

## Введение

Методические указания по выполнению контрольного домашнего задания (КДЗ) содержат варианты заданий, требования к содержанию и минимальные сведения, необходимые для выполнения работы.

Ссылки на литературные источники носят рекомендательный характер и не ограничивают Вас в подборе методических материалов для решения поставленных задач.

Оформление работы выполнить в соответствии с требованиями к оформлению КДЗ, принятыми в МГТУ ГА.

Приветствуется самостоятельное использование программных продуктов и средств вычислительной техники. В случае автоматизации расчетов и (или) использования средств автоматизированного проектирования для выполнения схемы и чертежа к пояснительной записке необходимо приложить CD с материалами работы.

### 1. ВЫБОР НОМЕРА ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ КДЗ

Выбор номера варианта задания осуществляется на основании номера зачетной книжки, фамилии и имени студента с использованием следующего соответствия “буква-цифра”: А-1, Б-2 В-3, Г-4, Д-5, Е-6, Ё-7, Ж-8, З-9, И, Й-10, К-11, Л-12, М-13, Н-14, О-15, П-16, Р-17, С-18, Т-19, У-20, Ф-21, Х-22, Ц-23, Ч-24, Ш-25, Щ-26, Э-27, Ю-28, Я-29.

Для выбора номера варианта задания:

а) определить число Ч1, соответствующее первой букве фамилии студента по “соответствию”, приведенному выше;

б) определить число Ч2, соответствующее второй букве фамилии студента по “соответствию”;

в) число Ч3 равно последней цифре номера зачетной книжки.

Затем следует воспользоваться данными, приведенными в табл. 1.

В пояснительной записке необходимо привести перечисленные выше сведения по выбору номеров вариантов заданий для персональных данных студента и составить таблицу с исходными данными расчета.

Таблица 1

## Перечень исходных данных

Номер варианта = Ч1	Тип двигателя	Стендовая тяга или эквивалентная мощность, кН или кВт	Теплоотдача в масло $Q$ на 10кН или 1000 кВт, кДж/мин	Способ подвода масла	Тип системы
1-5	ТРД	$100+Ч1*10+Ч2*2$	$180+(Ч2*2)$	поперечный	замкнутая
6-8	ТРД	$100+Ч1*7$	$180+(Ч2*2)$	торцовый	короткозамкнутая
9-10	ТРД	$100+Ч1*6$	$180+(Ч2*2)$	поперечный	замкнутая
11-14	ТРДД	$100+Ч3*3+Ч2$	$230+(Ч2*3) +Ч3$	поперечный	короткозамкнутая
15-17	ТРДД	$100+Ч3*4+Ч2$	$240+(Ч2*4)$	торцовый	замкнутая
18-20	ТРДД	$100+Ч3*2+Ч2*2$	$230+(Ч2*4)$	поперечный	короткозамкнутая
20-23	ТВД	$2600+Ч3*60$	$900+Ч2*7+Ч1*8$	торцовый	короткозамкнутая
24-27	ТВД	$2700+Ч3*150$	$900+Ч2*7+Ч1*7$	поперечный	замкнутая
27-29	ТВД	$2500+ Ч3*200$	$900+Ч2*7+Ч1*6$	торцовый	замкнутая

## 2. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ, ЦЕЛЬ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Как известно [4], маслосистемы служат для подвода необходимого количества масла к потребителям с заданными свойствами и параметрами (вязкостью, чистотой, давлением и температурой). Подвод масла необходим для следующих целей:

- уменьшения трения и износа деталей двигателя;
- отвода от них тепла, выделяющегося в результате трения и передаваемого соседними нагретыми элементами;
- промывки деталей с целью удаления продуктов износа;
- предохранения их от коррозии и наклепа;
- контроля технического состояния элементов двигателя, омываемых маслом.

В маслосистемах некоторых ГТД масло используют так же, как рабочую жидкость в гидравлических устройствах различного назначения (в основном, втулках воздушных винтов изменяемого шага (ТВД) и т. п.).

КДЗ ставит целью изучение типичных конструкций, работы и особенностей эксплуатации масляных систем ГТД с разработкой схемы масляной системы и оценкой потребных характеристик и размеров основного нагнетающего насоса системы, завершаемой разработкой эскизного проекта насоса.

Перечень задач, которые должны быть решены в результате выполнения КДЗ, и порядок выполнения работы:

2.1. Охарактеризовать назначение, общие требования к масляным системам ГТД, особенности эксплуатации масляных систем, их возможные неисправности и способы предупреждения.

2.2. Дать общую классификацию масляных систем.

2.3. Проанализировать и описать особенности конструкции, работы и эксплуатации маслосистем типа ГТД в соответствии с вариантом задания согласно табл. 1.

2.4. Выполнить принципиальную схему масляной системы для заданного варианта задания, отразив на ней элементы системы контроля параметров и описать порядок работы масляной системы и контроля технического состояния в эксплуатации. В качестве основы можно использовать схемы [1, стр.395, рис. 14.1, стр.398, рис. 14.3 и др.] или схемы систем из [6,7]. Обратите внимание, что во многих литературных источниках схемы выполнены с нарушением стандартов по оформлению схем гидравлических систем. Поэтому рекомендуется вспомнить основные положения по выполнению схем систем, например, используя [2]. Результаты по данной задаче необходимо представить на листе миллиметровой бумаги или ватмана формата А3 (подшивается к пояснительной записке).

