

УДК 004.4:621.45.018

Ю.А. ЯКОВЛЕВ, А.Г. ФРЕНКЕЛЬ, В.А. АЛЕКСАНДРОВ, М.Я. БРАЖЕНКОВА*ГП “Ивченко-Прогресс”, Запорожье, Украина***РАЗРАБОТКА И СОПРОВОЖДЕНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБЪЕКТОВ
АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Рассмотрено внедрение и использование пакета программ, которые позволяют быстро и точно получить измеренные данные и выполнить подготовку данных для генерации сигналов, математическую обработку в процессе мониторинга, регистрацию данных и отображения на экране монитора. Предложенный пакет программ позволяет оперативно и наглядно проводить испытание, получать печатные документы в виде протоколов и графиков, а также данный пакет программ позволил инженеру-испытателю сократить продолжительность эксперимента и сэкономить дорогостоящие ресурсы.

измерительно-вычислительный комплекс, пакет программ, измерительное оборудование, бумажный документ, данные в электронном виде, мониторинг, программное обеспечение

Введение

Известно, что при создании образцов новой техники более 70% времени и средств затрачивается на экспериментальное испытание и доводку опытных образцов. Поэтому автоматизация экспериментально-доводочных испытаний на базе использования измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) является одним из эффективных средств сокращения сроков и затрат на создание образцов новой техники. Для сокращения времени отладки и повышение эффективности ИВК МС-400D было использовано программное обеспечение (ПО) «Recorder», которое производит управление аппаратными ресурсами комплекса, выполняет получение измеряемых данных и подготовку данных для генерации сигналов, обработку, регистрацию данных и отображение на экране монитора.

Формулирование проблемы. Дороговизна ресурсов и стремление повысить эффективность и быстродействие испытаний объектов авиадвигателей послужили толчком к принятию решения о разработке пакета программ, имеющих возможности математической обработки и быстрого отображения измеряемых и расчетных данных на экран монитора во время испытания в режиме мониторинга, что позволяет плодотворно провести испытание инженеру-испытателю, а

также оперативно получить результаты испытания для дальнейшего исследования.

Цель разработки – получение пакета программ, предназначенных для проведения испытаний и решающих следующие задачи: обработки измеряемых данных в режиме реального времени; отображения измеряемых и расчетных данных в различных формулярах; формирование отчетов и графиков; информационный обмен с удаленными станциями; контроль или мониторинг измеряемых данных. Пакет программ должен был иметь простой и доступный интерфейс, высокую производительность, возможность управления доступом к ресурсам для различных пользователей.

1. Реализация проекта

Для достижения поставленных целей были получены методики обработки температурных полей газа в выходном сечении камеры сгорания (КС) и определения потерь полного давления на жаровой трубе КС. Был приобретен ИВК и сформирована рабочая группа. В результате был разработан алгоритм проведения испытания, состоящий из объекта, измерительной части (схема типового процесса измерения отображена на рис. 1) и пакета программ.

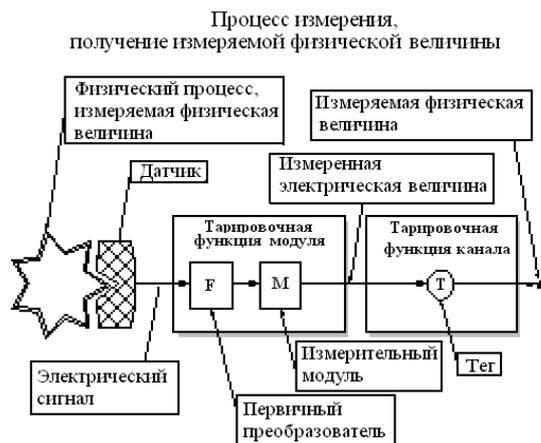


Рис. 1. Упрощенная схема процесса измерения

Пакет программ состоит из четырех основных функциональных блоков. Это блоки: 1) блок драйверов, позволяющий производить управление и обмен данными с аппаратными устройствами; 2) блок управления, служащий для координации работы всех блоков, для чтения и записи настройки и тестирования аппаратных устройств; 3) блок тегов, представляющий собой группу именованных буферов для хранения измеренных и обработанных данных; 4) блок модулей plug-in'ов, предназначенный для управления библиотеками дополнительных функций.

Блочная структура программы позволяет разрабатывать и отлаживать ее по частям, отдельными блоками – программными модулями, наращивать функциональность отдельных блоков, модернизировать, дорабатывать их, не затрагивая другие. Так при помощи отдельных модулей были запрограммированы методики обработки температурных полей и определения потерь полного давления.

2. Режим работы

Программное обеспечение в процессе работы пребывает в одном из следующих режимов. Режим «Готовность», или «Останов». Этот режим устанавливается сразу после запуска приложения или после входа из любого другого режима. Режим «Измерение». В этом режиме выполняется сбор измеряемых данных, обработка и их отображение. Режим «Запись», или

«Регистрация». В этом режиме выполняется сбор измеряемых данных, отображение и сохранение в файлы. Режим «Настройка». В этом режиме производится изменение настройки ПО «Recorder». Изменение настройки выполняется при помощи диалогов самого ПО «Recorder». Смена режимов работы выполняется по команде оператора, либо по команде инженера – испытателя, либо по запросу программного модуля (например, аварийное завершение).

По желанию заказчика были созданы формуляры отображения информации для наглядности и удобства проведения испытания (рис. 2 – 5).

