

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт кораблестроения и морского транспорта

В.А. Очеретяный, Г.В. Гоголев

РАСЧЕТЫ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ НА ЭВМ. РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Рекомендовано
Учебно-методическим советом института
в качестве методических указаний
для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки 26.05.06
«Эксплуатация судовых энергетических установок»

Севастополь
СевГУ
2015

УДК 629.506
ББК: 39.455.5
0-95

Рецензенты:

В.И. Истомин - д.т.н., проф. каф. СБС

Ю.А. Лисняк - к.т.н., доцент каф. ЭМСС

Очеретяный В.А.

О-95 Расчеты судового дизеля на ЭВМ. Расчет рабочего процесса. Динамический расчет: метод. указания / В.А. Очеретяный¹, Г.В. Гоголев². – Севастополь: СевГУ, 2015. – 12 с.: ил.

Изложены рекомендации обучающемуся при выполнении теплового и динамического расчетов судового дизеля посредством разработанного программного обеспечения с помощью вычислительной техники.

Рекомендуется к использованию при выполнении курсового проекта по дисциплине «Судовые двигатели внутреннего сгорания» и при разработке дипломного проекта.

Указания предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, института кораблестроения и морского транспорта, направления подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

УДК 629.506

© Очеретяный В.А.¹,
Гоголев Г.В.², 2015
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Характеристика пакета «Дизель»	4
2. Расчет рабочего процесса и динамический расчет	4
3. Сохранение и печать результатов расчета	11
4. Формирование сравнительных таблиц всех результатов расчета рабочего процесса	12
5. Контрольные вопросы	12
Литература	13
Приложение А. Исходные данные для теплового расчета дизеля	14
Приложение Б. Диаграмма касательных сил	15
Приложение В. Протокол результатов расчета дизеля	16

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящих методических указаний (МУ) оказать помощь студенту при выполнении теплового (расчета рабочего процесса) и динамического расчетов судового двигателя внутреннего сгорания (дизеля) с применением вычислительной техники.

Выполнение расчета дизеля на ЭВМ основывается на знаниях, полученных студентами при изучении курса «Судовые ДВС» и выполнении контрольной работы по расчету рабочего процесса дизеля.

Настоящие МУ являются руководством пользователя ЭВМ:

- при выполнении расчета теплового и динамического расчетов дизеля (программа “Dizel.xls” [1]);
- при формировании таблиц (таблицы), содержащей матрицу результатов расчета рабочего процесса дизеля, на основании которой принимается рациональный вариант расчета рабочего процесса (программа “Анализ теплового расчета ДВС.xls” [2]).

Указанные программные продукты формировались в период 1997–2015 гг. В настоящем УМП и программных продуктах учтены тенденции развития современного судового дизеля.

В основу программы расчета рабочего процесса положены труды Орлина А.С. и Танатара Д.Б. и алгоритмы, предложенные Мукониным М.В. и Мукониным А.М. [3–5].

Указанное программное обеспечение реализовано в среде Excel+VBA [6...8].

Ранее для работы с этими программами были выпущены методические работы [9...11].

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА “ДИЗЕЛЬ”

Для выполнения расчет рабочего процесса и динамического расчета дизеля используется следующее программное обеспечение.

1. "Dizel.xls".
2. "Анализ теплового расчета ДВС.xls".

Файл "Dizel.xls" - основная программа расчета дизеля. Программа позволяет выполнять расчет рабочего процесса и динамические расчеты, получать результаты в табличном и графическом видах.

Результаты расчета сформированы для печати на листах формата А4 (для курсового проекта (КП) – 13 листов; для дипломного проекта (ДП) – 9 листов).

Файл "Анализ теплового расчета ДВС.xls" – предназначен для создания листинга результатов расчета рабочего процесса, которые в дальнейшем были проанализированы для выбора рационального варианта расчета и дальнейшей печати необходимых таблиц многовариантного расчета (для КП и ДП – 1 лист).

2. РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Для загрузки головной программы расчета дизеля необходимо открыть файл "Dizel.xls". Все программы написаны с использованием макросов, реализованных на VBA. Поэтому для работы программ необходимо разрешить использование макросов.

На экран первым вводится титульный лист, откуда легко перейти на лист диалога (нажатием кнопки “далее”). На “Лист диалога” или другой можно перейти щелчком левой кнопки мыши по имени листа, которое можно найти в нижней части листа книги Excel (рис. 1).

