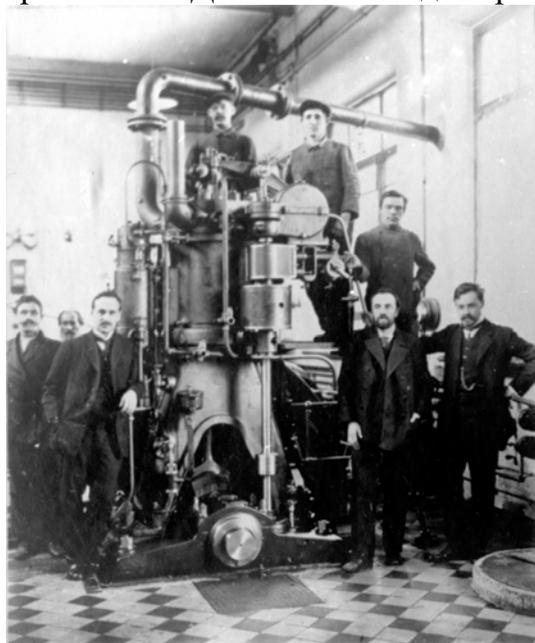


ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ

РАЗВИТИЕ СПЕЦИАЛЬНОСТИ И НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Базанчук Г.А., Иващенко Н.А., Рогов В.С.
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Формирование научной школы «Двигатели внутреннего сгорания» (ДВС) в МВТУ тесно связано с именем выдающегося теплотехника профессора Василия Игнатьевича Гриневецкого, по инициативе которого в 1906-1907 учебном году в Механической лаборатории ИМТУ были созданы первые экспериментальные установки с двигателями внутреннего сгорания и начато исследование рабочих процессов этих машин. К этому времени газовые двигатели уже достигли высокой степени совершенства, были созданы дизели и наметились широкие перспективы применения ДВС во всех видах транспорта.



В лаборатории двигателей внутреннего сгорания. Слева направо: Н.Р. Брилинг, В.И. Гриневецкий, Е.К. Мазинг

Экспериментальный материал, накопленный в промышленности и лаборатории ИМТУ, позволил В.И.Гриневецкому уже в 1907г. выпустить первый в мировой литературе научный труд, посвященный теории рабочих процессов ДВС - "Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания". Следует подчеркнуть, что основные положения этой работы сохранили актуальность и в настоящее время. В том же году Гриневецкий начал читать курс "Двигатели внутреннего сгорания" и организовал учебную лабораторию ДВС.

К исследовательским и учебным работам Гриневецкий привлек молодых научных работников воспитанников ИМТУ Евгения Карловича Мазинга и Николая Романовича Брилинга, положивших начало созданию Московской школы двигателистов и ставших впоследствии широко известными учеными и профессорами. В.И. Гриневецкий поручил Н.Р. Брилингу с 1909 г. чтение обязательного для всех студентов курса лекций по двигателям внутреннего сгорания. Специальный курс «Двигатели внутреннего сгорания» продолжал читать В.И. Гриневецкий. Руководили проектированием студентами В.И. Гриневецкий, Е.К. Мазинг, Н.Р. Брилинг, инженер Коломенского завода Нольтейн Георг-Фридрих Винфрид Георгиевич и преподаватель ИМТУ, заведующий лабораториями машиностроения и ДВС Цируль Сергей Мартынович.

Е.К. Мазинг руководил испытаниями промышленных установок, проводившимися силами студентов-двигателистов, участвовал в создании предложенного Гриневецким двигателя двойного сжатия и расширения, построенного на Пути-

ловском заводе в 1911 г. и возглавил обширные исследования газовых двигателей и газогенераторов, определивших на долгие годы одно из направлений научной работы кафедры.

Н.Р. Брилинг начал первые отечественные исследовательские работы в области автомобильных карбюраторных двигателей в организованной им автомобильной лаборатории. Им же при решении вопроса о применении спирта в качестве топлива для карбюраторных двигателей (при остром дефиците бензина) были проведены глубокие исследования, позволившие ему разработать теорию рабочего процесса карбюраторных двигателей. В дальнейшем Н.Р. Брилинг развернул научную и проектную работу в области легкого транспортного двигателестроения (в том числе и авиационного). Среди учеников Н.Р. Брилинга могут быть названы академики В.Я. Климов, А.А. Микулин, Б.С. Стечкин, Е.А. Чудаков, генеральные конструкторы авиационных двигателей А.Д. Швецов, В.А. Добрынин.

В соответствии с развитием двигателестроения, в конце двадцатых годов в МВТУ оформились две специализации по двигателям внутреннего сгорания. Специализацию «тяжелого двигателестроения» возглавлял Е.К. Мазинг, а специализацию «легкого двигателестроения» – Н.Р. Брилинг. Такое разделение, необходимое в то время из организационных соображений, не означало принципиального разделения ни направлений научных исследований, ни методики преподавания, ни содержания излагаемых курсов. В соответствии с общей задачей МВТУ – подготовкой инженеров широкого профиля – оканчивающие по любой из указанных специализаций, получали знания в области двигателей всех типов, лишь с дополнительным углубленным изучением специфических вопросов избранной специализации.

В период после Великой октябрьской социалистической революции научно-исследовательская работа кафедры ДВС широко развернулась в различных направлениях. Здесь, в первую очередь, необходимо отметить работы Е.К. Мазинга, посвященные развитию и совершенствованию метода теплового расчета. Завершением этих работ явилась вышедшая в 1928 г. и в более полном издании в 1937 г. книга Е.К. Мазинга «Тепловой процесс двигателей внутреннего сгорания». Методика теплового расчета, разработанная таким образом в МВТУ, получила общее признание во всем Союзе, а также за его пределами. Естественно, что развитие науки заставляет вносить в теорию рабочего процесса ряд уточнений, но это лишь подтверждает правильность основ, заложенных в эту теорию ее создателями. Необходимо отметить также приоритет отечественной науки в области создания метода расчета рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания. Крупным вкладом в дело изучения рабочего процесса двигателей внутреннего сгорания явилась работа Н.Р. Брилинга – «Исследование рабочего процесса и теплопередачи в двигателе Дизель», опубликованная в 1931 г. В этой работе дан глубокий анализ тепловых и механических явлений в рабочем процессе двигателя, и выявлены зависимости, необходимые для правильной оценки экспериментальных коэффициентов, вводимых при расчете рабочего процесса.