сечение №1		сечение №2	
t _{1,1} Г	483	t _{1,1} Г	488
t _{1,2} Г	485	t _{1,2} Г	487
t _{1,3} Г	501	t _{1,3} Г	485
t _{1,4} Г	482	t _{1,4} Г	488
T _{1,ср}	0	T _{1,ср}	0
T _{1,ср}	0	T _{2,ср}	0

Рис. 2. Формуляр отображения температур

сечение №1		сечение №2	
P _{1,1} Г	-0,029	P _{1,1} Г	-0,022
P _{1,2} Г	-0,020	P _{1,2} Г	-0,024
P _{1,3} Г	0,000	P _{1,3} Г	-0,021
P _{1,4} Г	-0,016	P _{1,4} Г	0,000
P _{1,ср}	0,000	P _{1,ср}	0,000
P _{1,ср}	0,000	P _{2,ср}	0,000

Рис. 3. Формуляр отображения давлений

На рис. 2 и 3 изображены формуляры отображения температур и давлений в каждой гребенки в горячей и холодной зонах. Испытатель во время испытания может увидеть, какая точка и в какой зоне вышла из строя. Не останавливая эксперимен-

та, он может их отключить, как показано на рисунках – это экономит время и ресурсы. На каждом формуляре есть кнопки, при нажатии которых открывается соответствующий формуляр отображения данных.

Исходные данные

Признак установки: КС2, КС3

Признак испытания: Т, Т+Э, Т+Р, Т+Р+Э

Признак обработки поля: Солимерное, Раздельное

Признак двигателя: Д-18Т, Д-36, Д-136, Д-336, Д-337(МЭ), Д-43К, Д-43Т, Д-27, АИ-22(ДВ-2)18, АИ-25(2Т)12, АИ-450, резерв

Признак топлива: газ, карборин

К_{те}: 0,9; Н: 10250; У_г: 0,79; V_в: 0,10165; m_{г.в}: 0,38; C_{г.в}: 6,59; d, мм: 241,3

Кoeffициенты ТДР: A1, B1, A2, B2 for TDP-1, TDP-4, TDP-8, TDP-10

Атмосферное давление: 756,2

Установки объекта: N_{об}: 555, N_{КС}: 450, N_{мерк}: 9, N_{датк}: 1, N_{я.г.т}: 1, N_{я.г.т}: 10

Рис. 4. Формуляр исходных данных

Измеренные и расчетные параметры

P _{1г.в}	-168,188	f _{1г.в}	14	ΔP _{мс}	-2,028	G _{г.в}	133,349
P _{1х.в}	-0,023	f _{1х.в}	13	ΔP _{1х.в}	-37	G _{х.в}	-0,408
P _{2г.}	0,020	f _{2г.}	-207	P _{2х.}	-0,029	f _{2х.}	13
G _{г.г.}	0,000	G _{г.х.}	0,000	G _{г.авт.}	0,000	G _{г.аук.}	0,000
G _{авт.}	132,936	G _{см}	132,936	K _{г.г.}	0,000	K _{г.х.}	0,000
ДПЗ-01	0	f _{исл.}	-207	R _{кк}	-0,088	DR _{кк}	-17,218

Кoeffициенты избытка воздуха: α_{г.}, α_{х.}, α_{г.г.}, α_{г.х.}, α_{авт.}

Скорость воздуха: λ_{1г.в}, λ_{1х.в}, λ_{2г.}, λ_{2х.}, η_{г.авт.}, η_{г.см}

Результаты: P_{авт.}: -0,012; ΔP_{кк}: -12; η_{г.с}: 0,000

№	Наим	L2 г.	L2 х.	Alpha_г	Alpha_х	Alpha_г/х	G _{г.в. сум}	G _{г.в.}
0	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	112,27	112,67
0	2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	132,93	133,34

Рис. 5. Основной формуляр

Для подготовки к испытанию, инженер-испытатель выбирает формуляр исходных данных, где выбирает: признак установки; признак двигателя; признак обработки поля; тип термопары; признак испытания и т.д. (рис. 4). А для проведения испытания выбирается основной формуляр отображения данных (рис. 5), где отображены измеренные и расчетные параметры, по которым инженер-испытатель выходит на режим.

Все режимы испытания записываются в текстовые файлы. Сколько режимов, столько файлов. Это предусмотрено для удобства и быстроты обработки измеренных данных после испытания.

Представление текстовой информации выполнено с учетом всех пожеланий заказчика в виде протоколов (33 протокола), которые можно создать при нажатии кнопки [Протоколы], не выходя из программы, что

также экономит время. Протоколы создаются в виде текстовых документов, которые можно распечатать на любом принтере или отдать заказчику на внешнем носителе (дискете или флэшке).

Графическое отображение выполняется разработанным научно-производственным предприятием «Мера» ПО «WinPos» совместно с ПО «Recorder». Пакет программ написан в среде программирования C++ Builder в ОС Windows'2000 [1] с учетом совместимости с ПО «Recorder».

Выводы

Благодаря используемому ИВК и возможностям разработанного программного пакета уменьшились затраты на подготовку и проведение испытаний разработанных образцов КС. Значительно сократилась доля ручного труда при испытании, т.к. раньше испытатели в ручную вели протоколы эксперимента – записывали показания с приборов. Возможность наглядно следить за испытанием, а также возможность вычисления режимных параметров в процессе мониторинга позволила инженеру-испытателю сократить время выхода на режим, сэкономив дорогостоящие ресурсы и время эксперимента.

С помощью описанного пакета программ уже проведено несколько экспериментальных испытаний по доводке форсажной камеры сгорания, что подтвердило экономичность, эффективность и быстродействие проведения работ с использованием ИВК и разработанного программного пакета.

Литература

1. Холингворт Д., Сворт Б., Кэшмэн М., Густавсон П. Borland C++ Builder 6. Руководство разработчика. – М.: Вильямс, 2004.. – 976 с.

Поступила в редакцию 30.05.2008

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. В.В. Погосов, Запорожский национальный технический университет, Запорожье.