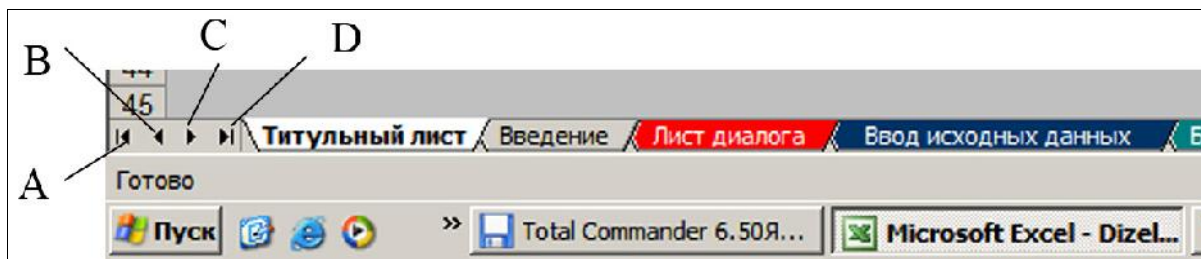


Рис. 1. Навигация между листами книги "Dizel.xls"

А – переход к первому листу книги (“Титульный лист”); D – переход к последнему листу книги (“Порядок работы цил”); кнопка В – переход к предыдущему листу;
С – переход к следующему листу книги

Для просмотра содержания книги (листов) можно воспользоваться ярлыками листов - А, В, С, D.

“Лист диалога” - это панель управления расчетом (рис. 2).

Панель управления – совокупность виртуальных кнопок **1**...**9**.

Кнопка **1** – удаляет результаты расчетов предыдущего пользователя, позволяет избежать ошибок по невнимательности.

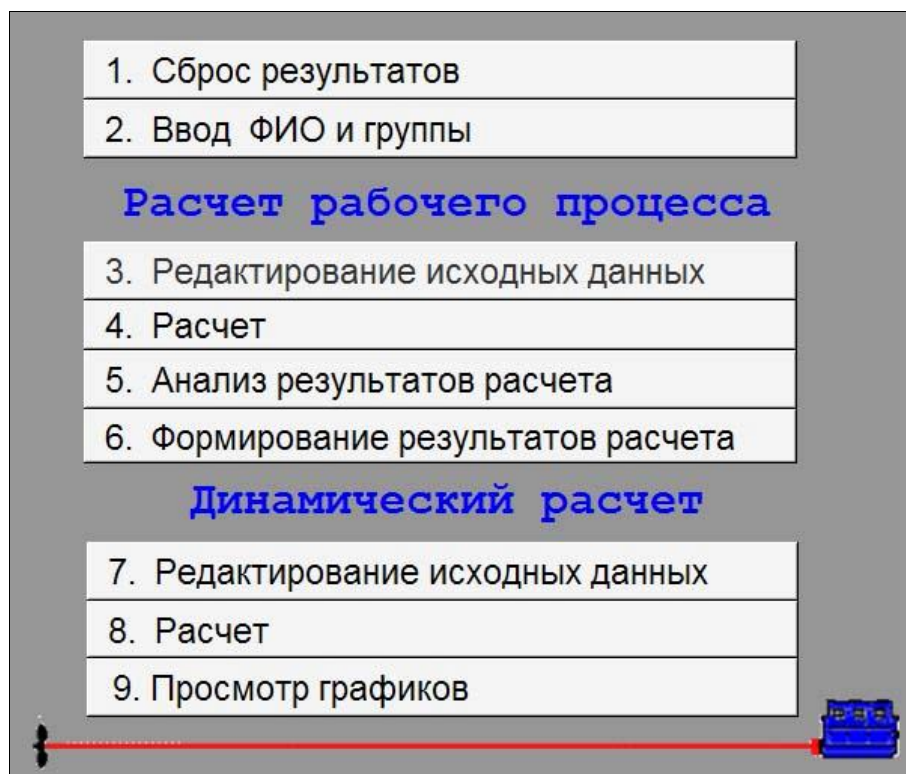


Рис. 2. Вид панели управления расчетом на “Листе диалога”

Кнопка **2** – позволяет ввести данные по пользователю: фамилию и группу.

Следующая группа кнопок **3**, **4**, **5**, **6** помогает выполнить расчет рабочего процесса дизеля.

Кнопка **3** – отправляет на лист “Ввод исходных данных” для расчета рабочего процесса – рис. 3.

Процесс ввода исходных данных – ответственный этап расчета. Необходимо хорошо изучить рассчитываемый дизель, его технические характеристики, параметры рабочего процесса прототипа. Выбор многих параметров комментируется в ячейках с красным треугольником в верхнем правом углу ячейки (это примечания). Доступ к просмотру примечания осуществляется наведением курсора мышки на ячейку, содержащей примечание. На рис. 3 курсор мышки был наведен на ячейку с параметром “Тип наддува”. Обращайте внимание на размерность вводимых параметров.