Е.К. Мазингом была разработана в 1923 г. методика оценки неполноты сгорания жидкого топлива в форме сажи, имеющая важное значение для оценки совершенства сгорания. Здесь опять необходимо подчеркнуть, что за рубежом исследования этого вопроса были проведены значительно позже (1934 г.), причем был предложен значительно менее удачный метод расчета.

В период перестройки высшей школы (1917-1934 гг.) в результате реорганизации МТУ на базе выделенных лабораторий и подразделений были созданы самостоятельные ВУЗы и ряд научно-исследовательских институтов. Так, на базе лабораторий МТУ был создан НАМИ (1921), из которого впоследствии выделился ЦИАМ, а затем НАТИ. Таким образом, НАМИ, НАТИ и ЦИАМ выросли из первоначальной научной базы - специальности "Двигатели внутреннего сгорания" МВТУ.

В этот период кафедра подготовила ряд крупнейших специалистов в области двигателестроения - педагогов и ученых, среди которых можно назвать Н.В. Иноземцева, Г.Г. Калиша, А.В. Квасникова, А.С. Орлина, Б.Г. Либровича, В.А. Петрова, а также организаторов и руководителей отечественного машиностроения В.А. Малышева (нарком танковой промышленности, министр среднего машиностроения, министр судостроительной промышленности, министр транспортного и тяжелого машиностроения, заместитель Председателя Совета Министров СССР), С.А. Степанова (министр сельскохозяйственной промышленности), П.М. Зернова (заместитель наркома танковой промышленности, директор Арзамас-16), А.Ф. Махарадзе.

В годы первых пятилеток кафедра под руководством Е.К. Мазинга участвовала в решении проблем зарождающегося тепловозостроения. Тематика научно-исследовательских работ этого периода в основном была связана с проблемой расширения ресурсов жидкого топлива, исследования тяжелых топлив, с изучением процессов смесеобразования и сгорания в дизелях (проф. Д.Н. Вырубов), с разработкой методов расчета разделенных камер сгорания (проф. Г.Г. Калиш, проф. Б.Г. Либрович), теории расчета процессов топливоподачи и регулирования (проф. Г.Г. Калиш, проф. И.В. Астахов), решением проблем газообмена в двигателях (Г.Г. Калиш, С.И. Алексеев, А.С. Орлин, М.С. Ховах). Кроме того, был проведен ряд исследований по замене жидкого топлива газообразным (Е.К. Мазинг, С.Е. Лебедев, Н.А. Кутырин).

В 1934 - 1935 гг. группа дипломников (Н.И. Костыгов, Р.М. Горбовицкий) под руководством Г.Г. Калиша разработала по заданию Горьковского автозавода проект автомобильного дизеля. Опытный образец этого двигателя был одним из первых отечественных дизелей.

Г.Г. Калиш своими трудами в области топливоподачи и регулирования заложил основы научных школ в области автоматического регулирования и топливоподачи в двигателях. За создание отечественного тракторного дизеля Г.Г. Калишу присуждена Сталинская премия.

С 1936 г. в МВТУ существовали две кафедры, готовивших специалистов по ДВС: кафедра ДВС в составе факультета ТГМ под руководством Е.К. Мазинга, готовившая двигателистов по специализации "Тяжелые двигатели" (стационарные, тепловозные и судовые двигатели), и кафедра, готовившая двигателистов по специализации "Легкие двигатели". Последней кафедрой до 1937 г. руководил Сороко-Новицкий В.И., а в 1937 - 1938 - Ф.Ф. Симаков. В 1938 г. эта кафедра получила название "Двигатели боевых и транспортных машин" и передана факультету "О". Руководство этой кафедрой было возложено на проф. А.С. Орлина. На этой кафедре была развернута подготовка кадров и большая научно-исследовательская работа для авиационного и танкового двигателестроения.

В этот период были защищены докторские диссертации А.С. Орлиным (1937 г.), Б.Г. Либровичем (1939 г.) и Д.Н. Вырубовым (1940 г.).

А.С. Орлин создал в МВТУ две научные школы – школу прочности деталей ДВС и школу нестационарного газообмена в двухтактных двигателях. Первые научные работы А.С. Орлин выполнил и опубликовал в 1928-1929 г.г. Они касались вопросов прочности (главным образом прочности коленчатых валов и кривых брусьев), а также газообмена двухтактных двигателей внутреннего сгорания. А.С. Орлин остался верен себе и в дальнейшем, продолжая исследовательскую работу в двух основных направлениях: прочности узлов и деталей машин и рабочих процессов в двигателях. В частности, им предложен новый способ расчета кривых брусьев большой кривизны с сечением произвольной формы, совместно с А.А. Микулиным выполнено исследование по установлению рациональной формы щек коленчатых валов легких двигателей. Эти работы сыграли большую роль в обеспечении расчетов при создании конструкций новых авиационных двигателей. Кроме того, А.С. Орлин предложил уточненный способ расчета шатунных шеек коленчатых валов двигателей с малыми расстояниями между осями цилиндров, расчет пространственных статически неопределяемых рам с использованием теоремы о трех моментах, расчет стержней шатунов быстроходных двигателей, уточнил расчет коленчатых валов и других деталей двигателей.

В области газообмена в двухтактных двигателях в конце двадцатых и начале тридцатых годов А.С. Орлин предложил способ расчета газообмена, учитывающий изменение объема цилиндра в процессе свободного выпуска, вошедший в практику расчета указанной фазы процесса и признанный не только у нас, но и за рубежом. Наиболее важные результаты, полученные А.С. Орлиным в 1936 и 1937, относятся к введению им в расчет учета влияния неустановившегося процесса течения газов в системах впуска и выпуска ДВС.

