

КАК НАЧИНАЛСЯ ГИПЕРЗВУК



Вадим Михайлович Левин, д.т.н., ведущий научный сотрудник, Московский авиационный институт МАИ (национальный исследовательский университет)

Евгений Сергеевич Щетинков, человек, не слишком известный вне кругов специалистов. Но для тех, кто занимается высокоскоростным полётом в атмосфере, он - наиболее значимая величина. Патриарх исследователей и основатель нескольких научных направлений. То, что сейчас именуют "Гиперзвук", это тема, путь в которую открыл Е.С. Щетинков - ГИРДовец и наиболее верный из друзей и соратников С.П. Королёва. Никогда его не предававший, но идущий в науке своим путём. Мы уже писали об этом учёном в статье "Быстрее всех ветров" в журнале "Двигатель" №3 2008 г. Эта статья воспроизведена в данном номере журнала. Она была написана в соавторстве с одним из его многочисленных учеников Е.С. Щетинкова, А.Г. Прудниковым и дочерью - Н.С. Королёвой.

А в этом номере обратимся к завершающему периоду жизни Евгения Сергеевича, который и привёл к созданию гиперзвуковых летательных аппаратов с прямоточными воздушно-реактивными двигателями, в которых горение топлива происходит в сверхзвуковом потоке. Для исследования этого, на территории МАИ был создан действующий до настоящего времени стенд, где и изучали сверхбыстрые потоки газа. Я взял интервью у создателя этого стенда, ученика и продолжателя дел Е.С. Щетинкова В.М. Левина. Далее - монолог Вадима Михайловича.

Д.А. Боев

- Евгений Сергеевич Щетинков был необыкновенно деликатный человек, тонкой душевной организации. В высшей степени интеллигент. Очень корректный и обязательный. Скажем, на совещания приходил как Молотов: секунда в секунду. Буквально можно было сверять часы: подходит секундная стрелка к 12 - стук в дверь - входит Щетинков. Все "скоростники" знали его по известной монографии "Теория горения и взрыва", которая тогда пользовалась огромным спросом и успехом у всех специалистов.

Когда задумывался стенд для исследования потоков сверхзвуковых скоростей, друг Е.С. Щетинкова, тогда сотрудника ЦАГИ, известный учёный-газодинамик Генрих Наумович Абрамович, заведующий кафедрой воздушно-реактивных двигателей МАИ, предложил поставить исследовательскую установку на территории Московского авиационного института.

Исследование потоков в стендовых условиях - то, чем занималась гидрогазодинамика с самого начала своего существования. Но потоки такой скорости - совершенно особенная и неисследованная область.



Е.С. Щетинков

Большинство традиционных подходов сюда не годились. Я помню, Щетинков меня ужасно торопил: я был ответственным за первые пуски и мы постоянно что-то доводили: "...Вадим, ну что ж такое: стенд ведь не для того, чтобы его выливать и доводить. Его запустить надо". А мне как-то хотелось, чтобы как запустили - всё сразу заработало бы. А уж там - что получится - то получится... В итоге, через полтора года после начала работы, в 70-м году, мы его запустили, начали работать - и всё пошло как бы хорошо.



Межконтинентальная крылатая ракета (МКР) "Буря"

Уже и со сверхзвуком в камере - с горением, без горения ...

Много чего было - и аварии были, и преодоление своего непонимания изучаемых явлений в объяснение их. Мы же только начинали работу в таких больших скоростях и спросить было не у кого, как там и что должно быть. Стенд работает и до сих пор. По крайней мере, две из трёх установок стенда всегда были в деле.

Евгений Сергеевич был человек нетерпеливый. Давал задание - что и как надо сделать. Звоню ему в конце дня - вот, что сделали, вот - как получилось. "Ну - говорит - приезжайте ко мне прямо сразу сейчас. Можете приехать? А жил он на улице Усиевича - недалеко от метро "Аэропорт". Меня у них в доме принимали часто и очень хорошо. Сидели иногда и до десяти вечера, и позже - обсуждали. С тех пор и я стал фанатом вот этих гиперзвуковых течений. Что и сохранилось.

Лет через восемь наших работ здесь Евгений Сергеевич объявил, что он уходит из ЦАГИ. Все наши работы в МАИ по гиперзвуковым течениям были совместные с ЦАГИ. По здоровью, прежде всего - тяжело что-то стало. "Хочу - говорит - отдохнуть, по стране попутешествовать, посмотреть". И вдруг неожиданно ... умирает. Что было для всех огромной потерей. И продолжать уже пришлось без него. Я этот процесс очень глубоко исследовал - как результат тех вечерних разговоров, что мы вели на квартире Е.С. Щетинкова.

