

Решалась задача о проектировании мембраны из нержавеющей стали для мембранного насоса. Мембрана должна была заменить аналогичную деталь, изготавливаемую из фторопласта. Фторопластовая мембрана не удовлетворяла по ряду параметров, частности, не устраивала невысокая долговечность.

Было определено две задачи:

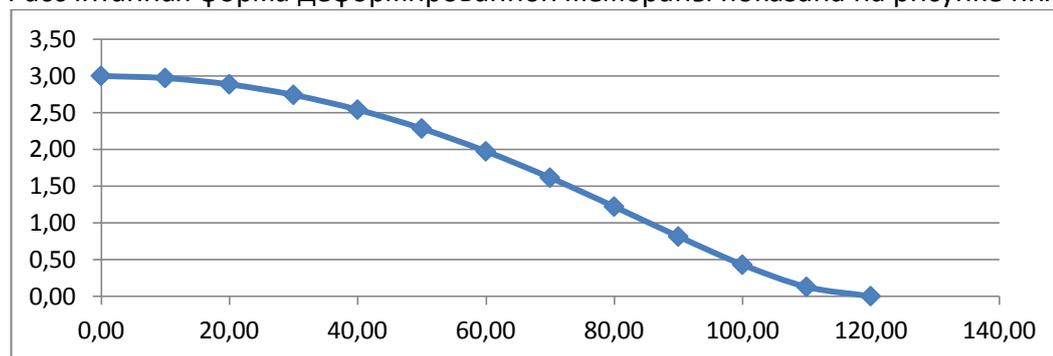
1. По заданному рабочему объему и известным границам толщины мембраны определить форму деформированной мембраны, выполненной из нержавеющей стали 12Х18Н9Т.

2. Рассчитать максимальные напряжения, возникающие в мембране при ее работе, и сравнить их с пределом выносливости выбранного материала 12Х18Н9Т.

Для расчета параметров мембраны (толщина и форма деформированного состояния) применялась методика, предложенная в книге С.М. Алтухова и В.А. Румянцева «Мембранные компрессоры» (издательство «Машиностроение», Москва, 1967 г.).

Напряженно-деформированное состояние (НДС) мембраны определяется формой поверхности ограничительного диска, поэтому на втором этапе решалась совместная задача по определению профилированной поверхности ограничителя и НДС мембраны.

Рассчитанная форма деформированной мембраны показана на рисунке ниже.



По полученному на 1 этапе набору точек, определяющих осевое сечение деформированной мембраны (см. рисунок выше), была построена геометрия профилированной поверхности ограничителя, которая импортировалась в конечно-элементный программный комплекс. Далее методом конечных элементов был проведен расчет НДС мембраны, изгибаемой давлением 60 кПа. Решалась контактная задача (контакт с трением в одномерной постановке), моделирующая контактное взаимодействие упругой мембраны и жесткого профилирующего диска. По действием давления мембрана принимала форму диска.

Задача решалась в осесимметричной постановке, использовались оболочечные элементы. Материал считался однородным и идеально-упругим, подчиняющимся закону Гука. Максимальные напряжения составили порядка 180 МПа.

Предел выносливости стали 12Х18Н9Т при изгибе составляет 279 МПа. В данном случае в модели преобладают растягивающие деформации. В условиях циклического растяжения и сжатия предел выносливости оказывается на 10-20% ниже предела выносливости при изгибе (В.И. Феодосьев «Сопrotивление материалов», изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 1999 г.). Таким образом, в нашем случае предел выносливости составляет 223.2 МПа, что гораздо выше рассчитанных максимальных напряжений в мембране. Это свидетельствует о том, что модель не разрушится в ходе 10^7 циклов нагружения. При этом в «Сопrotивлении материалов» (В.И. Феодосьев «Сопrotивление материалов», изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 1999 г.) указывается, что если стальной образец не разрушится при 10^7 циклов, то он не разрушается и при более длительном испытании.