Позже А.С. Орлин дополнил расчет учетом влияния неустановившегося процесса, проверенное экспериментально на ряде двигателей.

Он подготовил большое число инженеров, многие из которых стали крупными учеными, выдающимися конструкторами и организаторами производства, заслуженными профессорами, создавшими свои направления и научные школы. Андрей Сергеевич по праву гордился своими учениками – академиком В.П. Барминым, академиком Г.И. Грановским, профессорами А.В. Потаповым, В.А. Ильинским, М.Г. Кругловым, С.Г. Рогановым, Н.Т. Романенко, Н.Д. Чайновым, В.М. Фоминым, Н.П. Козловым.



Выпуск кафедры ДВС 1935 года

С самого начала своего существования кафедра ДВС МВТУ работала над вопросами, связанными с применением в двигателях газообразного топлива. Целый ряд оригинальных работ Е.К. Мазинга был посвящен газогенераторному процессу при применении различных твердых топлив и исследованию рабочего процесса комплексной газо-силовой установки. С 1933 г. по инициативе Е.К. Мазинга кафедра начала работать над изучением возможности перевода двигателей с жидкого топлива

на газ. В 1935 г. была опубликована работа С.Е. Лебедева, посвященная исследованию газового двигателя с воспламенением от сжатия.

Наибольший размах получили работы кафедры по переводу на генераторный газ двигателей жидкого топлива в период Великой Отечественной войны во время эвакуации МВТУ в Ижевск (1941-1943 г.), когда со всей остротой был поставлен вопрос о замене дальнепривозного топлива местным (главным образом – дровами). Работы в этом направлении велись кафедрой как по линии экспериментальных исследований, так и проектирования оборудования для перевода на газ двигателей по конкретным заданиям промышленности. При этом были охвачены двигатели всевозможных типов, в том числе и двухтактные калоризаторные. По ориентировочным подсчетам суммарная мощность двигателей, переведенных с моторного жидкого топлива на генераторный газ по проектам кафедры ДВС МВТУ за период 1942-1945 гг. превысила 3000 л.с. В этой работе принимал участие весь коллектив кафедры под непосредственным руководством Е.К. Мазинга (Д.Н. Вырубов , С.Е. Лебедев, Г.Г. Калиш, М.С. Ховах, Н.А. Кутырин).

В период 1933-1948 гг. на кафедре ДВС Д.Н. Вырубовым выполнялись глубокие исследования по изучению влияния физикохимических свойств топлива на показатели работы двигателей, изучение процессов смесеобразования и сгорания в дизелях, исследование процессов теплопередачи и испарения капель, направленные на повышение качества сгорания дизельных топлив. Обобщение результатов многолетних работ в этой области теории двигателей позволили проф. Д.Н. Вырубову создать совершенную теорию смесеобразования и сгорания в дизелях, основные положения которой сохранили актуальность и в настоящее время и широко используются при расчетах процессов смесеобразования и сгорания. Результаты этих исследований, опубликованные в 1939 г., оказались весьма актуальными не только для двигателестроения, но и особенно для реактивных двигателей, над созданием которых в то время разворачивались работы. Уже в 1942 г. эти результаты цитировались в известной монографии по теплопередаче Мак Адамса (США), а в дальнейшем использовались в ряде работ отечественных ученых и в зарубежной литературе. Работы Д.Н. Вырубова в области испарения топлив, смесеобразования и сгорания являются наиболее крупными среди работ, проводимых двигателястами в этой области, и создали новое научное направление и школу смесеобразования и сгорания в двигателях. Результаты работ, полученных Д.Н. Вырубовым и его многочисленными учениками, широко использовались при создании дизелей, а также авиационных и ракетных двигателей.

Значительное число работ кафедры посвящено разработке новых методов измерений и приборов для испытаний двигателей внутреннего сгорания. Здесь должно быть отмечено создание С.Е. Лебедевым конструкции прибора для определения дымности выхлопа (1937 г.) и исчерпывающая разработка им методики газового анализа при испытаниях двигателей и расчетов, связанных с этим анализом (1938 г.). С.Е. Лебедевым и М.С. Ховахом разработана (1940 г.) также методика отбора газов из цилиндра двигателя, нашедшая применение в ряде позднейших исследований. Д.Н. Вырубовым и О.Б. Леоновым предложены (1951 г.) новые методы оценки испаряемости топлив. Д.Н. Вырубовым предложен (1947 г.) новый колориметрический метод исследования испарения, применяющийся в настоящее время также в других областях техники (авиационные и ракетные двигатели).

В 1946 - 1948 годы под руководством проф. Вырубова (инж. А.А. Васильев и Б.Г. Синярев) на кафедре Э-2 начато создание экспериментальных стендов для но-

вой специальности - " Двигатели летательных аппаратов", составившие основу учебной и научной лаборатории созданной в 1948 году кафедры Э-1. Первые выпуски этой кафедры были подготовлены с участием кафедры ДВС.

В этот же период начато исследование проблем повышения мощности двигателей путем наддува, вопросов выбора оптимальных схем комбинированных двигателей (проф. Б.Г. Либрович, проф. И.Н. Нигматулин, проф. М.М. Чурсин). На базе выполненных обширных исследований в этом направлении в 1955 г. защищена докторская диссертация И.Н. Нигматулиным и в 1958 г. М.М. Чурсиным.