Расчет рабочего процесса
Введите исходные данные



№	Параметр	Обозн.	Разм.	Значение
1	Тип двигателя	6S46 MC-C		
2	Мощность двигателя	N	кВт	7800
3	Частота вращения коленчатого вала	n	об/мин	129
4	Ход поршня	s	мм	1932
5	Диаметр цилиндра	D	мм	460
6	Тактность			2
7	Тип наддува	Ввести: - "1", если $N(\text{турб}) = N(\text{комп})$ - "2", если $N(\text{турб}) > N(\text{комп})$ - "3", если $N(\text{турб}) < N(\text{комп})$ - "0", если двигатель без		
8	Число цилиндров			6
9	Параметры по температуре			
10	Температура окружающей среды			27

Рис. 3. Вид листа ввода исходных данных для расчета рабочего процесса

Назначение марки топлива, используемого в ДВС, обеспечивается нажатием кнопки «Выбор топлива» (рис. 4).

	Параметры топлива			-	Выбор топлива
а	Марка топлива (ISO 8217-2010)	-	-	RMG 180	
б	Плотность	ρ_{15}	кг/куб.м	991	
в	Содержание серы	S	% масс	2,00	
г	Содержание воды	W	% объем	0,00	
д	Зольность	A	% масс	0,07	
е	Низшая теплота сгорания	Q_H	кДж/кг	40534	

Рис. 4. Блок вводимых параметру по составу

Выбор типа топлива обеспечивается включением соответствующей ячейки «А» типа топлива (рис. 5). После назначения марки топлива в левой части таблицы «Б» формируется элементарный состав вводимого топлива.

В таблице «Б» формируются характеристики бункеровочного топлива. Можно отредактировать элементарный состав топлива. По окончании назначения марки топлива и его состава необходимо нажатием кнопки «В» вернуться в листу лист «Ввод исходных данных» (рис. 3).

После ввода исходных данных для расчета рабочего процесса (37 единичных и комплексных параметров) необходимо вернуться на «Лист диалога» (рисунок 2) и нажать кнопку **4** - «Расчет».

При появлении диалогового окошка с введением номера расчета введите 1 или 2.

Цифра 1 вводится при типовом расчете дизеля. Если при выполнении задачи необходимы сравнительные расчеты, например на различном топливе, мощности и т.д., выполняется два расчета, отличающиеся исходными данными и имеющими свои номера расчетов 1 и 2.

Если будет выведена информация о некорректно введенном каком-либо параметре, необходимо нажать кнопку “ОК”, затем кнопку [3], далее требуется отредактировать исходные данные. Если количество результатов (вариантов расчета) недостаточно для выполнения анализа, или результаты расчетов не удовлетворительны, необходимо также нажать кнопку [3] и откорректировать исходные данные.

Б

А

В

	Топливо	RMG 380
1	Плотность при 15 °С, кг/куб.м	991
2	Содержание серы, % масс., не более	2,00
3	Содержание воды, %, объемн., не более	0,50
4	Зольность, %, не более	0,1

Ввод состава выбранного топлива и
возврат к редактированию исходных
данных

Выбрать топливо из нижеприведенной таблицы и вставить в вышеприведенную

ISO 8217		Требования к судовым дистиллятным топливам				Требования к судовым остаточным топливам											
		DMX	DMA	DMZ	DMB	RMA 10	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMG 180	RMG 380	RMG 500	RMG 700	RMK 380	RMK 500	RMK 700	
1	Плотность при 15 °С, кг/куб.м	880	890	890	900	920	960	975	991	991	991	991	991	1010	1010	1010	
2	Содержание серы, % масс., не более	1,00	1,50	1,50	2,00	2,0 (декабрь 2012); 1,5 с января 2013; или от требований по зоне плавания											
3	Содержание воды, %, объемн., не более	0,00	0,00	0,00	0,30	0,30	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
4	Зольность, %, не более	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,15	

Ввод состава выбранного топлива и
возврат к редактированию исходных
данных

Рис. 5. Назначение типа и состава топлива

Для анализа результатов расчета необходимо нажать кнопку [5], которая откроет лист с результатами расчета рабочего процесса (рис. 6). На экране отражается только часть результатов расчета, доступ к остальным можно получить стандартными средствами пакета.

Целью расчета является определение параметров рабочего процесса дизеля для выхода на заданную мощность.

Результаты формируются при вариации коэффициента избытка воздуха и степени повышения давления.

Здесь необходимо выбрать вариант (один), наиболее рациональный (по расходу топлива, максимальному давлению цикла, наддуву, и т.д.).

