

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Конструирование основных узлов и систем двигательных установок

Электронный пример выполнения лабораторной работы

САМАРА

2010

УДК 621.455.(075)

Составитель: *Борисов Валерий Александрович*

Рецензент: *Егорычев В.С.*

В методических указаниях приведён пример выполнения лабораторной работы по дисциплине *"Конструирование основных узлов и систем двигательных установок"*. Рассматриваемая работа посвящена изучению систем ЖРД с дожиганием генераторного газа на примере двигателя НК-33.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по магистерской программе *"Энергетика, экология и двигательные установки ракетных и космических систем"* по направлению 160700.68 *"Двигатели летательных аппаратов"* и изучающих дисциплину *"Конструирование основных узлов и систем двигательных установок"*.

Разработаны на кафедре КиПДЛА.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет

Содержание

1. Задание к лабораторной работе.....	4
2. Выполнение работы.....	5
2.1.Общая характеристика и основные параметры двигателя.....	5
2.2. Пневмогидравлическая схема НК-33 с перечнем агрегатов....	6
2.3. Циклограмма запуска – останова.....	9
2.4. Особенности ПГС двигателя	12
2.5. Особенности компоновки двигателя.....	12

1. Задание к лабораторной работе

Системы ЖРД с НПТ и дожиганием генераторного газа

(4 часа)

1. Изучить по методическим указаниям и макету двигатель НК-33, знать ответы на контрольные вопросы.

1.1. Записать основные параметры двигателя.

1.2. Нарисовать ПГС двигателя, составить перечень агрегатов, показанных на схеме, найти все агрегаты на макете.

1.3. Нарисовать циклограмму запуска и останова двигателя. Уметь объяснять, пользуясь циклограммой, последовательность срабатывания агрегатов при запуске и останове.

2. Записать особенности ПГС и компоновки двигателя.

Объяснить, какими факторами обусловлена компоновка двигателя.

Литература

1. Жидкостный ракетный двигатель НК-33.

Метод. указания / Самарс. гос. аэрокосмический ун-т ;
Сост. В. А. Борисов. Самара, 2004. 19 с.

2. Выполнение работы

2.1. Общая характеристика и основные параметры двигателя

Примером ЖРД с дожиганием генераторного газа является двигатель НК-33. Это – однокамерный ЖРД на компонентах кислород-керосин, был разработан в 1964 ... 68 г. для первой ступени ракетно-космической системы Н1- Л3, предназначенной для полёта человека на Луну.

ЖРД НК-33 вобрал в себя все достижения советского двигателестроения того времени и до настоящего времени по ряду характеристик является непревзойденным. Поэтому рассматривается целесообразность его применения на современных ракетах.

Основные параметры двигателя НК-33

1. Тяга на земле, P 1510 +14,7кН
в пустоте, $P_{п}$ 1682кН
2. Удельный импульс на земле, I_y 2913 Н*с /кг
в пустоте, $I_{уп}$ 3247 Н*с /кг
3. Компоненты топлива: кислород жидкий сорт 2 по ГОСТ 6331-78
керосин Т-1 ГОСТ10227-86 или РГ-1 ТУ38-001244-1
4. Температура компонентов на входе в двигатель:
окислителя -183...-173°C
горючего - 40...+50°C
5. Статическое давление на входе в двигатель:
окислителя 0,41 МПа
горючего 0,2 МПа
6. Расход топлива, m 523 кг /с
в том числе окислителя 376 кг/с
горючего 147 кг/с

7. Массовое соотношение компонентов, k_m		2,57
8. Давление в камере, p_k		14,55 МПа
9. Давление на срезе сопла, p_a		0,049МПа
10. Максимальная продолжительность работы		365с
11. Габариты двигателя:	высота	3705мм
	диаметр среза сопла	1498мм
12. Масса двигателя:	сухого	1240кг
	залитого	1393кг
13. Подтверждённая надёжность двигателя		0,996

2.2. Пневмогидравлическая схема НК-33 с перечнем агрегатов

На следующем рисунке показана пневмогидросхема ЖРД НК-33. Особенности её описаны ниже.

Работа ПГС на основном режиме объясняется устно.