В лаборатории кафедры двигателей боевых машин выполнялись работы по специальной тематике, направленные на совершенствование двигателей для транспортной техники. Основным направлением работ в этот период было изучение процессов газообмена в двухтактных двигателях и проблем повышения мощности путем наддува. Эти работы проводились А.С. Орлиным, М.М. Чурсиным, М.Г. Кругловым, И.Н. Нигматулиным, С.Г. Рогановым, Г.Н. Мизернюком и позволили решить ряд принципиально важных вопросов создания мощных быстроходных двигателей. Так под его руководством А.С. Орлина по заданию МО СССР в 1944 году был разработан рабочий проект двухтактного танкового двигателя мощностью 1250 л.с. и приводной компрессор, который использовался для наддува прославленных дизелей В-2. Его производство началось в Челябинске в 1947 году. За монографию «Двухтактные легкие двигатели», опубликованную в 1950 г., А.С. Орлина в 1952 году присуждена Сталинская премия СССР по науке.

Проблемы кинематики и динамики двигателей, уравнивания и крутильных колебаний их коленчатых валов, а также расчетов на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма разрабатывались Ф.Ф. Симаковым, защитившим докторскую диссертацию в 1959 году.

Видное место в работах кафедры в этот период занимали работы по развитию теории и систем автоматического регулирования двигателей, выполненные учеником Г.Г. Калиша В.И. Крутовым, защитившим на базе выполненных работ докторскую диссертацию в 1962 году. Плодом обобщения работ этого цикла явились 10 монографий и учебников по автоматическому регулированию ДВС, в которых В.И. Крутов изложил результаты многолетней работы по теоретическим и экспериментальным исследованиям статических и динамических свойств регуляторов ДВС.

В это же время на кафедре были начаты исследования по применению свободного и связанного водорода в качестве топлива для двигателей (доценты О.Б. Леонов и В.П. Алексеев). Эти работы положили начало и создали теоретическую основу для решения проблем использования альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания, проблем, актуальность которых в настоящее время еще более возросла.

В 1958-1959 гг. на кафедре проведен цикл работ по созданию свободнопоршневых генераторов газа (Н.В. Пульманов). Созданы опытные образцы этих машин и разработаны теория, метод проектирования и расчета этих машин, опубликованы монографии по рассматриваемым вопросам.

В 1961 году на базе факультета ТГМ был создан факультет "Энергомашиностроение", в состав которого вошла кафедра ДВС, получившая название кафедры "Комбинированных двигателей внутреннего сгорания" под руководством проф. А.С. Орлина. В связи с завершением строительства нового лабораторного корпуса кафедра получила возможность существенно укрепить свою экспериментальную

базу с заменой устаревшего оборудования и измерительной аппаратуры. Этому способствовало создание в 1957 году проблемной лаборатории по ДВС, что позволило кафедре существенно расширить научные исследования.

В 1960-1962 годах коллектив преподавателей кафедры (В.П. Алексеев, Н.И. Костыгов, М.Г. Круглов, Н.И. Крылов, Г.Г. Калиш, В.И. Крутов, О.Б.Леонов, Г.Н. Мизернюк, С.Г. Роганов, Ф.Ф. Симаков, М.М. Чурсин) на базе ранее выпущенных учебников и учебных пособий издал в издательстве «Машиностроение» трехтомный учебник " Двигатели внутреннего сгорания" (т. I в 1960, т. II в 1962 г., Т. III в 1962 г.).

Это был первый комплексный учебник по специальности "Двигатели внутреннего сгорания", в котором был обобщен полувековой опыт подготовки инженеров – двигателистов в МВТУ им. Баумана. Учебник стал основой для издания в дальнейшем серии многотомных учебников " Двигатели внутреннего сгорания". Эти учебники стали настольными книгами не только для студентов, аспирантов и преподавателей вузов страны, но и для конструкторов и научных работников, занимающихся проектированием и исследованиями двигателей внутреннего сгорания.

В продолжение всего периода своего существования кафедра поддерживала тесную связь с отечественными двигателестроительными заводами. Неоднократно сотрудники кафедры выступали с докладами на заводских научно-технических конференциях и с лекциями для работников заводов. Кафедра постоянно дает консультации по разнообразным вопросам, связанным с проектированием, производством и эксплуатацией двигателей.

Развитие научно-исследовательской деятельности кафедра считает обязательной предпосылкой для обеспечения качественного проведения основной, учебной работы. Только при этом условии можно обеспечить высокое качество подготовки инженерных кадров и непрерывное повышение квалификации преподавателей. С самого начала подготовка специалистов по двигателям внутреннего сгорания в МВТУ базировалась на изучении теоретических основ рабочего процесса двигателей в сочетании с экспериментальным исследованием и развитием у студентов конструкторских навыков. Изучение не ограничивалось усвоением предмета только по лекционным и литературным материалам, но учащиеся получали и получают практические навыки при испытаниях двигателей в лабораторных и эксплуатационных условиях. Такого рода испытания были давно введены в практику учебной работы и остаются важнейшей составной частью учебной работы кафедры и в настоящее время. Еще В.И. Гриневецкий, а позднее Е.К. Мазинг и Н.Р. Брилинг, привлекали студентов к участию в испытаниях двигателей, проводившихся по заданиям промышленных предприятий. Участие в подобных испытаниях давало студентам возможность приобрести практические навыки и изучить случаи ненормальностей работы и способы устранения последних.

Необходимо напомнить, что основной экспериментальный материал для научных работ Н.Р. Брилинга – «Исследование рабочего процесса и теплопередачи» и Е.К. Мазинга – «Тепловой процесс двигателя» был получен при проведении специальных студенческих лабораторных работ и студенты принимали непосредственное участие в последующей обработке материала. И в настоящее время кафедра привлекает по возможности студентов к участию в научно-исследовательских работах, разрабатывает актуальную тематику для специальных

лабораторных работ, входящих в учебный план специальности, и предлагает реальные темы для самостоятельных работ студентов – членов СНТО.

Большое значение в подготовке инженеров имеет учебное проектирование. Учебный план специальности предусматривает после окончания проектов по общеинженерным дисциплинам выполнение трех курсовых проектов: поршневого двигателя, агрегата наддува и топливной аппаратуры. Завершением этого вида учебной работы является дипломный проект, объемом 12-15 конструкторских листов, с соответствующей пояснительной запиской, содержащей расчеты рабочего процесса двигателя и расчеты прочности его деталей.