Изначально сечение рабочей зоны стенда, естественно, было круглым. Именно в таком виде - с круглой в сечении камерой - Щетинков и предложил исследовать рабочую зону в осесимметричной зоне с монооксиальным вдувом - когда две сверхзвуко-

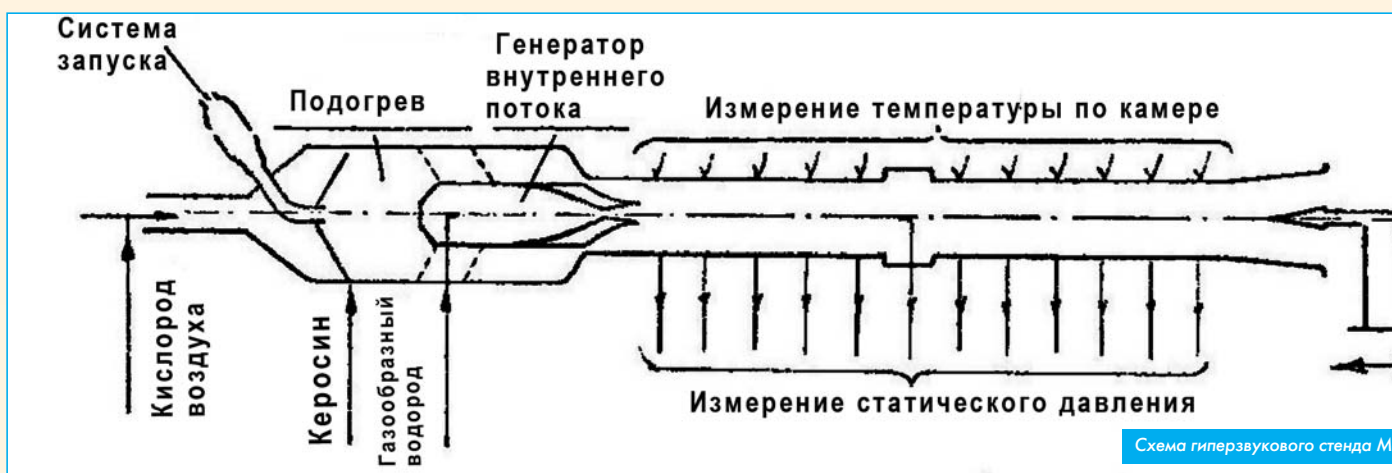


Схема гиперзвукового стенда МАИ

вые струи: кольцевая внешняя - сверхзвуковая струя воздуха (окислителя здесь) - и центральная, также сверхзвуковая - водород, горячее. Причём, водород тоже может быть в смеси с воздухом, с азотом, иными газами. Исследовался поток в разных условиях - с горением, без горения, при условиях дросселирования потока спутной струёй - механическим и тепловым, при различных составах смеси, с различным фронтом пламени. Мы исследовали именно структуру потока, распределение скоростей и энергообмена в потоке, пристеночные явления в камере. Вопрос исследования рабочей зоны потока осложнялся ещё и тем, что любой вводимый исследовательский зонд неминуемо искажает структуру самого потока и неизвестно, что меряем. Я предложил и применил специальные нитевидные зонды, в наименьшей степени искажавшие поток.

Вот такие вот круглые, исследованные нами зоны плохо интегрируются с планером и летательным аппаратом. Они могут быть отдельными - как, например, на SR-71 или это круглая труба вокруг круглой же ракеты. Но это очень большие потери на сопротивление в канале. Но зато осесимметричные модели просты - они хорошо держат давление, легко считаются. Но, как было сказано - совершенно малопрактичны в работе как часть летательного аппарата. Вот поэтому мы перешли к прямоуголь-

ной модели канала. Но там пришлось делать уже рёбра жёсткости (они же и радиаторы теплоотвода от канала) и специальные узлы крепления.

Скорости в камере были: внешнего кольцевого потока - 2,8 Маха, а внутреннего - 2,4. И горение тоже было на этих скорос-



Гиперзвуковая летающая лаборатория (ГЛЛ) ЦИАМ по программе "Холод" установлена в носовой части разгонной ступени ракеты ПВО С-200В в 80-х годах XX века

тях. Мы как раз исследовали, каким образом получается самостабилизация фронта пламени на скачке уплотнения и не происходит его срыва. Жаль, что сам Евгений Сергеевич не дождал уже до этих удачных работ.

Неохлаждаемая ниобиевая камера сгорания ГПВРД во время испытаний с $M=2,5$, $T_k=1650K$