2	Номер	1. Коэффициент избытка воздуха - α (-)	2. Степень повышения давления - λ (-)	3. Эффективная мощность установки - N_e (кВт)	4. Индикаторная мощность - N_i (кВт)	5. Индикаторный КПД (%)	6. Эффективный КПД (%)	7. Индикаторный расход топлива - B (кг/с)	8. Эффективный расход топлива - B (кг/с)	9. Давление наддува P_k (Мпа)	10. Давление воздуха в коллекторе - P_s (Мпа)	11. Давление воздуха в начале сжатия - P_a (Мпа)
3	1	1,90	1,10	7772	8013	48,24	46,79	0,1842	0,1899	0,253	0,249	0,237
4	2	1,90	1,15	7761	8001	48,71	47,25	0,1824	0,1880	0,250	0,247	0,234
5	3	1,90	1,20	7830	8072	49,14	47,67	0,1808	0,1864	0,250	0,247	0,234

Рис. 6. Вид листа “Результаты (табл)” с результатами расчета рабочего процесса

После анализа результатов расчета, необходимо выделить выбранный вариант (они расположены в строках) на листе. Для этого необходимо левой кнопкой мышки необходимо щелкнуть на номере строчки (рис. 7).

Кнопка для выбора варианта расчета

15	13	1,70	1,70	853	992	46,24	39,77	0,1996	0,2321	0,138
16	14	1,70	1,75	853	992	46,38	39,89	0,1990	0,2314	0,138
17	15	1,70	1,80	853	992	46,50	39,99	0,1985	0,2308	0,138
18	16	1,80	1,10	853	992	43,25	37,20	0,2134	0,2481	0,158
19	17	1,80	1,15	853	992	43,63	37,52	0,2116	0,2460	0,158

Рис. 7. Выделение основного варианта расчета

Далее необходимо вернуться на “Лист диалога” и нажать кнопку **6**, в результате чего будет сформировано 2 листа расчета рабочего процесса (лист исходных данных (“Бланк ИД-1”) и лист результатов (“Бланк рез. РРП”)).

Просмотр этих листов в соответствии с рис. 1.

Расчет рабочего процесса выполнен.

В Приложении А представлен бланк для печати, содержащий таблицу подготовленных учащимся блока исходных данных.

Следующая группа кнопок **7**, **8**, **9** обеспечивает выполнение динамического расчета.

Нажатие кнопки **7** обеспечивает переход к листу ввода исходных данных для динамического расчета. Здесь необходимо отредактировать:

- рядность;
- постоянную КШМ (λ), этот параметр можно определить по изображению поперечного сечения рассчитываемого дизеля, где легко определить отношение длины кривошипа к длине шатуна (т.е. – λ), при этом оценка масштаба рисунка не нужна;
- массы (поступательно движущихся и вращающихся частей КШМ);
- угол развала блоков (γ);

- угол заклинки коленчатого вала (δ);
- давление под поршнем ($p_{ск}$);
- порядок работы цилиндров.

Остальные параметры переносятся из результатов расчета рабочего процесса и исходных данных автоматически.

При отсутствии данных по массам поступательно движущихся и вращающихся масс можно воспользоваться рекомендациями [3] или нажать кнопку 3 “Расчет” в соответствии с рис. 8.

Масса поступательно движущихся частей	m_n	кг	130	128,68	Расчет
Масса вращающихся частей	m_v	кг	180	176,93	

Рис. 8. К расчету масс

При этом вы перейдете на лист “Массы КШМ” (рис. 9). Из таблицы с ориентировочными значениями приведенных масс, в зависимости от типа дизеля необходимо верно выбрать приведенные массы из ячеек 4 и 5. Назначенные значения ввести соответственно в ячейки 1 и 2. В ячейках 3 и 6 сформируются ориентировочные значения масс. Нажать кнопку “Возврат”.

1	2	3	4	5	6	Возврат
Диаметр цилиндра	Площадь поршня	Приведенная масса поступательно движущихся частей КШМ	Приведенная масса вращающихся частей КШМ	Искомая поступательная масса КШМ	Искомая вращающаяся масса КШМ	
метры	кв. метры	кг/кв. м	кг/кв. м	кг	кг	
0,32	0,08	1600	2200	128,68	176,93	

Выбрать приведенные массы КШМ (в зависимости от типа дизеля) из нижеприведенной таблицы и вставить в вышеприведенную

Ориентировочные значения приведенных массы КШМ (по Ваншейдту), кг/кв.м		
Поступательная		
МОД		2500...6000
СОД	с силуминовыми или тонкостенными чугунными и стальными поршнями	1000...2000
	с толстостенными чугунными поршнями	1500...3000
ВОД		300...700
Вращающаяся		
МОД		7000...12000
СОД	с силуминовыми или тонкостенными чугунными и стальными поршнями	1500...2500
	с толстостенными чугунными поршнями	1500...2500
ВОД		300...1000

Рис. 9. К оценочному расчету вращающихся и поступательно движущихся масс КШМ

Далее в ячейки 1 (рис. 8) ввести округленные значения масс по их значениям из ячеек 2.

Для выбора порядка работы также можно воспользоваться справкой посредством кнопки “Выбор порядка работы цилиндров”, нажатие которой приведет к листу “Порядок работы цилиндров” (рис. 10).

