

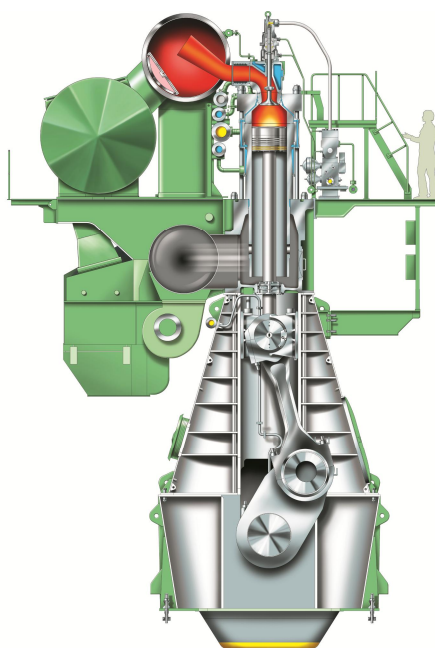
Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



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

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине

«Судовые двигатели внутреннего сгорания
и их эксплуатация »
для студентов всех форм обучения специальности
«Эксплуатация судовых энергетических установок»



Севастополь
2009

УДК 629

Расчеты судового дизеля на ЭВМ. Расчет рабочего процесса. Динамический расчет. Методические указания к выполнению курсового проекта/Сост. В.А.Очеретяный, Г.В.Гоголев. – Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2009.- 12 с.

Методические указания составлены на основе образовательно-профессиональной программы высшего образования по профессиональному направлению «Судовождение и энергетика судов» для специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок», утвержденной Министерством образования и науки Украины, и требований Международной конвенции ПДНВ 78/95.

Цель методических указаний – оказание помощи студентам дневной и заочной форм обучения специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок» в выполнении курсового проекта по дисциплине «Судовые ДВС и их эксплуатация».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры ЭМСС, протокол № 7 от 17.02. 2009 г.

Рецензент - доцент кафедры ЭМСС Свириденко И.И.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Характеристика пакета «Дизель»	3
2	Расчет рабочего процесса и динамический расчет	4
3	Сохранение и печать результатов расчета	10
4	Формирование сравнительных таблиц всех результатов расчета рабочего процесса	10
5	Получение исходных данных для расчета коленчатого вала на прочность	11
	Библиографический список	12

ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящих методических указаний (МУ) оказать помощь студенту при выполнении сложных технических расчетов судового двигателя внутреннего сгорания (дизеля) с применением вычислительной техники.

Настоящие МУ являются руководством пользователя ЭВМ:

- при выполнении расчета рабочего процесса (тепловой расчет) и динамического расчета дизеля (программа "Dizel.xls");
- при формировании таблиц, содержащих все результаты расчетов рабочего процесса (программа "Анализ теплового расчета ДВС.xls").
- при формировании таблиц и диаграмм, отражающих результаты расчета ДВС (программа "Результаты расчета ДВС.xls");
- при формировании блока исходных данных для расчета на прочность коленчатого вала дизеля (программа "Исходные данные для расчета КВ.xls");

Выше указанные программные продукты формировались в период 1997...2009 гг. В настоящих МУ отражены все изменения в этих программах.

В основу программы расчета рабочего процесса положены труды [1...3], а также алгоритмы, предложенные Мукониным М.В. и Мукониным А.М. [4].

Все указанные программы сформированы в программном продукте Excel с применением VBA [5...7].

Ранее для работы с этими программами были выпущены методические указания: [8...11].

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПАКЕТА «ДИЗЕЛЬ»

Пакет «Дизель» на время подготовки настоящих методических указаний содержит 4 файла:

1. "Dizel.xls"
2. "Анализ теплового расчета ДВС.xls"
3. "Результаты расчета ДВС.xls"
4. "Исходные данные для расчета КВ.xls"

Файл "Dizel.xls" - основная программа расчета дизеля. Программа позволяет выполнять тепловой и динамические расчеты, получать результаты в табличном и графическом видах (размер файла ~ 2 Мб).

Файл "Анализ теплового расчета ДВС.xls" - предназначен для создания, сохранения и дальнейшей распечатки в табличном виде копии всех результатов расчета рабочего процесса (для выполнения обоснования выбора рационального варианта теплового расчета дизеля), (размер файла ~ 1,0 Мб).