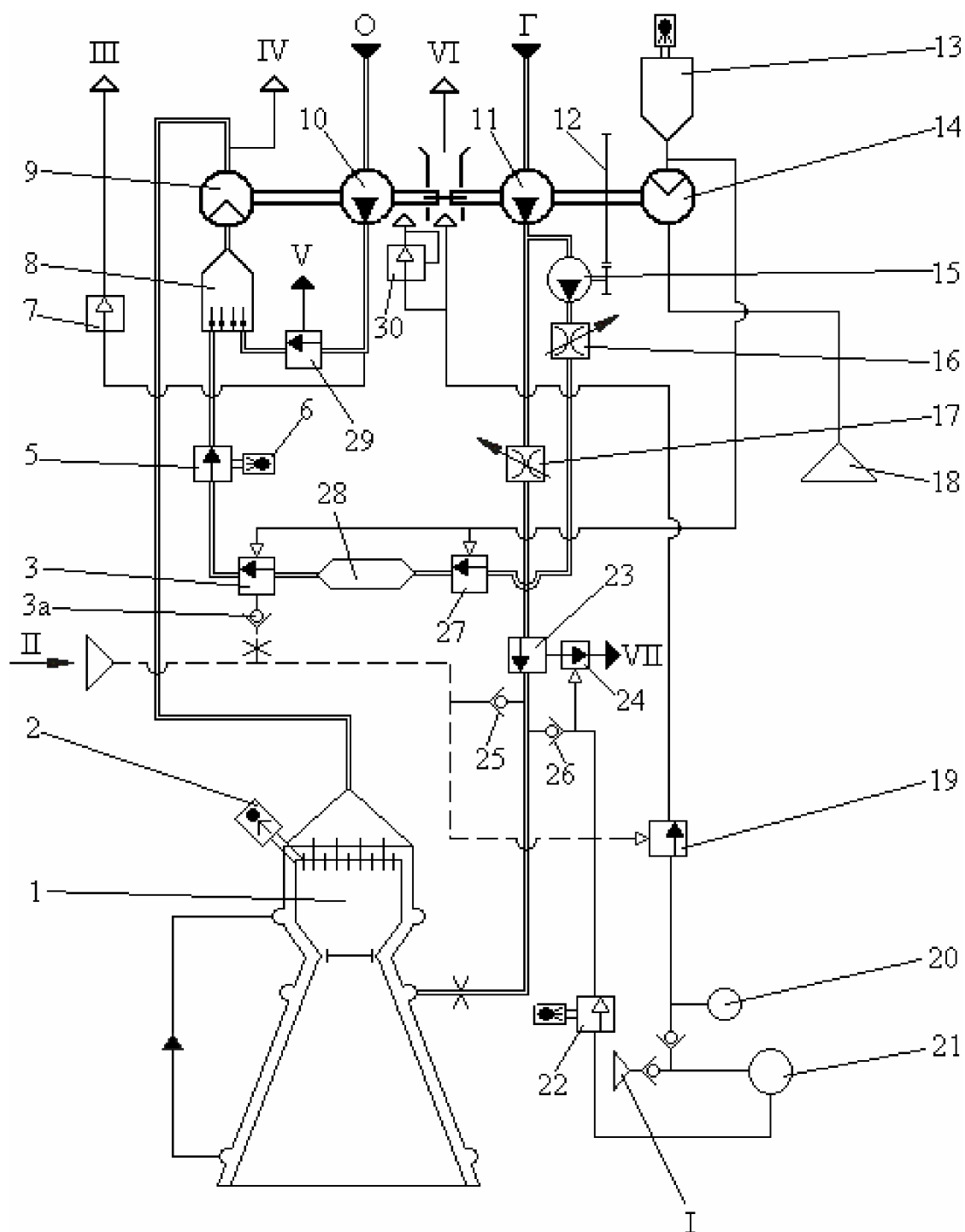


Рисунок 1 – ПГС НК-33

Двойными линиями показаны жидкостные магистрали. Обозначения и перечень агрегатов приведены в таблице на следующей странице.