Порядок работы цилиндров, углы между вспышками, между кривошипами некоторых ДВС			
Число цилиндров	угол между кривошип ами	угол между вспышка ми	порядок работы цилиндров
	градусы	градусы	
четырехтактные			
5	72	144	1-2-4-5-3
6	120	120	1-5-3-6-2-4
			1-4-2-6-3-5
			1-3-5-6-4-2
7	51 3/7	102 6/7	1-2-4-6-7-5-3
8	90	90	1-6-2-5-8-3-7-4
			1-3-7-5-8-6-2-4
9	40	80	1-8-5-3-9-6-2-7-4
10	72	72	1-6-2-8-4-10-5-9-3-7

Ввод порядка работы цилиндров (красный столбец) и возврат к/редактированию исходных данных		
1	Первым работает	1
2	Вторым работает	5
3	Третьим работает	3
4	Четвертым работает	6
5	Пятым работает	2
6	Шестым работает	4
7	Седьмым работает	
8	Восьмым работает	
9	Девятым работает	
10	Десятым работает	

Рис. 10. К назначению порядка работы цилиндров

На листе “Порядок работы цилиндров” из прилагаемой таблицы необходимо выбрать порядок работы цилиндров 1 (рис. 10) и ввести в таблицу 2. Нажать кнопку 2.

При этом принято: вращение вала - по часовой стрелке, если смотреть на вал со стороны свободного конца; порядок нумерации цилиндров - от свободного конца до конца вала, где происходит отбор мощности.

В случае расчета “V”-образного двигателя следует особое внимание уделить порядку работы цилиндров. Это связано с тем, что нумерация цилиндров на практике отдельная для цилиндров левого и правого ряда, тогда как в настоящей программе она сквозная.

В качестве примера перевода порядка работы рассмотрим 6-ти цилиндровый четырехтактный двигатель с рекомендуемым порядком работы : 1л-2п-3л-1п-2л-3п (угол между кривошипами - 60 градусов).

В формуле буквой “л” обозначен левый ряд цилиндров, буквой “п” - правый.

Схематически это можно изобразить следующим образом (рис. 11). Тогда, применительно к порядку работы цилиндров, реализованному в программе, формула будет такая - 1-5-3-4-2-6.

После ввода данных необходимо перейти на “Лист диалога” и нажать кнопку 8.

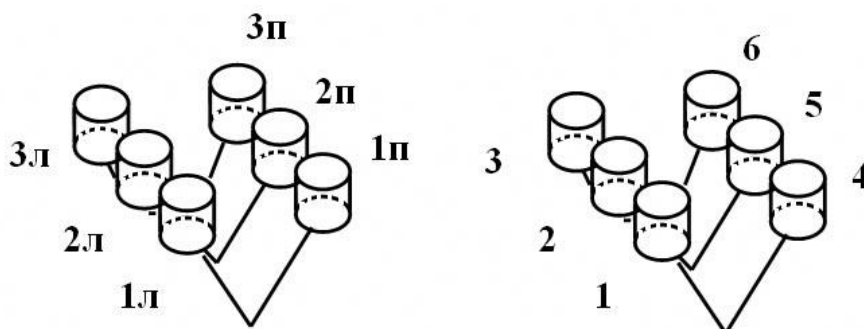


Рис. 11. К формированию порядка V-образного дизеля

После сообщения «Расчет окончен» можно просмотреть и проанализировать корректность полученных результатов.

В Приложении Б представлена совмещенная диаграмма суммарных касательных сил на выходном конце коленчатого вала, по которой можно оценить крутящий момент дизеля и касательных сил на одном кривошипе.

3. СОХРАНЕНИЕ И ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

После выполнения расчета можно выводить на печать постранично все результаты расчета, работая с файлом "Dizel.xls". Распечатываются следующие листы (таблица).

Т а б л и ц а

Перечень выводимых на печать листов

№	Курсовой проект	№	Дипломный проект
1	2	3	4
Расчет рабочего процесса			
1	«Бланк ИД-1»	1	«Бланк ИД-1»
2	«Бланк рез. РРП.»	2	«Бланк рез. РРП.»
Динамический расчет дизеля			
3	«Бланк ИД-2»	3	«Бланк ИД-2»
4	«Бланк Силы в КШМ»	4	«Бланк Силы в КШМ»
5	«Бланк НКС»	5	«Бланк НКС»
6	Индикаторная диаграмма	6	Индикаторная диаграмма
7	Индикаторная диаграмма развернутая	7	Индикаторная диаграмма развернутая
8	Векторная диаграмма	8	Силы на кривошипах: давления газов, движущие, инерции, нормальные, радиальные
9	Диаграмма износа	9	Касательные на одном кривошипе и касательные суммарные

Окончание табл.