Как правило, каждое дипломное задание предусматривает необходимость творческой конструкторской работы, вне зависимости содержит ли оно разработку совершенно новой оригинальной конструкции (такие темы даются наиболее сильным студентам или группам из 2-3 студентов), или же задание предусматривает модернизацию существующего типа двигателя, без коренной переделки основных деталей. Такой принцип построения задания расширяет кругозор проектанта и позволяет ему выявить конструкторские способности, при одновременном получении им навыков самостоятельной работы. Естественно, что такая постановка дипломного проектирования предопределяет повышенные требования к руководителю проекта.

Содержание дипломного проекта охватывает разработку общей компоновки двигателя, расчеты теплового процесса при разных режимах работы, расчеты динамики, проектирование нескольких узлов, выполнение рабочих чертежей нескольких деталей, различающихся технологией обработки. Наконец, очень часто в задание включается проработка какого-либо небольшого теоретического вопроса, причем объем этой части задания устанавливается в зависимости от склонностей и способности дипломанта. Необходимо отметить, что темы дипломных проектов, как правило, разрабатываются кафедрой совместно с конструкторами двигателестроительных заводов, и согласуются таким образом с реальными потребностями, причем преддипломную практику студенты проходят на тех заводах, продукция которых кладется в основу дипломного задания. Практикуется также разработка дипломных проектов по «реальным» темам непосредственно в соответствующих организациях, при обязательном и постоянном руководстве дипломантом со стороны кафедры. Примером такого осуществления реального дипломного проекта может служить выполненный группой студентов по заданию Горьковского Автозавода проект автомобильного двигателя с воспламенением от сжатия, реализованный затем на заводе. При испытаниях этот двигатель превысил свои проектные показатели.

В 1962-1963 годах в недрах кафедры была организована подготовка по новой специальности - " Электрореактивные двигатели" и на базе кафедры ДВС в 1963 году была создана кафедра Э-8. В создании новой кафедры самое активное участие принял профессор Д.Н. Вырубов.

Направления научно-исследовательских работ кафедры и проблемной лаборатории этого периода определялось тенденциями развития двигателестроения: формирование рабочего процесса наддувом, связанные с этим проблемы газообмена, смесеобразования и сгорания, тепловая и механическая напряженность деталей двигателей, повышение эффективности работы на неустановившихся и переходных процессах установок с двигателями внутреннего сгорания.

Из работ этого периода следует отметить цикл исследований по форсированию двухтактных тепловозных дизелей, включающих исследования по улучшению качества процессов газообмена (проф. А.С. Орлин, доц. С.И. Ефимов, доц. Г.Н. Мизернюк и др.),

совершенствованию процессов смесеобразования и сгорания (проф. Д.Н. Вырубов, доц. В.П. Алексеев), а также улучшения характеристик холостого хода (проф. С.Г. Роганов).

Проблеме форсирования высокофорсированных двухтактных двигателей посвящен цикл работ, выполненный в этот период профессорами М.Г. Кругловым, М.М. Чурсиным, С.Г. Рогановым и др. сотрудниками.

В это же время под руководством профессора А.С. Орлина начаты работы по решению проблем создания высокофорсированных четырехтактных тепловозных и судовых дизелей (доц. Г.Н. Мизернюк, проф. Д.Н. Вырубов, проф. С.Г. Роганов, доц. О.Б. Леонов, доц. В.П. Алексеев и др.). Работы этого цикла посвящены разработке методов моделирования и оптимизации рабочих циклов двигателей, совершенствованию форм камер сгорания, созданию новой топливной аппаратуры дизелей, снижению тепловой и механической напряженности деталей, улучшению переходных процессов установок с двигателями внутреннего сгорания, повышению эффективности процессов массообмена. Наряду с теоретическими исследованиями в этот период большое внимание кафедра уделяла созданию аппаратуры и методов отбора проб газа из цилиндров двигателей (проф. М.Г. Круглов, проф. С.Г. Роганов, доц. С.И. Ефимов, В.С. Рогов), разработке методов и аппаратуры для измерения нестационарных температур газа в цилиндре и выпускных системах двигателей (проф. Д.Н. Вырубов, доц. В.П. Алексеев, профессор М.Г. Круглов Н.С. Л.М. Павлович и др.), разработке методов высокотемпературного тензометрирования и методов измерения нестационарных температур поверхностей деталей камеры сгорания двигателей (проф. Н.Д. Чайнов, инж. Фомин В.М., инж. Ю.А. Сазонов), аппаратуры и методов регистрации параметров двигателей на неуставившихся режимах их работы (проф. О.Б. Леонов, н.с. В.В. Арапов, с.н.с. Н.Н. Патрахальцев), методов моделирования газодинамических процессов и тепловой напряженности в двигателях на физических и аналоговых моделях (проф. М.Г. Круглов, проф. Н.Д. Чайнов, доц. В.И. Ивин).

В это же время сотрудниками кафедры и проблемной лаборатории разрабатываются методы расчета газообмена комбинированных двигателей, основанные на применении современных численных методов механики жидкости и газа (проф. М.Г. Круглов, В.И. Ивин, доц. Н.А. Иващенко, доц. А.А. Меднов), методы и программы расчета на ЭВМ теплового и напряженно-деформированного состояния деталей ДВС методом конечных элементов (проф. А.С. Орлин, доц. Н.А. Иващенко).

По результатам работ, выполненных в рассматриваемый период, подготовлены и защищены докторские диссертации М.Г. Кругловым (1963 г.), С.Г. Рогановым (1965 г.), Н.Д. Чайновым (1976 г.).

Большой вклад в развитие теории двигателей внутреннего сгорания внесли работы, выполненные в это время профессором М.Г. Кругловым. Его работы по термодинамике двигателей внутреннего сгорания и нестационарной газовой динамике в системах воздухообеспечения ДВС открыли новое направление в теории ДВС, которое в дальнейшем успешно развивали и развивают его многочисленные

ученики - профессора Б.П. Рудой, В.А. Лашко, Ю.А. Гришин, Р.З. Кавтарадзе, С.Р. Березин и др..

