПА

Куликов Игорь Николаевич, Тетерук Дмитрий Владимирович

Студенты 4 курса,

Кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Сидорова С.В.

*Инженер, ассистент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Введение

Необходимость применения универсального технологического вакуумного оборудования в условиях опытного (лабораторного) и мелкосерийного многономенклатурного производства влечет за собой ряд требований к проектированию его конструкции. Основной особенностью современных технологических установок является их модульность – возможность компоновки отдельных узлов (модулей) для реализации различных задач.

Цель данной работы заключается в демонстрации возможностей и наглядности трехмерного твердотельного моделирования для решения задач проектирования и анализа спроектированной конструкции на примере установки модульного типа (УМТ).

Моделирование УМТ

В настоящей работе была спроектирована вакуумная установка модульного типа (рис. 1), предназначенная для проведения исследований в области формирования наноструктур в вакууме. Проектирование проводили в среде трехмерного твердотельного моделирования Autodesk Inventor Pro Suite 2010.

Важной особенностью УМТ является возможность применения различных модулей и методов нанесения покрытий (в том числе наноструктурированных): термовакuumное испарение (рис. 2), магнетронное распыление (рис. 3), газофазное осаждение и дуговой разряд. Реализация нескольких методов формирования тонкопленочных покрытий в конструкции одной технологической установки сопряжена с задачами, решаемыми исследовательской группой кафедры «Электронные технологии в машиностроении».

Универсальность спроектированной вакуумной установки достигается благодаря применению в конструкции стандартных вакуумных фланцев, что дает возможность использовать любой тип насосов высоковакуумной откачки.



Рис. 8. Общий вид установки модульного типа

Реализована возможность использования кубической промежуточной камеры (рис. 4), которая позволяет одновременно использовать большее количество периферийных устройств по сравнению с цилиндрической. Вследствие этого можно проводить различные исследования без смены технологической оснастки.

Предусмотрены два варианта конструкции рабочей камеры: металлическая (нержавеющая сталь) и стеклянная (кварцевое стекло) (рис. 5). Для наблюдения за процессом напыления в металлической камере предусмотрено смотровое окно. Стеклянная камера удобна для наглядной

демонстрации вакуумных методов напыления. Ее малый объем позволяет существенно снизить время откачки до выхода на рабочий режим.