2.5. Выполнить спецификацию системы и включить ее в состав пояснительной записки.

2.6. Для двух шестеренного насоса и исходных данных работы:

2.6.1. исследовать потребную прокачку  $W_{\text{п}}$  (л/мин) для повышения температуры масла в двигателе в диапазоне  $\Delta T = 30 - 80$  град. С:

$$W_{\text{п}} = \frac{Q}{c \cdot \rho \cdot \Delta T}, \quad (1)$$

где

$c$  – удельная теплоемкость масла ( $c \sim 2,0$  кДж/кг·К);

$\rho$  – плотность масла ( $\rho \sim 0,9$  кг/л);

$\Delta T$  – повышение температуры масла в двигателе, град. С.

Результаты представить в виде графика зависимости  $W_{\text{п}}=f(\Delta T)$ .

Приняв производительность нагнетающего насоса  $W$  (л/мин), равной потребной прокачке  $W_{\text{п}}$ , выполнить пп.2.6.2-2.6.5.

$$W = 2 \cdot \pi \cdot d \cdot l \cdot m \cdot n \cdot \eta \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где

(высота зуба принята удвоенному модулю зацепления)

$n$  – частота вращения шестерен, об/мин;

$\eta$  – коэффициент объемной подачи, учитывающий отличие фактической производительности насоса, от теоретически возможной из-за перетеканий по зазорам и в зоне зацепления зубьев, недостаточного заполнения впадин маслом и т. д. ( $\eta = 0,75-0,85$ );

$d$  – диаметр делительной окружности шестерен, мм;

$m$  – модуль зацепления, мм;

$l$  – длина зуба (толщина шестерни), мм (составляет 0,5-2 от наружного диаметра шестерни).

При определении частоты вращения шестерен – воспользоваться рекомендациями [1] о значениях окружных скоростей на наружном диаметре шестерен для поперечного (скорость не более 8-10 м/с) и торцевого подвода (скорость до 30 м/с) масла.

Обратите внимание на то, что рекомендуемые значения окружных скоростей на наружном диаметре шестерен приводятся в размерности “м/с”, а геометрические размеры в формуле (2) – в “мм” – используйте в расчетах значения скоростей в “мм/с”;

2.6.2. рассчитать модуль зацепления для диапазона  $z=6-11$  и указанного выше диапазона повышения температуры масла в двигателе с шагом 5 град. С;

2.6.3. выбрать модуль зацепления, ближайший больший из табл.2 (следует отдавать предпочтение первому ряду [4]);

Таблица 2

Некоторые модули зубчатых зацеплений

1 ряд	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
2 ряд	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	22

2.6.4. рассчитать диаметр делительной окружности  $d$  под выбранное значение модуля  $m$ ;

2.6.5. представить зависимости  $m=f(z, \Delta T)$ ,  $d=f(z, \Delta T)$ .

2.7. Рассчитать параметры зубчатых колес и выполнить в масштабе схему (эскизный чертеж) насоса (с элементами регулирования) для числа зубьев  $z=6$ .

2.7.1. Для расчета параметров зубчатых колес можно использовать любой справочник по машиностроительному черчению. Например, воспользоваться [2, стр.231, табл.39]. В пояснительной записке привести использованные рас-

четные отношения и результаты расчета параметров зубчатых колес.

2.7.2. В качестве изобразительной основы можно использовать пример [1, стр. 400, рис. 14.4,а]. Толщину стенок корпуса насоса принять равной 0.006 м. Нанести размеры на эскиз. Графические результаты по данной задаче необходимо представить на листе миллиметровой бумаги или ватмана формата А3 (подшить к пояснительной записке).

2.8. Кратко описать конструкцию, работу и регулирование насоса в эксплуатации.

2.9. Дать заключение о результатах, полученных при выполнении КДЗ.

### Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Лозицкий Л.П. и др. Конструкция и прочность авиационных газотурбинных двигателей. – М.: Воздушный транспорт, 1992.
2. Боголюбов С.К. Черчение. – М.: Машиностроение, 1989.
3. ГОСТ 19027-89. Насосы шестеренные. Основные параметры. – М.: Изд-во стандартов, 1989.
4. ГОСТ 9563-60 (СТ СЭВ 310-76) Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули. – М.: Изд-во стандартов, 1976.

#### Дополнительная

5. Раздолин М.В., Сурнов Д.Н. Агрегаты воздушно-реактивных двигателей. – М.: Машиностроение, 1973.
6. Лозицкий Л.П., Авдошко М.Д., Березлев В.Ф. и др. Авиационные двухконтурные двигатели Д-30КУ и Д-30КП (конструкция, надёжность и опыт эксплуатации). – М.: Машиностроение, 1988.
7. Документация по конструкции и техническому обслуживанию типов двигателей в PDF-формате (на сервере МГТУ ГА).
8. Юдин Е. М. Шестеренные насосы. – М.: Машиностроение, 1964.
9. Леонов А. Е. Насосы гидравлических систем станков и машин. – М.: Гос. научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960.

## Содержание

Введение.....	3
1. ВЫБОР НОМЕРА ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ КДЗ.....	3
2. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ, ЦЕЛЬ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ И РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.....	4
Рекомендуемая литература.....	7