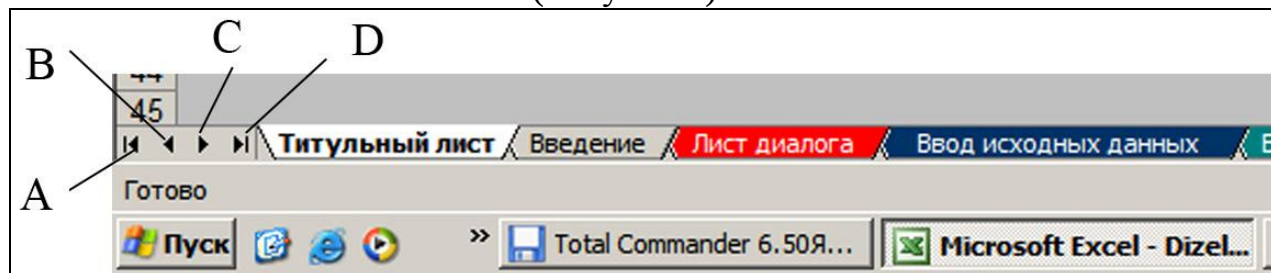
Файл "Результаты расчета ДВС.xls" - предназначен для создания и сохранения результатов теплового и динамического расчетов дизеля для дальнейшей их распечатки (размер файла ~ 0,3 Мб).

Файл "Исходные данные для расчета КВ.xls" позволяет получить блок исходных данных (шесть сил) для прочностного расчета коленчатого вала (размер файла ~ 0,5 Мб).

2. РАСЧЕТ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Для загрузки головной программы расчета дизеля необходимо открыть "Dizel.xls". Все программы написаны с применением макросов на VBA. Поэтому для корректной работы программ необходимо включить макросы.

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 (Рисунок 1).



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

Рисунок 1 - Навигация между листами книги "Dizel.xls"

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

"Лист диалога" - это панель управления расчетом (рисунок 2).

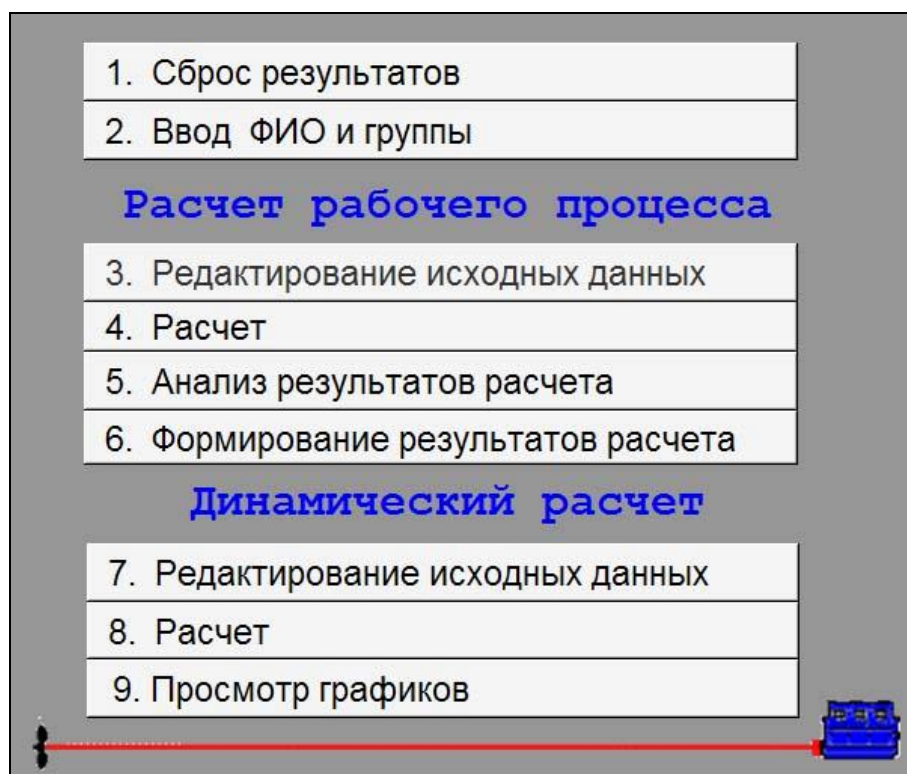


Рисунок 2 - Вид панели управления расчетом на "Листе диалога"

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

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

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 – рисунок 3.

