

УДК 629.783.028.24

Канд. техн. наук В.А. Гонтаровский, А.А. Макаренко, Е.И. Шевцов

## **РОЛЬ И МЕСТО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В РАЗРАБОТКЕ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*О проведении комплексных функциональных испытаний, обеспечивших надежную работу сложнейших, разработанных впервые в практике ГП КБЮ, традиционно самых аварийно опасных систем.*

*Про проведення комплексних функціональних випробувань, які забезпечили надійну роботу складних, розроблених уперше в практиці ДП КБП, традиційно найбільш аварійно небезпечних систем.*

*About performance of integrated functional tests that ensured reliable operation of the most complex and traditionally the most hazardous systems, first developed at Yuzhnoye SDO.*

Наземная экспериментальная отработка всегда играла существенную роль в процессе создания ракетных комплексов. Цена исправления дефекта, выявленного в процессе пусков ракеты, порой бывает выше стоимости всей наземной отработки. Среди всех видов наземной отработки особое место занимают комплексные испытания сложных ракетных систем на функционирование. Главная цель этих испытаний – гарантировать совместную безотказную работу в штатных условиях всех систем и агрегатов, участвующих в динамических процессах на переходных участках, характеризующихся повышенной аварийноопасностью. Комплексные испытания систем на функционирование завершают наземную отработку, позволяют проверить совместное функционирование и взаимное влияние друг на друга отдельных систем и дать заключение о допуске ракетных систем к летным испытаниям.

Первым масштабным примером комплексных функциональных испытаний были испытания по отработке минометного старта ракет 15А14, 15А15, которыми руководил С.Н. Конюхов, возглавлявший в то время проектный отдел. Для отработки минометного старта был проведен большой объем испытаний систем, задействованных при старте ракеты, – выкладки мембраны, исключения эффекта догорания кислорода, разделения магистралей, сброса поддона и поперечных опор. Были созданы специальные бросковые стенды на Байконуре и Павлоградском механическом заводе. Был разработан специальный макет ракеты с запуском маршевого двигателя на укорочен-

ном режиме и специальные двигатели увода имитатора ракеты после ее выхода из контейнера. После этого были проведены бросковые испытания (рис. 1).

В начале 80-х годов конструкторское бюро "Южное" приступило к созданию стратегических ракетных комплексов четвертого поколения. Произошел качественный скачок техники. Техника стала значительно сложнее и "умнее". Появлялись новые системы, а существующие системы и агрегаты получали дополнительные свойства. Для повышения живучести ракетных комплексов сокращалось время переходных процессов – старта, сброса стартовых элементов, разделения и отделения ступеней ракеты, обтекателя, разведения боевого оснащения. Усложнились связи между системами ракет. Значительно увеличилась насыщенность функционирующих ракетных систем пиротехническими средствами.

В этот период Генеральный конструктор КБ "Южное" В.Ф. Уткин сформулировал главный лозунг: "Хлеб наш – эксперимент". В конструкторском бюро "Южное" организуется специализированное подразделение, обеспечивающее разработку идеологии и организации наземной экспериментальной отработки ракетных систем на функционирование – самостоятельная научная лаборатория, которую возглавил кандидат технических наук В.В. Лазарян. В круг задач лаборатории вошли все испытания на функционирование вновь разрабатываемых систем – от минометного старта до отделения боевых блоков, от анализа принципов функционирования испытываемой системы до



а



б



в

Рис.1. Отработка минометного старта изделия 15А14: а – общий вид броскового стенда с имитатором ракеты; б – момент выхода имитатора ракеты из ТПК; в – момент запуска.

выдачи заключения о готовности системы к летным испытаниям.

Идеология и методология каждого вида испытаний опиралась на расчеты, возможности стендовой и измерительной базы, опыт отработки аналогичных систем. Разрабатывались математические модели и методики расчета, которые учитывали кон-

кретные особенности работы конструкции, влияние упругости, аэро- и газодинамику и были даже более точными и эффективными, чем методики, использовавшиеся при проектировании. На базе расчетов и анализа условий функционирования конструкции осуществлялось проектирование схем испытаний с имитацией натуральных условий и крайних режимов, велась разра-