Перечень агрегатов

	Наименование	Кол	Примечание
1	Камера	1	
2	Пирозапал	3	
3	Клапан горючего Г-3	1	
4	Клапан продувки	1	Обратный клапан
5	Клапан горючего Г-2	1	
6	Пирозатвор	1	
7	Дренажный клапан	1	Клапан циркуляции
8	Газогенератор	1	ЖГГ
9	Турбина	1	Основная
10	Насос окислителя	1	
11	Насос горючего	1	
12	Зубчатая передача	1	
13	Пусковая камера	1	ТТГГ
14	Пиротурбина	1	
15	Насос Г высокого давления	1	
16	Регулятор расхода (РР)	1	С электроприводом
17	Дроссель системы СОБ	1	С электроприводом
18	Выхлоп пиротурбины	1	

19	Клапан вентиляции	1	
20	Баллон азота	1	20мпА
21	Баллон азота	1	20мпА
22	Пироклапан	1	
23	Клапан горючего Г-1	1	Главный клапан горючего
24	Клапан управления	1	
25	Клапан продувки	1	Обратный клапан
26	Обратный клапан	1	
27	Клапан горючего Г-4	1	
28	Ампула с ТЭА	1	
29	Клапан окислителя О-2	1	Главный клапан окислителя
30	Продувочный клапан	1	
	I - заправка азотом		
	II - продувка от внешней системы		
	III - в бак окислителя (захолаживание насоса О)		
	IV - отбор в систему наддува бака О		
	V - слив О на вход в насос О		
	VI - дренаж промежуточных полости и уплотнений		
	VII - слив Г на вход в насос горючего		

2.3. Циклограмма запуска – остановка

Циклограмма приведена на следующей странице.

Перед открытием разделительных клапанов ракеты и заполнением насосов компонентами включается продувка азотом полости между насосами ТНА от наземной системы.

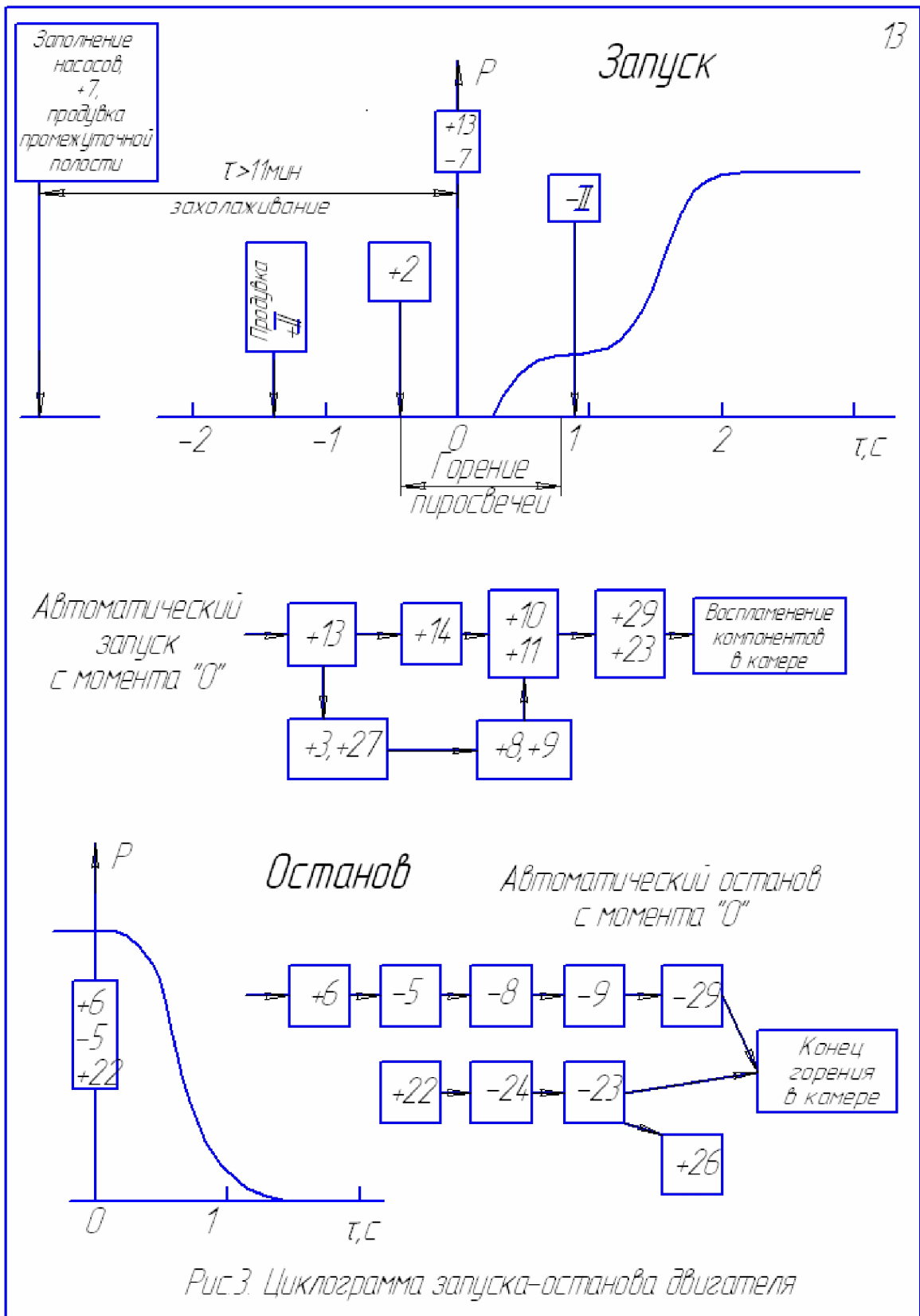
Горючее заполняет полости насоса Г и трубопроводов до главного клапана Г-1(23), а по линии высокого давления до клапана Г-4 (27).