Кафедра продолжала уделять внимание подготовке учебников по специальности " Двигатели внутреннего сгорания". На базе созданного ранее трехтомного учебника коллектив преподавателей кафедры (А.С. Орлин, В.П. Алексеев, Д.Н. Вырубов, М.Г. Круглов, Н.И. Костыгов, В.И. Крутов, А.Н. Крылов, О.Б. Леонов, Г.Н. Мизернюк, В.И. Ивин, С.Г. Роганов, Ф.Ф. Симаков, Н.Д. Чайнов) издал новый, четырехтомный учебник " Двигатели внутреннего сгорания" : т.1. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей, 1969 г.; т.II, Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей, 1971 г.; т. III. Конструкция и расчет поршневых и комбинированных двигателей, 1972 г.; т.IV. Системы поршневых и комбинированных двигателей, 1973 г.). Коллектив авторов за этот труд удостоен Государственной премии.

В 1973 году под руководством проф. М.Г. Круглова впервые в России были развернуты работы по экспериментальному и теоретическому изучению двигателей с внешним подводом теплоты (доц. С.И. Ефимов, инж. В.Ф. Воронин, А.Г. Шувалов, И.В. Дикопов) и начата подготовка специалистов по разработке и исследованию этих перспективных двигателей. Цикл проведенных на кафедре экспериментальных и теоретических работ позволил создать методы проектирования дви-



Сотрудники кафедры возле корпуса факультета «Энергомашиностроение». В центре А.М. Архаров и М.Г. Круглов.

двигателей.

В 1975 - 1980 годах выполнены работы по следующим направлениям: исследование и выбор рациональных параметров рабочего процесса и газообмена двухтактного и четырехтактного двигателей со сверхвысокими средними давлениями (проф. М.Г. Круглов); исследование и разработка средств улучшения неустановившихся процессов КДВС (доц. О.Б. Леонов); разработка конструкции газоздушного тракта, расчетно - теоретическое исследование течения в газоздушном тракте и теплообмена в выпускных патрубках (доц. В.И. Ивин); разработка новых схем топливоподачи с целью расширения диапазона рабочих режимов КДВС

гателей с внешним подводом теплоты, разработать методы и средства для экспериментального изучения процессов в двигателях с внешним подводом теплоты и создать несколько лабораторных установок и макетных таких образцов

(доц. А.Н. Крылов); разработка методов математического моделирования тепловыделения в дизеле (проф. Д.Н. Вырубов, доц. В.П. Алексеев); разработка расчетных методов исследования динамической прочности и теплонапряженности деталей высокофорсированных дизелей с целью повышения надежности их работы (проф. Н.Д. Чайнов, доценты В.К. Чистяков, Н.А. Иващенко); расчетно-экспериментальные исследования рабочего процесса двигателя, работающего по циклу Стирлинга, с целью повышения их мощности и улучшения экономичности (доц. С.И. Ефимов, инж. В.Ф. Воронин); разработка рабочего процесса двигателей, работающих на сжиженном водороде и кислороде, в целях замены нефтяных топлив и уменьшения токсичности отработавших газов (проф. С.Г. Роганов).

В период 1980 - 1992 гг. кафедра выполняла научные работы по двум направлениям:

а) Исследования по совершенствованию и созданию комбинированных двигателей внутреннего сгорания, повышению их эффективности и надежности.

б) Поисковые работы по созданию двигателей новых схем и топлив.

Работы по первому направлению включали исследование и разработку новых схем комбинированных двигателей, разработку средств повышения экономичности и надежности работы комбинированных ДВС на неустановившихся режимах (доц. О.Б. Леонов и др.), исследование процессов в КДВС с уменьшенным теплоотводом от рабочего тела (проф. М.Г. Круглов, с.н.с. В.П. Стрелков, исследование тепловой и динамической напряженности деталей КДВС (проф. Н.Д. Чайнов, доценты Н.А. Иващенко, В.К. Чистяков), исследование гидродинамики и теплообмена при течении в трубопроводах и каналах ДВС (доценты В.И. Ивин, Л.В. Грехов, А.А. Меднов).

По второму направлению работы включали исследование процессов в элементах ДВПТ (доц. С.И. Ефимов, В.Ф. Воронин), исследование и оптимизацию физико-химических процессов в ДВС, использующих водород в качестве основного топлива (проф. С.Г. Роганов) разработку и экспериментальную проверку способов регенерации теплоты и преобразования топлива в КДВС (зав. лабораторией А.М. Савенков, Ю.Л. Маслов, А.П. Ляпин), разработку схем вторичного использования теплоты в КДВС (доц. В.Ф. Федюшин).

В это же время под руководством проф. М.Г. Круглова и доц. Н.А. Иващенко разворачиваются широкие работы по созданию методов математического моделирования процессов в ДВС, алгоритмов и пакетов программ для САПР ДВС и автоматизированных систем испытания двигателей внутреннего сгорания и двигателей с внешним подводом теплоты. В результате выполненных работ созданы уникальные программные комплексы по моделированию процессов в системах и цилиндрах двигателей (Н.А. Иващенко, В.И. Ивин, А.С. Кулешов, Н.В. Петрухин), моделированию теплового и напряженно-деформированного состояния систем сопряженных деталей деталей двигателей на основе методов конечных и граничных элементов (Н.А. Иващенко, М.Н. Гаврилов, В.А. Светлов), моделирования нестационарных течений газа в полостях двигателей на основе метода крупных частиц (А.А. Меднов, Ю.А. Гришин, А.С. Кулешов, А.Н. Каримов), моделирования сложного локального нестационарного радиационно-конвективного теплообмена в цилиндрах ДВС (доц. Р.З. Кавтарадзе), созданы автоматизированные информационно-измерительные комплексы для испытания ДВС ДВПТ (А.В. Сячинов, А.И. Беляев, В.А. Светлов).