1	2	3	4
10	Силы на кривошипах: давления газов, движущие, инерции		
11	Силы на кривошипах: нормальные, касательные, радиальные		
12	Силы на кривошипах (все силы)		
13	Касательные суммарные		

Все листы сформированы для печати на листах бумаги формата А4.

4. ФОРМИРОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТАБЛИЦ ВСЕХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

При необходимости формирования сравнительных таблиц результатов расчета рабочего процесса (например, для выполнения сравнительного анализа) нужно загрузить файл "Анализ теплового расчета ДВС.xls". Открыть этот файл нужно, не закрывая расчета по дизелю. Далее нажать кнопку «Получить результаты», в результате чего этот файл отобразит результаты теплового расчета дизеля в табулированном виде. Вариантами расчета рабочего процесса, из которых вы выбрали только один. Пролистайте его и найдите лист с выбранным вариантом (это нетрудно сделать, например, по коэффициенту избытка воздуха и степени повышения давления) и распечатайте его (при необходимости), или сохраните этот файл под новым именем и запишите на носитель.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что характеризует коэффициент избытка воздуха?
2. Как определяется степень повышения давления дизеля?
3. Как определяется среднее эффективное давление?
4. Чем отличается среднее эффективное давление от среднего индикаторного?
5. Описать процесс продувки рассчитываемого дизеля.
6. Как влияет изменение температуры воздуха в воздухоохладителе на параметры рабочего процесса?
7. Как определяется степень сжатия?
8. Расшифровать марку рассчитываемого дизеля.
9. Перечислить приемы защиты элементов цилиндропоршневой группы от температурных напряжений.
10. Обосновать выбор доли потерянного хода поршня.
11. Обосновать выбор сорта топлива.
12. Выполнить анализ результатов расчета приложения В.