Расчет рабочего процесса				
Введите исходные данные				
№	Параметр	Обозн.	Разм.	Значение
1	Тип двигателя	8NVD32/48		
2	Мощность двигателя	<i>N</i>	кВт	856
3	Частота вращения коленчатого вала	<i>n</i>	об/мин	375
4	Ход поршня	<i>s</i>	мм	480
5	Диаметр цилиндра	<i>D</i>	мм	320
6	Тактность			4
7	Тип наддува	-	-	1

Рисунок 3 - Вид листа ввода исходных данных для расчета рабочего процесса

Процесс ввода исходных данных – ответственный этап расчета. Необходимо хорошо изучить рассчитываемый дизель, его технические характеристики, параметры рабочего процесса прототипа [8, 12, 13]. 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 рисунке 3 курсор мышки был наведен на ячейку с параметром “Тактность”. Обратите внимание на размерность вводимых параметров.

Ввод состава топлива можно выполнить самостоятельно (рисунок 4).

Параметры топлива				
	Низшая теплота сгорания	<i>Q_H</i>	кДж/кг	39971,6
	Состав топлива (в 1 кг)			-
а	Углерод	<i>C_p</i>	%	86,1
б	Водород	<i>H_p</i>	%	10,2
в	Кислород	<i>O_p</i>	%	0,5
г	Сера	<i>S_p</i>	%	3
д			%	0
е	Растворенной влаги	<i>W_p</i>	%	0,2
ж	Внесенной влаги	<i>W_w</i>	%	0
з	Суммарный состав топлива		%	100

Рисунок 4 –
Блок вводимых
параметру по
составу топлива

Для этого необходимо ввести процентный состав топлива в ячейки 1 (углерод, водород, кислород, серу, растворенную влагу). Суммарный состав контролируется ячейкой 2 (ячейка не редактируется). По введенному составу топлива в ячейке 3 рассчитывается низшая теплота сгорания (ячейка 3 – не редактируется).

Также состав топлива можно назначить, пользуясь помощью кнопки 4. Нажатие кнопки вызывает лист “Выбор топлива” (рисунок 5).

Топливо	Углерод, C, проценты	Водород, H, проценты	Сера, S, проценты	Кислород, O, проценты	Влага, W, проценты	Сумма, проценты	Теплота сгорания, Q _{рн} низшая, кДж/кг
	86,4	12,3	0,8	0,3	0,2	100	42020

Выбрать топливо из нижеприведенной таблицы и вставить в вышеприведенную

Топливо	Углерод, C, проценты	Водород, H, проценты	Сера, S, проценты	Кислород, O, проценты	Влага, W, проценты	Сумма, проценты	Теплота сгорания, Q _{рн} низшая, кДж/кг
4. Ф5	86,4	12,3	0,8	0,3	0,2	100	42020
5. Ф12	85,8	12,1	1,5	0,4	0,2	100	41676
6. Дизельное топливо	86,3	13,3	0,3	0,1	0	100	42990

Ввод состава выбранного топлива и возврат к редактированию исходных данных

Рисунок 5 – Назначение состава топлива

Из прилагаемой справочной таблицы 1 необходимо выбрать требуемое топливо и его состав ввести в ленточную таблицу 2. Дальнейшее нажатие кнопки 3 перенесет выбранный состав топлива в блок исходных данных.

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, когда необходим один вариант расчетов при постоянном блоке исходных данных. Если 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.

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

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 - G_i (кг/ч)
1	1,70	1,10	854	993	42,91	36,91	0,2151
2	1,70	1,15	852	990	43,36	37,29	0,2129
3	1,70	1,20	852	991	43,76	37,63	0,2109
4	1,70	1,25	852	991	44,13	37,95	0,2092
5	1,70	1,30	852	991	44,46	38,24	0,2076
6	1,70	1,35	852	991	44,77	38,50	0,2062
7	1,70	1,40	853	991	45,04	38,74	0,2049
8	1,70	1,45	853	992	45,30	38,95	0,2038
9	1,70	1,50	853	992	45,53	39,15	0,2028
10	1,70	1,55	853	992	45,73	39,33	0,2018

Рисунок 6- Вид листа “Результаты (табл)” с многовариантными результатами расчета рабочего процесса

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.).

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 (рисунок 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

Рисунок 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 рисунком 1.

Расчет рабочего процесса выполнен.

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);
- 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 1 “Расчет” в соответствии с рисунком 8.

			3	2	1
Масса поступательно движущихся частей	m_n	кг	130	128,68	Расчет
Масса вращающихся частей	m_b	кг	180	176,93	

Рисунок 8 - К расчету масс

При этом вы перейдете на лист “Массы КШМ” (рисунок 9).

