

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

*Г. М. МАКАРЬЯНЦ*

# РАСЧЁТ ТРУБОПРОВОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА С ПОМОЩЬЮ САЕ СИСТЕМ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного пособия*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2006

УДК 621.226 (075)

ББК 34.447

М 153



**Инновационная образовательная программа  
"Развитие центра компетенции и подготовка  
специалистов мирового уровня в области аэро-  
космических и геоинформационных технологий"**

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В. И. С а н ч у г о в

д-р техн. наук, проф. В. Н. М а т в е е в

***Макарьянц Г.М.***

М 153

**Расчёт трубопроводных элементов гидропривода с помощью САЕ систем:** учеб. пособие / Г.М. Макарьянц. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 79 с. : ил.

**ISBN 5-7883-0436-9**

Изложены общие сведения о трубопроводных элементах гидропривода. Рассмотрены вопросы моделирования работы трубопроводной системы гидропривода под действием периодического силового возмущения с помощью САЕ-системы ANSYS. Приведена математическая модель расчёта полей распределения давления рабочей жидкости в трубопроводе, напряжений, возникающих в материале его стенки, её вибрации. Рассмотрены основные уравнения движения рабочей жидкости и стенки трубопровода в дифференциальной форме, а также их конечно-элементная дискретизация. Для практического освоения материала в пособии даны контрольные вопросы.

Учебное пособие рекомендуется для студентов специальностей, учебный план которых включает курсы «Акустика пневмо- и гидромашин», «САЕ-системы», «Основы метода конечных элементов».

УДК 621.226 (075)

ББК 34.447

**ISBN 5-7883-0436-9**

© Макарьянц Г. М., 2006

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет, 2006

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Общие сведения о гидроприводах .....	6
1.1 Основные понятия и определения .....	6
1.2 Классификация гидроприводов.....	8
1.3 Способы регулирования гидроприводов.....	10
1.4. Принципиальные схемы гидроприводов.....	11
2. Основные элементы гидропривода .....	15
2.1 Классификация элементов гидропривода .....	15
2.2 Трубопроводные элементы гидропривода .....	16
2.2.1 Особенности трубопроводных систем гидропривода.....	16
2.2.2 Классификация трубопроводов .....	17
2.2.3 Классификация основных видов нагрузок, испытываемых трубопроводами .....	19
2.2.4 Соединения трубопроводов .....	21
2.2.5 Задача виброакустического взаимодействия в трубопроводных системах .....	31
3. Математическая модель задачи виброакустического взаимодействия в трубопроводных системах .....	32
3.1 Уравнения движения трубопроводной системы в дифференциальной форме .....	32
3.2 Применение метода конечных элементов к решению задачи виброакустического взаимодействия .....	43
4. Основные этапы конечно-элементного моделирования в программном комплексе ANSYS .....	51
4.1 Типы конечных элементов, использующихся при моделировании .....	51
4.2 Технология моделирования.....	55
4.3 Анализ результатов моделирования .....	57
5. Контрольные задачи и вопросы .....	62
Глоссарий .....	65
Приложение 1. Вид базисных функций конечных элементов .....	68
Приложение 2. Пример программы расчёта напряжённо-деформированного состояния трубопровода .....	73
Список используемых источников.....	78