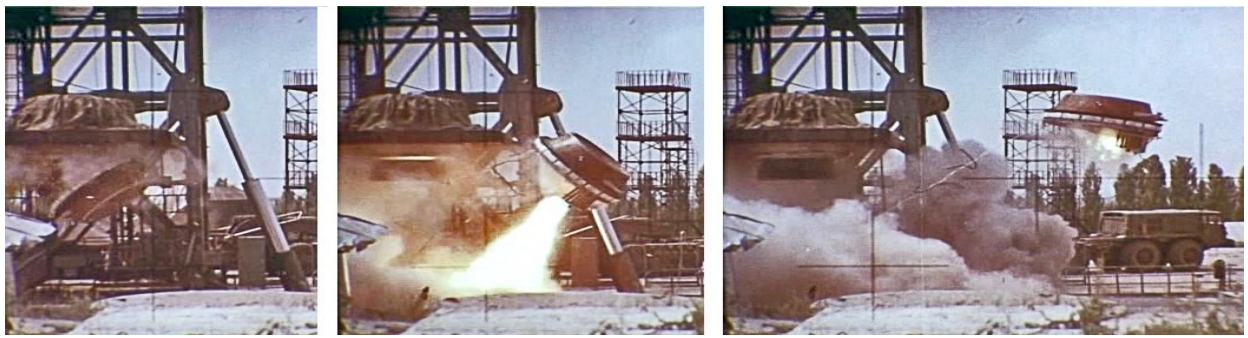
ботка опытной конструкции, стенда, систем управления и измерения, программы испытаний, методики испытаний и анализа результатов испытаний. Для объединения всех видов наземной отработки, оптимизации количества материальной части и видов испытаний разрабатывались комплексный план экспериментальной отработки и планы изготовления материальной части для испытаний. Этот сложный процесс не заканчивался проведением испытаний. После минометного старта или отделения обтекателя начинался заключительный, не менее сложный и кропотливый, этап – анализ результатов испытаний. Он включал в себя обработку массы полученной информации и показаний систем телеметрических и оптических измерений, вычисление миллиметров, градусов, килограммов, анализ результатов осмотра и дефектации опытной конструкции. С учетом полученных результатов проводились моделирование и расчеты, которые позволяли подтвердить надежное функционирование системы в условиях штатной работы или выявить недопустимые отклонения, которые при пуске могут привести к аварии. Завершал процесс испытаний выпуск заключения о допуске к натурным испытаниям, гарантирующего надежность срабатывания систем.

Такой подход позволил принципиально изменить назначение экспериментальной отработки – выявить недостатки конструкции путем анализа и расчетов и провести испытания в основном для определения недостающих исходных данных для расчетов, проверки условий работы систем, которые невозможно проверить численно. И главной целью испытаний стало подтверждение работоспособности конструкции.

Примером такого подхода к экспериментальной отработке служит отработка системы заклона ракеты 15Ж61. Первоначально планировалось бросковое испытание с полноразмерным макетом ракеты.

Испытание получалось очень дорогим, требующим больших временных и материальных затрат. Анализ работы системы показал, что узкой и самой неизвестной областью в этой системе является распределение поля давлений по нижнему днищу поддона при работе специальных РДТТ заклона. В короткое время были проведены специальные испытания, в которых в качестве опытной конструкции использовали поддон с системой измерения давления. По полученным полям давления расчетным путем была доказана работоспособность системы заклона. Первый же пуск ракеты подтвердил правильность такого подхода. Были сэкономлены время и ресурсы.

Было проведено более 1000 испытаний для отработки полусотни узлов и систем. По твердотопливным изделиям (15Ж44, 15Ж52, 15Ж60, 15Ж61, 15Ж65) – это отработка минометного старта и отделения поддона (рис. 2), поперечных опор (рис. 3) и "постельной" амортизации, минометного разделения ступеней, систем качания головной части и отделения обтекателя (рис. 4), контейнера с прибором, направляющих схода обтекателя, надувного и раскладного наконечников обтекателя, систем разделения с детонирующими удлиненными зарядами, стойкости к воздействию поражающих факторов ЯВ, в том числе к пробое частицами грунта (рис. 5), виброударной стойкости к воздействию детонирующих удлиненных зарядов, отработка системы крепления и отделения боевых блоков и обеспечение минимального их возмущения за счет процесса отделения. По изделию 15А18М всех комплектаций – это отработка отделения поперечных опор и обтекателя, выдвижения РДТТ увода обтекателя, отделения платформы и боевых блоков, отработка системы отклонения стабилизатора узла Ф178, сброса антенны и чехла узла Ф178, системы аварийной ликвидации головной части, стойкости к пробое частицами грунта.