Заполнение насоса окислителя производится не менее, чем за 600...660с до момента включения пиросвечей камеры.

Окислитель заполняет полости насоса О и трубопровода до клапана О -2 (29). Подогретый от конструкции и испарившийся кислород через дренажный клапан 7 уходит в бак ракеты, его место заполняет холодный кислород, поступающий через расходные трубопроводы. Таким образом, производится захлаживание насоса окислителя.

Дальнейшая работа двигателя производится по командам от системы управления ракеты. Порядок подачи команд на запуск и выключение двигателя определяется циклограммой, которая приведена на рисунке.

Работа двигателя при запуске и остановке объясняется устно с использованием схемы и циклограммы.



На этой циклограмме за 0 принят момент подачи команды на воспламенение заряда пусковой камеры 13 пиротурбины.

За 0,4с до команды на воспламенение заряда пиротурбины (в момент - 0,4с на циклограмме) подаётся команда на зажигание пирозапалов камеры 2.

В момент времени, принятый на циклограмме за 0, производится воспламенение заряда пусковой камеры 13 пиротурбины, одновременно подаётся команда на закрытие дренажного клапана 7.

С этого момента до выхода двигателя на главную ступень тяги процесс запуска протекает автоматически без команд от системы управления.

Двигатель выходит вначале на промежуточную ступень, а затем на главную ступень тяги. Происходит это ко времени 1,7...1,8с от подачи команды на зажигание заряда пиротурбины.

2.4. Особенности ПГС двигателя

Особенности ПГС НК-33:

1. Это схема с дополнительным насосом 15, который повышает давление (до 80МПа) части горючего, поступающей в ЖГГ.
2. Все клапаны гидравлические, за исключением клапанов 5 и 22, которые являются пироклапанами. Гидравлические клапаны автоматические, срабатывают под действием перепада давления.

В результате этого после проведения огневых испытаний не требуется разборки двигателя, достаточно заменить пиропатроны на пироклапанах.

2.5. Особенности компоновки двигателя

Двигатель состоит из следующих основных узлов: камеры, ТНА, газогенератора (ЖГГ), клапанов по линии подачи окислителя и горючего в камеру и ЖГГ, регулятора расхода горючего (РР), дросселя системы СОБ, рамы и клапанов управления.

Все основные агрегаты крепятся к камере. К опорным платам, расположенным на камере, с помощью болтов присоединена неподвижная рама, через которую тяга передается на ЛА.

ТНА расположен почти параллельно, под небольшим углом к оси камеры с тем, чтобы уменьшить диаметральные размеры двигателя. Крепится ТНА к фланцу газовада камеры и дополнительно подкрепляется к цилиндрической части камеры с помощью двух регулируемых стяжек.

Компоновка двигателя объясняется следующими факторами:

1. Стремлением уменьшить поперечные размеры ЖРД – принята параллельная схема компоновки: оси камеры и ТНА параллельны, и эти агрегаты расположены рядом.
2. Для обеспечения лучшей технологичности сборки плоскости входных фланцев О и Г выполнены параллельными.

Это позволяет одновременно вести сборку двух узлов: "камеры" и "узла подачи", в который входит ТНА, ЖГГ и ряд клапанов. На следующем этапе сборки эти два узла соединяются фланцами О и Г.