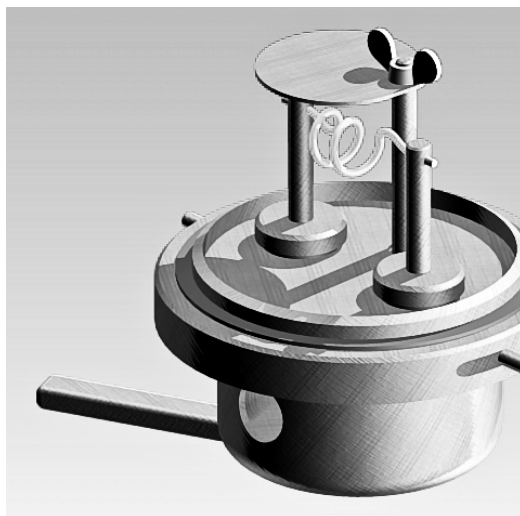


Рис. 2. Модуль термического испарения

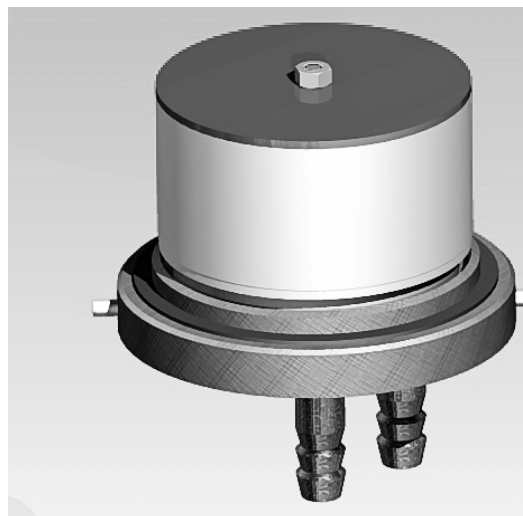


Рис. 3. Модуль магнетронного распыления

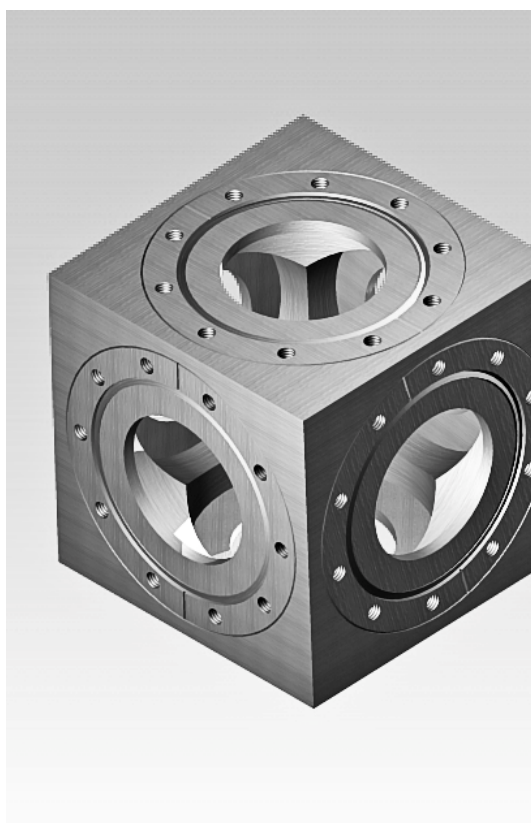


Рис. 4. Кубическая промежуточная камера



Рис. 5. Стеклоянная рабочая камера

Расчет на прочность

Был произведен расчет вакуумной камеры на прочность. Он проводился в среде Ansys 12 методом конечных элементов.

Для создания модели нагружения камеры (рис. 6) были выбраны следующие значения сил нагружения (давлений):

- атмосферное давление 10^5 Па;
- давление внутри камеры 1 Па;
- вес нижнего фланца 2 кг (переведено в давление);
- вес верхнего фланца 1 кг (переведено в давление);
- сила затяжки бокового патрубка 10 кг (взят предельный случай).