а

б

в

Рис. 2. Отработка системы отделения поддона изделия 15Ж52:

а – момент разворота поддона вокруг завесы; б – момент увода поддона при помощи РДТТ;

в – движение поддона после окончания работы РДТТ.



а

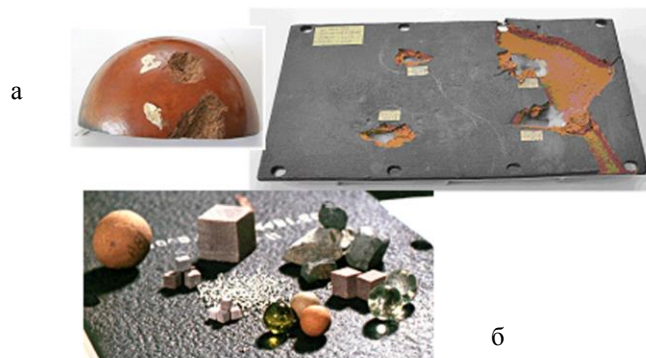
б

в

Рис. 3. Отработка системы отделения поперечных опор изделия 15Ж61 БЖРК: а – исходное состояние опытной конструкции – макет ракеты с двумя верхними поясами опор; б, в – моменты разлета опор.



Рис. 4. Отработка системы отделения головного аэродинамического обтекателя изделия 15А18М



а

б

Рис. 5. Результаты испытаний фрагментов конструкции на стойкость к воздействию крупных частиц грунта: а – фрагменты конструкции после испытаний; б – образцы частиц.

Испытания на функционирование проводились на испытательных базах КБЮ, в цехах Южного машиностроительного завода. Главной испытательной базой для проведения испытаний на функционирование

насыщенных пиротехникой систем были цеха и площадки Павлоградского механического завода. Для решения новых наукоемких задач использовалась экспериментальная база таких крупных научных

центров страны, как ВИА им. Н.Е. Жуковского (испытания фрагментов конструкции на стойкость к воздействию крупных частиц грунта), НПО им. С.А. Лавочкина (испытания на центрифуге управляемой головной части в условиях больших перегрузок), НПО "Краснознаменец" и Институт сварки им. Е.О. Патона (испытания системы разделения на базе детонирующих удлиненных зарядов).

Комплексные функциональные испытания завершали важнейший этап разработки – наземную экспериментальную отработку ракет. График проведения испытаний и результаты испытаний контролировали на самом высоком уровне от Генерального конструктора до руководителей Министерства и государства. На испытаниях часто присутствовали Генеральный директор ПО ЮМЗ А.М. Макаров, Генеральный конструктор КБЮ В.Ф. Уткин, министры, маршалы.

При решении сложных научно-технических вопросов, возникавших в процессе подготовки и проведения экспериментальной отработки, испытатели тесно взаимодействовали с учеными и специалистами ДГУ (д.т.н. проф. А.В. Андреев),

ЦНИИмаша (д.т.н. Л.М. Мороз), НИИ-4 МО (д.т.н. полковник Ю.А. Борисевич), ВИА им. Н.Е. Жуковского (к.т.н. полковник Л.А. Одновол), ВИА им. Ф.Э. Дзержинского (д.т.н. полковник В.Н. Чельшев), НПО им. С.А. Лавочкина (М.И. Леднев), НПО "Краснознаменец" (В.Л. Колпаков), Института сварки им. Е.О.Патона (д.т.н. Л.А. Волгин), МИТ, ИТМ НАНУ и ГКАУ (акад. В.В. Пилипенко).

Успешную работу в это время предопределяло то, что и коллектив предприятия, и возможности экспериментальной базы, и научная поддержка разработок достигли максимальной мощи за всю историю КБ "Южное". Высокий профессионализм исполнителей, правильная организация работы, постоянное совершенствование научной базы и методов работы, применение современных методов и средств планирования эксперимента и обработки полученной информации, быстрое устранение недостатков конструкции обеспечили то, что ракеты четвертого поколения не имели аварий на переходных участках.

Статья поступила 28.01.2014