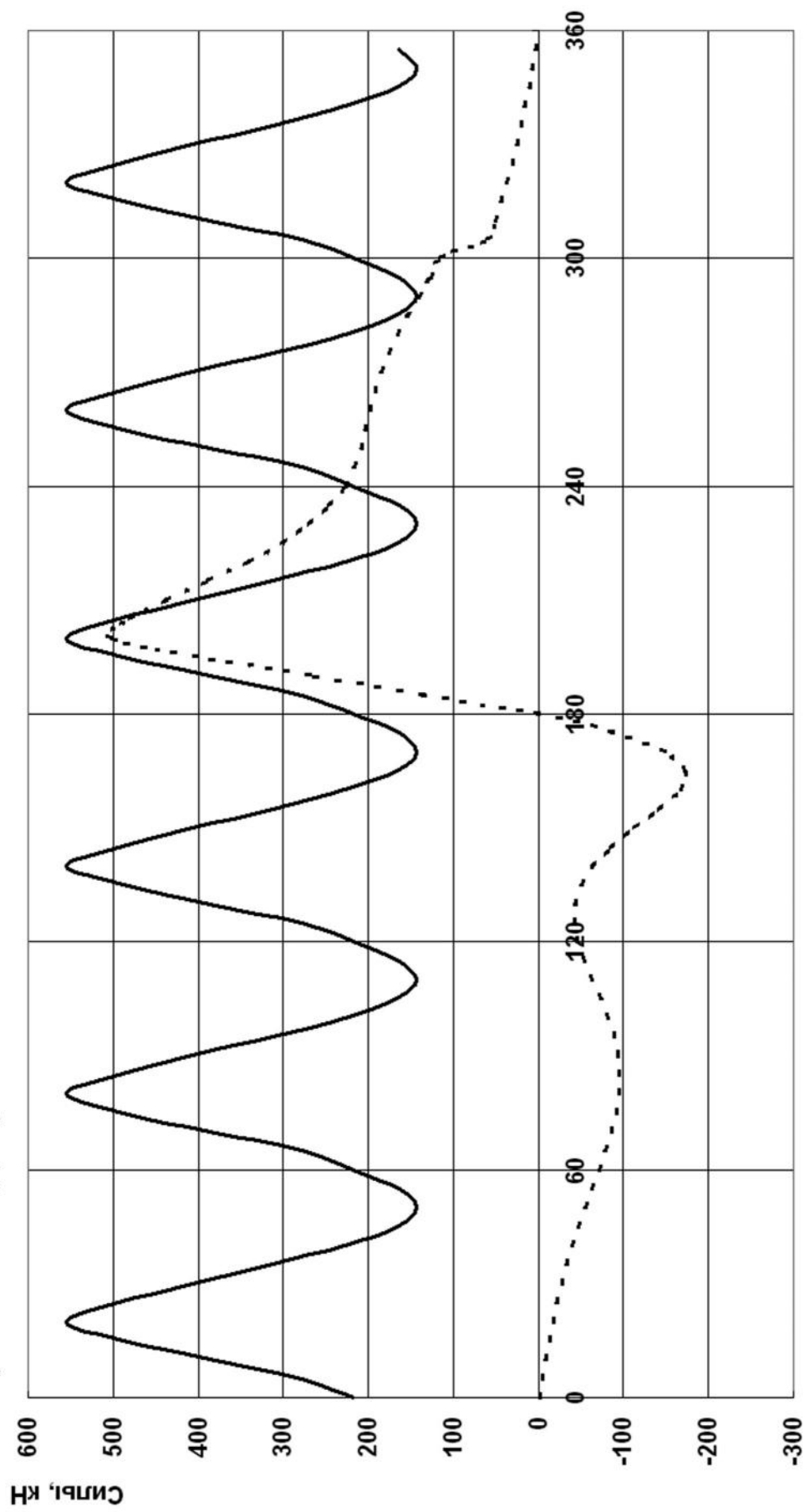
ЛИТЕРАТУРА

1. *Очеретяный В.А.* Расчет судового двигателя внутреннего сгорания (“Dizel.xls”) [Электронный ресурс] / В.А. Очеретяный — Севастополь: Кафедра Энергоустановок морских судов и сооружений, Институт Кораблестроения и морского транспорта, ФГБОУВО «Севастопольский государственный университет», 2015. - 2,25 МБт, CD-ROM.
2. *Очеретяный В.А.* Анализ теплового расчета ДВС (“Анализ теплового расчета ДВС.xls”) [Электронный ресурс] / В.А. Очеретяный. - Севастополь: Кафедра Энергоустановок морских судов и сооружений, Институт Кораблестроения и морского транспорта, ФГБОУВО «Севастопольский государственный университет», 2015. - 1,1 МБт, CD-ROM.
3. *Орлин А.С.* Расчет рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания /А.С. Орлин. - М.: ГНТИ, 1955. – 124 с.
4. *Возницкий И.В.* Судовые двигатели внутреннего сгорания / И.В. Возницкий. - М.: Моркнига, 2010. - Т.2. - 282с.
5. *Муконин М.В.* Методические указания по расчету рабочего процесса ДВС на ЕС-ЭВМ / М.В. Муконин, А.М. Муконин. - Севастополь: СПИ, 1987. – 25 с.
6. *Орвис В.Дж.* Visual Basic for Applications на примерах /В.Дж. Орвис. - М.: Бином, 2006. – 512 с.
7. *Уокенбах Д.* Профессиональное программирование на VBA в Excel 2002/ Д. Уокенбах. - М.: Диалектика, 2010. – 784 с.
8. *Роман С.* Использование макросов в Excel/ С. Роман. - СПб.: Питер, 2004. – 507 с.
9. *Капустин В.В.* Исследование рабочего процесса судового дизеля. Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектирования / В.В. Капустин, В.А. Очеретяный. - Севастополь: СГТУ, 1998.– 35 с.
10. *Капустин В.В.* Расчет дизеля. Методические указания к выполнению расчета рабочего процесса на ЭВМ / В.В. Капустин, В.А. Очеретяный. - Севастополь: СевНТУ, 2002. – 19 с.
11. *Гоголев Г.В.* Расчет рабочего цикла судовых ДВС. Методические указания к выполнению контрольной работы/ Г.В. Гоголев, П.П. Борисенко, В.А. Очеретяный. - СевНТУ, 2008. - 12 с.

Приложение А. Исходные данные для теплового расчета дизеля

Исходные данные для расчета рабочего процесса судового ДВС				
СевГУ - Институт КиМТ - Кафедра ЭМСС				
Подготовил, группа			Очеретяный В.А.	
№	Параметр	Обозн.	Разм.	Знач.
1	Тип двигателя	7L 40/54		1
2	Мощность двигателя	N	кВт	5100
3	Частота вращения коленчатого вала	n	об/мин	550
4	Ход поршня	s	м	0,540
5	Диаметр цилиндра	D	м	0,400
6	Тактность	n	-	4
7	Тип наддува	-	-	1
8	Число цилиндров	z	штук	7
9	Параметры по температуре			-
	а Температура окружающей среды	T_o	К	300
	б Допускаемая температура сгорания	T_{dop}	К	2000
	в Подогрев заряда от стенок цилиндра	d_{cm}	К	10
	г Первое приближение температуры сгорания	$T_z(1)$	К	1800
	д Температура остаточных газов	T_r	К	750
	е Перепад температуры в охладителе наддувочного воздуха	dx_{max}	К	100
10	Коэффициент избытка воздуха:			-
	а - минимальное значение	a_{min}	-	1,8
	б - максимальное значение	a_{max}	-	2,3
11	Параметры по давлению			-
	а Давление окружающей среды	P_o	МПа	0,1033
	б Потери напора в охладителе наддувочного воздуха	dp_x	МПа	0,005
	в Максимально допустимое давление цикла	P_{zmax}	МПа	17
	г Давление за турбиной	P_{os}	МПа	0,103
	д Давления наддува (начальное значение)	$P_k(1)$	МПа	0,2
12	Параметры топлива			-
	а Марка топлива (ISO 8217)	-	-	RMG 180
	б Плотность топлива	ρ	кг/куб.м	991
	в Содержание серы	Sp	% масс	2
	г Содержание воды	Wp	% об	0
	д Зольность	A	% масс	0,07
	е Низшая теплота сгорания	Q_n	кДж/кг	40533,82
	ж Содержание углерода/водорода	Cr/Hp	% / %	86,2/10,8
13	Степень сжатия	e	-	14
14	Доля потерянного хода поршня	y	-	0
15	Степень повышения давления (начальное значение)	l	-	1,3
16	Тип продувки	sk	-	0
17	Механический КПД двигателя	h	%	97
18	Механический КПД редуктора	$h_{\partial v}$	%	100
19	КПД турбины	h_m	%	80
20	КПД компрессора	h_k	%	80
21	Коэффициент использования тепла в точке "Z"	x_z	-	0,88
22	Полный коэффициент использования тепла	x	-	0,94
23	Коэффициент округления индикаторной диаграммы	f_z	-	0,96
24	Коэффициент продувки	j	-	1,25
25	Коэффициент остаточных газов	g	-	0,03