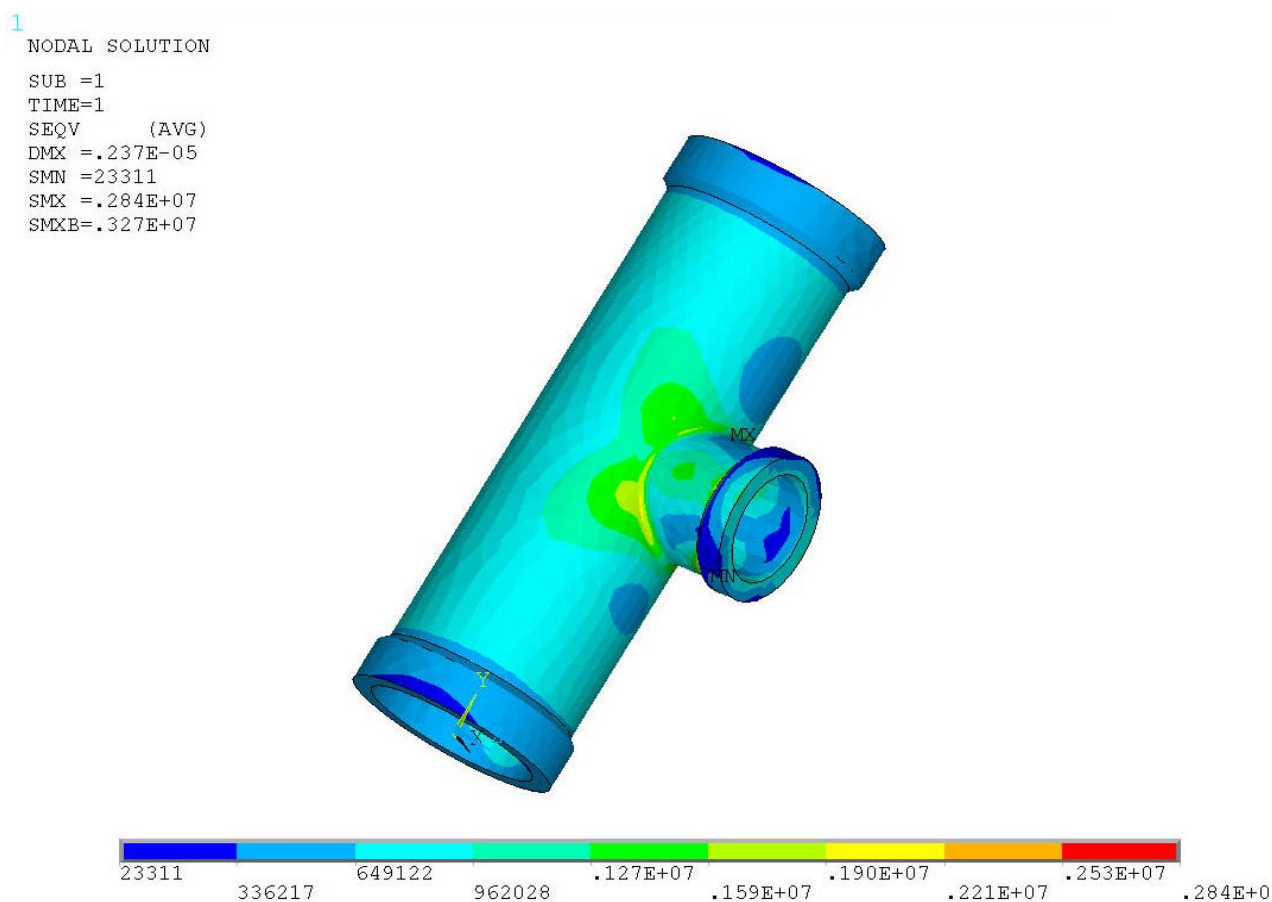


Рис. 6. Общий вид модели

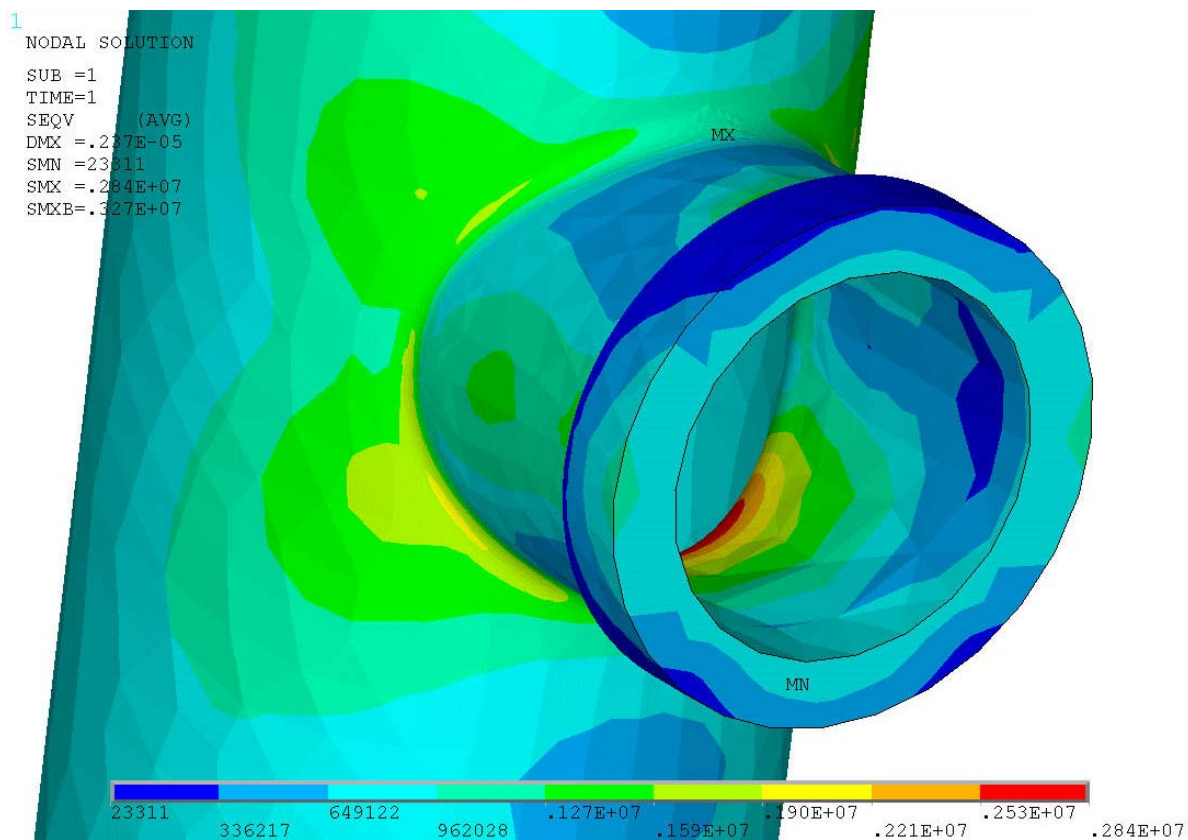


Рис. 7. Область максимальной нагрузки

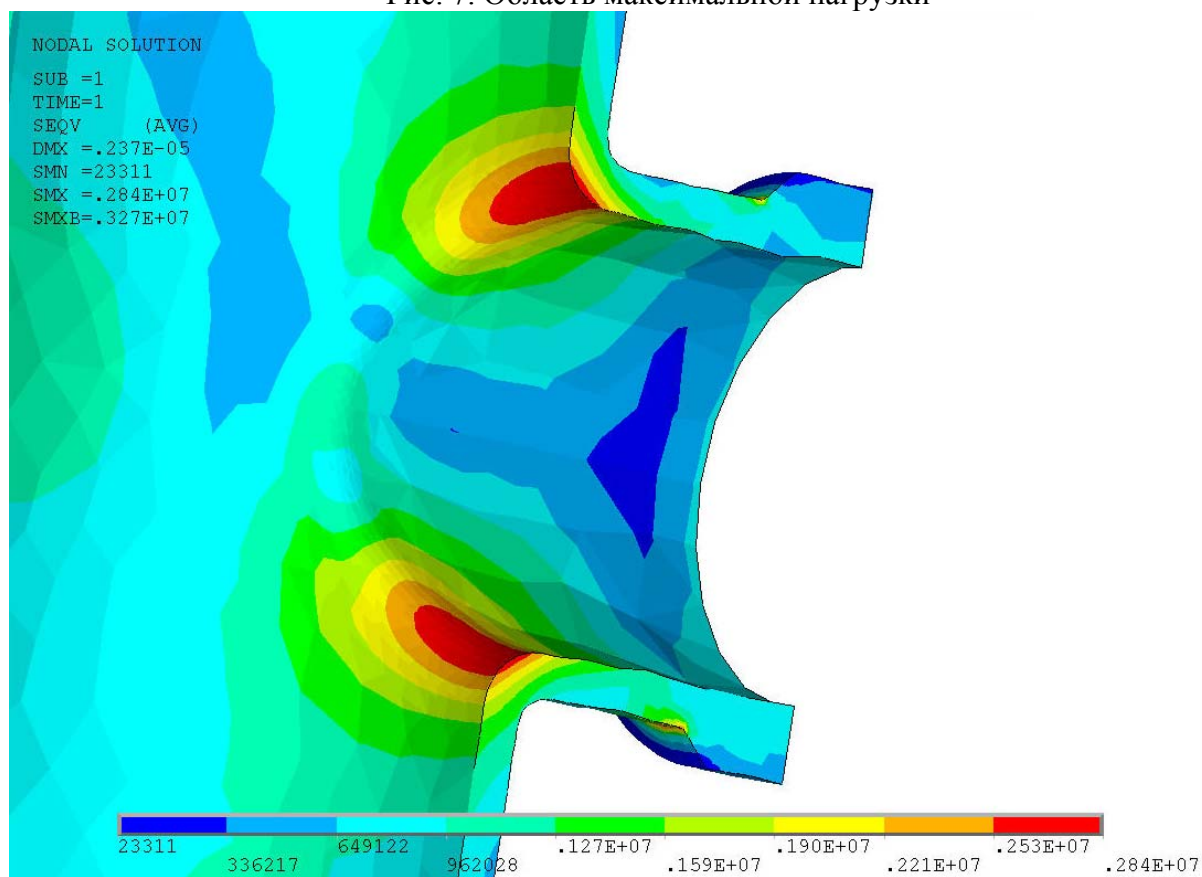


Рис. 8. Опасное сечение

Заключение

В результате проделанной работы были выявлены:

- область максимальной нагрузки (рис. 7) вакуумной камеры;
- опасное сечение (рис. 8) – сопряжение бокового патрубка и основного цилиндра;
- получено значение критического напряжения в опасном сечении – 2,8 МПа.

Также был создан видео ролик, демонстрирующий порядок сборки узлов УМТ и ее модульность.

Необходимо отметить, что установка позволяет проводить исследования в следующих областях:

- нанесение тонкопленочных просветляющих покрытий;
- нанесение износостойких покрытий на металлообрабатывающий инструмент;
- нанесение тонкопленочных покрытий в производстве интегральных микросхем;
- формирование наноструктур как на плоских подложках, так и в развитых трехмерных структурах (например, в порах матриц синтетического опала и пористых материалов).

Из выше перечисленного следует, что данная установка вакуумного напыления модульного типа может применяться в различных областях машиностроения, приборостроения, микро- и наноэлектронике, оптоэлектронике.

Благодаря модульности спроектированной установки вакуумного напыления в зависимости от поставленной научной или технической задачи появляется возможность варьирования:

- технологическими модулями (методами нанесения тонкопленочных покрытий);
- насосами высоковакуумной откачки;
- конструкцией промежуточной камеры.

В результате возможности быстрой смены технологической оснастки (в т.ч. технологических модулей), могут быть решены вопросы отработки технологических процессов для производства изделий в перечисленных выше областях.

Литература

1. *Панфилов Ю.В., Сидорова С.В, Чабанов А.А.* Вакуумная установка модульного типа для исследования процессов нанесения тонких пленок/ Тонкие пленки в электронике // Сб. докладов XX Международного симпозиума, М., МГТУ, 2007. С. 382–386.
2. *Жирных Б.Г.* Создание трехмерных моделей и чертежей деталей в Autodesk Inventor // Пособие для студентов, М., МГТУ, 2008.
3. <http://www.mdevacuum.com>
4. <http://www.edwardsvacuum.com>
5. <http://www.leybold.com>