

УДК 624.078.461

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ И ГЕРМЕТИЧНОСТЬ БОКОВОГО ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ УСТАНОВКИ ВУП-11М

Николай Николаевич Синафонов⁽¹⁾, Ирина Валерьевна Михайлова⁽²⁾

*Студент 3 курса бакалавриата⁽¹⁾, студент 4 курса бакалавриата⁽²⁾,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Д.Д. Васильев,
старший преподаватель кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Наиболее распространенным резьбовым соединением в машиностроении является резьбовое соединение за счет простой сборки и разборки, низкой стоимости, высокой несущей способности и надежности. При проектировании резьбового соединения важной задачей является проверочный расчет, определяющий прочность соединения, и расчет на нагрузочную способность, определяющий допустимую внешнюю нагрузку на резьбу [1].

При модернизации вакуумной установки ВУП-11М возникла задача переноса высоковакуумной магистрали, состоящей из затвора и турбомолекулярного насоса, с нижнего фланца камеры DN320 на боковой. Вид откачной системы после переноса представлен на рисунке 1. Крепление затвора (3) с фланцами CF160 к боковому фланцу камеры DN320 осуществляется с помощью алюминиевого переходника DN320-ISO160 (1) и патрубка CF160 длиной 85 мм (2) из стали 12X18H10T. Турбомолекулярный насос (7) с фланцем ISO160 крепится к затвору (3) с помощью патрубка CF160 длиной 60 мм (4) из стали 12X18H10T, специального переходника CF160-ISO160 (5) из стали 12X18H10T и 6 струбцин (6).

Остальные элементы крепятся к алюминиевому переходнику DN320-ISO160 (1) с помощью 16 шпилек М8 и гаек. Данный переходник является наиболее опасным с точки зрения прочности резьбового соединения, так как соединение осуществляется в глухие отверстия, глубина резьбовых отверстий М8 10 мм и материал переходника-алюминий. Целью работы является проверка герметичности фланцевого соединения в рабочих условиях. Герметичность между переходником DN320-ISO160 (1) и остальными элементами осуществляется посредством плоской прокладки из фтористой резины (FPM).

Расчет на прочность и герметичность фланцевого соединения проводится по ГОСТ Р 52857.4—2007 [2].

Последовательность расчета:

1. Вычисляются податливость прокладки, шпилек, фланцев.
2. Вычисляется момент, создаваемый всей конструкцией на центр фланцев.
3. Вычисляется нагрузка, приходящаяся на каждую шпильку, без учета внешнего давления, которое облегчает нагрузку на фланцы в рабочих условиях.
4. Проводится проверка прочности шпилек и прокладки.
5. Проводится проверка прочности элементов резьбы [3].

По результатам численного расчета определено значение коэффициента запаса прочности болтового соединения $n=2.5$.

Для проверки численного расчета проводится моделирование на ЭВМ в среде Inventor.

Расчет в среде Inventor показал, что $n=10$.

Данное различие может объясняться тем, что Inventor не учитывает материал прокладки между фланцами.

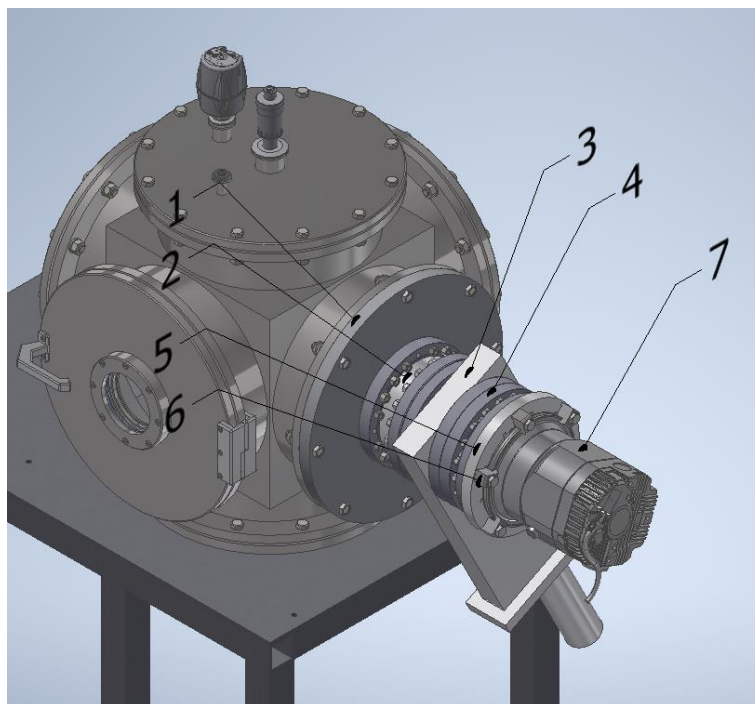


Рис.1. Упрощенная схема установки после модернизации

1-переходник DN320-ISO160, 2-патрубок CF160 85 мм, 3-затвор CF160, 4-патрубок CF160 60 мм, 5-переходник CF160-ISO160, 6-струбины, 7-турбомолекулярный насос

Заключение

По результатам численного расчета и моделирования в среде Inventor определены коэффициенты запаса $n=2.5$ и $n=10$, что означает, что шпильчатое соединение выдержит нагрузку, создаваемую конструкцией после модернизации установки ВУП-11М.

Литература

1. Методика расчета на прочность резьбовых соединений: метод. указания / сост. С. Л. Лебский, М. М. Матлин, А. В. Попов, А. А. Тетюшев, И. М. Шандыбина; – Волгоград: ВолГТУ., 2010. 32 с.
2. ГОСТ Р 52857.4—2007. Сосуды и аппараты. Нормы и метода расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений. Введ. 2008-04-01. М.: Изд-во стандартов, 2008. 40с.
3. Методические указания к выполнению домашнего задания по разделу "Соединения" курса "Основы конструирования деталей и узлов машин": метод. указания / авт. Л.П. Варламова, В.П. Тибанов. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 88 с.