На базе работ, выполненных в этот период, защитили докторские диссертации Р.З. Кавтарадзе (1991 г.) и Н.А. Иващенко (1993 г.).

В это же время для обеспечения решения проблемы уменьшения механических потерь в двигателях внутреннего сгорания доц. В.К. Чистяковым заложено новое направление научных исследований на кафедре в области трибологической отработки узлов трения в ДВС с целью снижения потерь на трение и увеличения ресурса работы ДВС, а в целях повышения эффективности энергоустановок различного назначения выполнены работы по созданию серии свободнопоршневых машин для газоперекачивающих агрегатов (с.н.с. В.П. Стрелков).

В период с 1980г. по 1985 г. коллектив преподавателей кафедры издал в издательстве «Машиностроение» дополненный и переработанный четырехтомный учебник «Двигатели внутреннего сгорания».

С 1993г. по 2005 г. кафедра продолжала работы по совершенствованию методов конструирования и расчета деталей и узлов ДВС (проф. Н.Д. Чайнов, доценты Краснокутский А.Н., Л.Л. Мягков), дальнейшему развитию методов моделирования процессов в двигателях внутреннего сгорания и его системах (профессора Н.А. Иващенко, М.Г. Круглов, Р.З. Кавтарадзе, доценты Л.В. Грехов, В. И. Ивин, Ю.А. Гришин, А.А. Меднов, А.С. Кулешов), разработкой экологически чистых рабочих процессов и топливной аппаратуры двигателей внутреннего сгорания, использующих альтернативные топлива (профессор Роганов С.Г., доцент Грехов Л.В.), созданием топливной аппаратуры и двигателей, работающих на твердых топливах (доценты Л.В. Грехов и Ю.Л. Маслов).

По результатам комплексных исследований, выполненных в это время, защитили докторские диссертации С.В. Путинцев (1997 г.), Л.В. Грехов (1999 г.), и Ю.А. Гришин (2000 г.). Сотрудниками кафедры за этот период изданы два учебника с грифом Минобразования, 4 учебных пособия с грифами Минобразования и УМО, а также 4 монографии, в которых нашли отражения выполненные кафедрой работы по совершенствованию конструкции деталей ДВС (проф. Н.Д. Чайнов), нестационарному теплообмену в цилиндрах ДВС (проф. Р.З. Кавтарадзе), разработке и исследованию топливной аппаратуры для подачи угольных суспензий в цилиндры дизелей, организации малотоксичных процессов двигателей, работающих на дизельном топливе с добавками водородосодержащих газов и диметилового эфира (профессора Н.А. Иващенко и Л.В. Грехов), компьютерной оптимизации процессов сгорания и воздухообеспечения (доц. А.С. Кулешов, проф. Ю.А. Гришин), триботехническому конструированию цилиндро-поршневой группы (проф. С.В. Путинцев), разработке перспективных систем топливоподачи двигателей внутреннего сгорания (профессор Л.В. Грехов).

12 декабря 2002 года в связи со строительством третьего транспортного кольца г. Москвы был начат снос части корпуса факультета «Э», в которой располагалась



кафедра и ее лаборатории. Три четверти помещений кафедры и ее лабораторий (670 м²) оказались в зоне сноса, в том числе все камеральные помещения, вычислительный центр, мастерские, 14 учебных и исследовательских установок на моторных плитах. Были разрушены все инженерные системы лаборатории (электрообеспечения, отопления, водо- и

воздухоснабжения, газовыпуска, вентиляции, топливоснабжения, пожарная, связи). В 2002 году кафедра выполняла работы по демонтажу и консервации оборудования на ликвидируемых площадях, перепланировке оставшихся площадей и проектированию новых лабораторий. В 2003 году мэр Москвы Ю.А. Лужков и ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана И.Б. Федоров в торжественной обстановке открыли новую лабораторию ДВС в Учебно-лабораторном корпусе.

К концу 2003 года кафедра восстановила и модернизировала лаборатории топливной аппаратуры, альтернативных топлив, рабочих процессов дизелей и триботехники в корпусе факультета «Э» и создала лаборатории конструирования ДВС, математического моделирования процессов в ДВС в УЛК МГТУ им. Н.Э. Баумана. В модернизированных и новых лабораториях кафедра развернула работы по отработке рабочих процессов двигателей на альтернативных топливах, созданию новых видов топливной аппаратуры, разработке математических моделей и программных комплексов.

За 100 лет существования научная и педагогическая школа ДВС МГТУ им. Н.Э. Баумана подготовила свыше 250 кандидатов технических наук, 46 докторов технических наук. Среди ее питомцев 6 академиков РАН (Добрынин В.А., Климов В.Я, Микулин А.А., Стечкин Б.С., Чудаков Е.А., Брилинг Н.Р.) и 10 академиков Академий артиллерийских наук, транспорта, проблем качества (Брилинг Н.Р., Орлин А.С., Епифанова В.И., Блаженнов Е.А., Иващенко Н.А., Карельских Д.К., Назаркин С. В., Рудой Б.П., Эфрос В.В., Фомин В.М.), 8 Героев Социалистического труда (Добрынин В.А., Зернов П.М. (дважды), Климов В.Я., Малышев В.А., Микулин А.А., Стечкин Б.С., Швецов А.Д., Яковлев В.М.), 28 Лауреатов Ленинских, Сталинских и Государственных премий (Вырубков Д.Н., Герш С.Я., Гогульский Г.Г., Добрынин В.А., Епифанова В.И., Зернов П.М. (дважды), Иноземцев Н.В., Калиш Г.Г., Козлов Н.П., Круглов М.Г., Крутов В.И., Малышев В.А., (дважды), Масленников М.М., Махарадзе А.Ф., Микулин А.А. (четырежды), Орлин А.С. (дважды), Пятов В.М., Ржевский В.М., Роганов С.Г., Степанов С.А., Стечкин Б.С. (дважды), Чудаков Е.А., Швецов А.Д. (четырежды), Шелест А.Н., Ширяев В.М., Эфрос В.В., Яковлев В.А. (дважды), 4 Лауреата премий Совмина, Правительства РФ (Касумов А.Х., Козлов Н.П. (дважды), Курманов В.В., Трусов В.И.), 24 Заслуженных деятеля науки и техники РСФСР и науки РФ (Брилинг Н.Р., Блаженнов Е.И., Вырубков Д.Н., Епифанова В.И., Иващенко Н.А., Иноземцев Н.В., Калиш Г.Г., Карельских Д.К., Круглов М.Г., Крутов В.И., Козлов Н.П., Мазинг Е.К., Либрович Б. Г., Масленников М.М., Орлин А.С., Рудой Б.П., Сороко-Новицкий В.И., Ховах М.С., Чайнов Н.Д., Чудаков Е.А., Шелест А.Н., Эфрос В.В., Яковлев В.М.), 7 питомцев носят почетные звания работника высшей школы, науки Москвы, Машиностроителя, Изобретателя (Арапов В.В., Грехов Л.В., Касумов А.Х., Патрахальцев Н.Н., Песоцкий Ю.С., Письман Я.Б., Эфрос В.В.).