Приложение Б. Диаграмма касательных сил



— Касательная сила ($F_{\text{кас.сум}}$)

- - - Касательная сила ($F_{\text{кас.шат}}$)

Рисунок 2.5 - Касательные силы

Приложение В. Протокол результатов расчета дизеля

Номер	1. Коэффициент из-бытка воздуха - ϕ	2. Степень повышения давления - λ	3. Эффективная мощность установки - N_e (кВт)	4. Индикаторная мощность - N_i (кВт)	5. Индикаторный КПД (%)	6. Эффективный КПД (%)	7. Индикаторный расход топлива - b (кг/кВт*ч)	8. Эффективный расход топлива - b (кг/кВт*ч)	9. Давление наддува P_k (Мпа)	10. Давление воздуха в коллекторе - P_s (Мпа)	11. Давление воздуха в начале сжатия - P_a (Мпа)	12. Давление воздуха в конце сжатия - P_c (Мпа)
1	1,80	1,10	4487	4578	44,11	43,23	0,2014	0,2055	0,202	0,197	0,187	6,107
2	1,80	1,15	4495	4587	44,61	43,72	0,1991	0,2032	0,200	0,195	0,185	6,049
3	1,80	1,20	4520	4613	45,07	44,17	0,1971	0,2011	0,199	0,194	0,184	6,021
4	1,80	1,25	4520	4612	45,50	44,59	0,1953	0,1993	0,197	0,192	0,183	5,964
5	1,80	1,30	4514	4606	45,88	44,97	0,1936	0,1976	0,195	0,190	0,181	5,906
6	1,80	1,35	4518	4611	46,24	45,31	0,1921	0,1961	0,194	0,189	0,180	5,866
7	1,80	1,40	4522	4614	46,56	45,63	0,1908	0,1947	0,193	0,188	0,179	5,830
8	1,80	1,45	4512	4605	46,86	45,93	0,1896	0,1934	0,191	0,186	0,177	5,781
9	1,90	1,10	4486	4577	44,49	43,60	0,1997	0,2038	0,211	0,206	0,196	6,390
10	1,90	1,15	4488	4580	44,97	44,07	0,1975	0,2016	0,209	0,204	0,194	6,325
11	1,90	1,20	4481	4572	45,42	44,51	0,1956	0,1996	0,207	0,202	0,191	6,253
12	1,90	1,25	4485	4577	45,82	44,90	0,1939	0,1978	0,205	0,200	0,190	6,204
13	1,90	1,30	4478	4570	46,19	45,27	0,1923	0,1963	0,203	0,198	0,188	6,145
14	1,90	1,35	4486	4578	46,53	45,60	0,1909	0,1948	0,202	0,197	0,187	6,111
15	1,90	1,40	4486	4577	46,83	45,90	0,1897	0,1936	0,201	0,196	0,186	6,070
16	1,90	1,45	4497	4589	47,12	46,17	0,1886	0,1924	0,200	0,195	0,185	6,050
17	1,90	1,50	4522	4614	47,37	46,42	0,1875	0,1914	0,200	0,195	0,185	6,050
18	1,90	1,55	4522	4614	47,60	46,65	0,1866	0,1904	0,199	0,194	0,184	6,019

Технический редактор
Р.В. Дмитриева

Подписано к печати 17.07.15. Изд. № 22/15. Зак. 201/2015. Тираж 50 экз.
Объем 1,0 п.л. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,98.
Формат бумаги 60 x 84 1/16

РИИЦМ ФГАОУВО «Севастопольский государственный университет»