Из таблицы с ориентировочными значениями приведенных масс, в зависимости от типа дизеля необходимо верно выбрать приведенные массы из ячеек 1 и 2. Назначенные значения ввести соответственно в ячейки 3 и 4. В ячейках 5 и 6 сформируются ориентировочные значения масс. Нажать кнопку “Возврат”.

		3	4	5	1	2	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						

Рисунок 9 - К расчету масс

Далее в ячейках 3 (рисунок 8) ввести округленные значения масс по их

значениям в ячейках 2.

Для выбора порядка работы также можно воспользоваться справкой посредством кнопки “Выбор порядка работы цилиндров”, нажатие которой приведет к листу “Порядок работы цил.” (рисунок 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	
четырёхтактные			
5	72	144	1-2-4-5-3
6	120	120	1-5-3-6-2-4
			1-4-2-3-5
			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	

1

3

2

Рисунок 10 - К назначению порядка работы цилиндров

На листе “Порядок работы цил.” из прилагаемой таблицы необходимо выбрать порядок работы цилиндров 1 (рисунок 10) и ввести в таблицу 2. Нажать кнопку 3.

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 (рисунок 11). Тогда, применительно к порядку работы цилиндров, реализованному в программе, формула будет такая - 1-5-3-4-2-6.

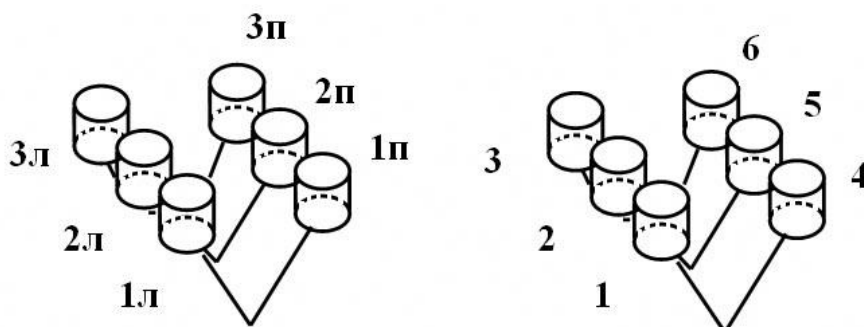


Рисунок 11 - К формированию порядка V – образного дизеля

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

После сообщения «Расчет окончен» можно просмотреть полученные результаты.

В результате динамического расчета формируются следующие листы:

Таблицы:

- исходные данные динамического расчета (лист «Бланк ИД-2»);
- силы на кривошипах (лист «Бланк Силы в КШМ»);
- суммарные касательные силы (лист «Бланк НКС»);

Графики:

(переход к графикам – кнопкой **9**):

- индикаторная диаграмма;
- индикаторная диаграмма развернутая;
- векторная диаграмма;
- диаграмма износа;
- силы на кривошипах: давления газов, движущие, инерции;
- силы на кривошипах: нормальные, касательные, радиальные;
- силы на кривошипах (все силы);
- касательные суммарные.

3. СОХРАНЕНИЕ И ПЕЧАТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА

После выполнения расчета можно распечатать результаты сразу, работая с файлом "Dizel.xls". Распечатываются листы, указанные выше: 2 листа расчета рабочего процесса (таблицы) и 11 листов результатов динамического расчета (3 листа таблиц и 8 графиков). Каждый лист сформирован для печати на листах бумаги формата А4.

Можно сохранить результаты расчета, сохранив файл "Dizel.xls".

Можно сохранить результаты расчета с помощью файла "Результаты расчета ДВС.xls". Этот файл нужно загружать, не закрывая расчета по дизелю (это необходимо для того, чтобы в файл "Результаты расчета ДВС " попали результаты текущего расчета).

После загрузки файла "Результаты расчета ДВС.xls" нажать кнопку “Очистить” и, затем “Создать копию ...”. После выполнения этой процедуры полистайте этот файл и проверьте правильность копирования таблиц и графиков (на отсутствие наложений, присутствия вашей фамилии и т.п.) Далее этот файл сохраните под другим именем и перепишите на свой носитель.

4. ФОРМИРОВАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ТАБЛИЦ ВСЕХ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА

При необходимости формирования сравнительных таблиц всех результатов расчета рабочего процесса (например, для выполнения сравнительного ана-

лиза) нужно загрузить файл "Анализ теплового расчета ДВС.xls". Открыть этот файл нужно, не закрывая расчета по дизелю (это необходимо для того, чтобы в файл "Анализ теплового расчета ДВС.xls" попали результаты текущего расчета). Далее нажать кнопку, в результате чего этот файл наполнится всеми вариантами расчета рабочего процесса, из которых вы выбрали только один. Пролитайте 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. ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА НА ПРОЧНОСТЬ

При выполнении прочностного расчета коленчатого вала дизеля необходимо знание комплекса сил, действующего на шейку коленчатого вала.

Для определения этих сил необходим файл "Исходные данные для расчета КВ.xls". Этот файл необходимо открывать, не закрывая расчета по дизелю (это необходимо для того, чтобы в файл попали результаты текущего расчета). После загрузки титульного листа нажать нужную кнопку (в зависимости от тактности) и переписать силы в зависимости от количества цилиндров вашего дизеля (рисунок 12).

На рисунке 10 для примера по схеме А выписываются максимальные и минимальные радиальные, касательные и срезающие силы для 8-ми цилиндрового дизеля, по схеме В – для 6-цилиндрового.

В						
КН	Fкас		Fрад		Fсрез	
	max	min	max	min	max	min
1 цилиндр	220,80	-69,10	469,37	-56,02	461,66	18,51
2 цилиндра	211,25	-61,29			452,23	6,18
3 цилиндра	201,38	-53,07			457,20	11,72
4 цилиндра	182,00	-36,65			453,98	11,72
5 цилиндр	278,59	-60,37			452,02	20,96
6 цилиндр	269,04	-59,44			452,35	3,90
7 цилиндр	260,26	-77,10			260,26	3,90
8 цилиндр	239,80	9,06			240,51	20,60
9 цилиндр	0,00	0,00			18,51	18,51
для 6 цилиндров	278,59	-69,10	469,37	-56,02	461,66	3,90
для 7 цилиндров	278,59	-77,10			461,66	3,90
для 8 цилиндров	278,59	-77,10			461,66	3,90
для 9 цилиндров	278,59	-77,10			461,66	3,90

А

Рисунок 12 - Определение сил на шатунных шейках коленчатого вала дизеля

Эти силы необходимо сохранить, чтобы в дальнейшем ввести их программу расчета коленчатого вала на прочность.

На этом расчет можно считать выполненным и все файлы можно закрывать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлин А.С. Расчет рабочих процессов в двигателях внутреннего сгорания/А.С.Орлин.–М.:ГНТИ, 1955.–124с.
2. Танатар Д.Б. Судовые дизели. Теория рабочего процесса/Д.Б.Танатар.–Л.:Морской транспорт, 1962.–306с.
3. Дизели. Справочник./ Под ред. В.А. Ваншейдта. – Л.: Машиностроение, 1977.– 540с.
4. Муконин М.В. Методические указания по расчету рабочего процесса ДВС на ЕС-ЭВМ/ М.В.Муконин, А.М.Муконин.–Севастополь:СПИ, 1987.–25с.
5. Орвис В.Дж. Visual Basic for Applications на примерах/В.Дж.Орвис.–М.:Бином, 1995.–512с.
6. Уокенбах Д. Профессиональное программирование на VBA в Excel 2002/ Д.Уокенбах.–М.: Диалектика, 2003.–784с.
7. Роман С. Использование макросов в Excel/ С.Роман.– СПб.: Питер, 2004.– 507с.
8. 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.– 35с.
9. Капустин В.В. Анализ диаграмм динамики судового дизеля с использованием ЭВМ. Методические указания по курсовому проектированию/ В.В.Капустин, В.А. Очеретяный.– Севастополь: СГТУ, 1999.– 36с.
10. Капустин В.В. Расчет дизеля. Методические указания к выполнению расчета рабочего процесса на ЭВМ/ В.В.Капустин, В.А. Очеретяный.– Севастополь,: СевНТУ,2002.-19с.
11. Капустин В.В. Прочностной расчет коленчатого вала. Методические указания к выполнению с применением ЭВМ расчета на прочность коленчатого вала судового дизеля / В.В.Капустин, В.А. Очеретяный.- Севастополь.: СевНТУ,2004.-6с.
12. Борисенко П.П. Проектирование и эксплуатация судовых двигателей внутреннего сгорания. Методические указания к выполнению курсового проекта/ П.П. Борисенко, Г.В. Гоголев, В.В. Капустин, В.А. Очеретяный.–СевНТУ, 2006. – 20 с.
13. 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.