Специальность подготовила свыше 3000 высококвалифицированных инженеров, многие из которых стали главными конструкторами и руководителями двигателестроительных предприятий (Г.Л. Васильев, В.А. Рыжов, Мирза-Ахмедов, В.П. Сиволап, В.В. Эфрос, Я.Б. Письман, В.Д. Аршинов, В.В. Курманов, С.Ю. Русинковский, Е.Г. Пономарев, С.В. Назаркин, Ю.М. Дзенис, С.В. Шипицын, И.А. Ночвин и др.), государственными деятелями (С.А. Степанов, В.А. Малышев, А.Ф. Махарадзе, П.М. Зернов, В.М. Пятов, М.Г. Круглов, Н.П. Козлов, В.И. Крутов).

31 воспитанник специальности ДВС руководили и руководят кафедрами «Двигатели внутреннего сгорания», «Автомобили», «Тракторы», «Теплотехника»

в высших учебных заведениях нашей страны Брилинг Н.Р. (МВТУ, МАДИ), Абианц С.А. (ЦИПК МАП), Васильев А.В. (ВолгГТУ), Гриневецкий В.И. (МВТУ), Заренбин В.Г., (Днепропетровск, ДИСИ), Егоров Я.А. (Запоржье), Иващенко Н.А. (кафедра ДВС МГТУ им. Н.Э. Баумана), Иноземцев Н.В. (МАИ), Кавтарадзе Р.З. (кафедра ДВС Кутаисского ПИ), Калиш Г.Г. (Н.-НовПИ), Круглов М.Г. (Запоржский институт сельскохозяйственного машиностроения, кафедра ДВС МВТУ им. Н.Э. Баумана), Крутов В.И. (кафедра «Теплотехника» МВТУ), Козлов Н.П. (кафедра «Плазменные энергетические установки» МВТУ), Карельских Д.К. (МАМИ), Лашко В.А. (Хабаровск, Тихоокеанский ГТУ), Либрович Б.Г. (кафедра ДВС МВТУ), Мазинг Е.К. (кафедра ДВС МВТУ), Орлин А.С. (кафедра «Двигатели боевых машин», кафедра ДВС МВТУ), Патрахальцев Н.Н. (кафедра ДВС РУДН), Рудой Б.П. (кафедра ДВС УФАИ), Романенко Н.Т. (МИХМ, КАИ), Саверин М.А. (кафедра «Детали машин», МВТУ им. Баумана), Симаков Ф.Ф. (МВТУ им. Н.Э. Баумана), Сороко-Новицкий В.И. (кафедры ДВС Академии Моторизации и Механизации РККА, МВТУ, МАМИ), Тихомиров Е.Н. (кафедра «Соппротивление материалов» МВТУ им. Н.Э. Баумана), Ховах М.С. (кафедра «Автотракторные двигатели» МАДИ), Цируль С.М. (кафедра «Теплотехника» ТСХА), Чудаков Е.А. (кафедры «Автомобили» МВТУ им. Н.Э. Баумана, МАДИ, МАМИ), Чурсин М.М. (кафедра «Плазменные энергетические установки» МВТУ), Шелест А.Н. (кафедра «Тепловозы» МВТУ им. Н.Э. Баумана), Эфрос В.В. (Владимирский ГУ).

Силами преподавателей и научных сотрудников кафедры изданы уникальные многотомные учебники по ДВС, выдержавшие несколько изданий, написаны 36 монографий и сборников научных трудов, опубликовано свыше 2000 статей в научно-технических журналах, организованы и проведены 7 всероссийских и международных научно-технических конференций.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОРШНЕВЫХ ДВС В УСЛОВИЯХ ТОПЛИВНО- ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Ипатов А.А., Кутенёв В.Ф., Лукшо В.А (ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»)

С момента появления ДВС (более 100 лет назад) развитие конструкций двигателей с воспламенением от искры и воспламенением от сжатия происходило в постоянной конкурентной борьбе за получение требуемых текущим временем различных потребительских характеристик и показателей автотранспортных средств.

В начальный период велись интенсивные работы по достижению необходимых мощностей, для обеспечения движения транспортного средства с желаемой скоростью, затем на повестку дня вышли требования по снижению расхода топлива, когда преодолеваемые транспортным средством расстояния значительно увеличились. Далее с применением механического наддува, а затем и турбонаддува вновь велись работы по повышению мощности и естественно по улучшению удельных показателей (удельная мощность на единицу массы и объема двигателя, удельный расход топлива). Позже решались проблемы с безотказностью и значительным увеличением ресурса ДВС как легковых, так и грузовых автомобилей. Эти проблемы решались коллективами исследователей и конструкторов бензиновых двигателей и дизелей разрозненно, но в сопоставимости под влиянием соперничества