

Использование альтернативных топлив

В попытке сделать обзор работ кафедры за 100 лет, нельзя не упомянуть разработки, направленные на расширение топливной базы двигателестроения. Исторически это в первую очередь применение различных газов.

В одной из своих первых работ, посвященных двигателям внутреннего сгорания, В.И. Гриневецкий разработал теорию теплового расчета газового двигателя. В этой работе были рассмотрены расчеты двигателя при сжигании силового, доменного и светильного газов и даны общие формулы коэффициента избытка воздуха, теоретически необходимого количества воздуха, состава продуктов сгорания, теплоемкости рабочей смеси, коэффициента молекулярного изменения и т. п. В дальнейшем научным руководителем работ по газовым двигателям был проф. Е.К. Мазинг, который опубликовал ряд исследований о возможности применения различных газов. В частности, подробно изучен вопрос об использовании в двигателях генераторного газа, получаемого из антрацита, а также как тогда называли силового и естественного газов. Под руководством Е.К. Мазинга коллектив кафедры провел ряд работ в направлении дальнейшего развития теории использования газовых топлив. С.Е. Лебедевым разработаны основы теплового расчета газожидкостного процесса. Практическими работами по переводу четырехтактных дизелей на газодизельный процесс, проведенных под его руководством, было доказано, что четырехтактный дизель может быть переведен на газ с присадкой от 10 до 50% жидкого топлива.

При переводе предкамерного тракторного двигателя на газожидкостной процесс было установлено, что такого рода перевод может быть осуществлен без всяких изменений конструкции двигателя, без выемки предкамер, и, таким образом, в любой момент двигатель может быть переключен вновь на работу только на жидком топливе.

В 30-х...50-х годах на кафедре ведутся работы по переводу различных двигателей на чисто газовое топливо. В 1935 - 1937 гг. на высококалорийный газ был переведен четырехтактный компрессорный дизель, при этом было доказана осуществимость газового дизеля. Эти работы в первую очередь связаны с именем С.Е. Лебедева. В 1935 - 1938 гг. кафедрой, в частности ее сотрудником Н.А. Кутыриным, был проведен ряд работ по созданию четырехтактных двигателей с уменьшенной степенью сжатия, в том числе конвертированных из дизелей. При этом за счет форсирования по составу смеси и наддуву обеспечивалось повышение их мощности. С минимальными конструктивными изменениями были подготовлены проекты и осуществлен перевод на нефтяной газ двигателей ДР-4-60 и Рустон.

Исследования и опыт военных лет по переводу четырехтактных двигателей на газ были опубликованы в монографии 1946 г. под редакцией Д.Н. Вырубова. В этой работе рассмотрены принципиальные схемы и методы осуществления перевода; отмечены преимущества и недостатки общих и отдельных смесительных газовых двигателей; рассмотрены вопросы регулирования и конструкции механизмов связи регуляторов с дросселирующими органами, дан анализ систем электрооборудования.

Одновременно в 1941—1945 гг. проводились исследования по переводу на газ двухтактных двигателей. Перевод двухтактных калоризаторных двигателей на газ осуществлялся путем кривошипно-камерной продувки газом. Этот способ давал возможность избежать длительных и дорогостоящих конструктивных переделок. Исследования проводилось на двух двигателях завода «Красный прогресс» мощностью 22 и 12 л.с. Было установлено, что при работе на генераторном газе мощность двигателя снижалась всего на 10—15% по сравнению с работой на жидком топливе. Кроме того, была установлена важная особенность калоризаторного двигателя – его нечувствительность к составу газоздушнoй смеси в широком диапазоне изменения состава. Такая же работа было проведена под руководством Д.Н. Вырубова для двухтактного двигателя РК-30.

Позднее проводились работы с разработанным более эффективным процессом с впуском газа в начале сжатия. Такие исследования были проведены под руководством И.Н.

Нигматулина на газомотокомпрессорах МК-2 и МК-3 завода «Борец». В 1952 г. под его руководством проведена работа по переводу на генераторный газ двухтактного двигателя с воспламенением от сжатия большой мощности (510 л.с. при 375 об/мин) с продувкой воздухом.

Наряду с исследованиями газовых двигателей кафедрой проведен ряд работ по газогенераторам: разработана методика расчета и выбора оборудования газогенераторных установок, созданы руководящие материалы для проектирования газогенераторов обратного процесса и разработаны типовые проекты генераторов и очистительных устройств. Работы по генераторам были завершены расчетом и проектированием серии типовых генераторов и очистительных устройств.

Работы по газогенераторам были возобновлены 80-х...90-х годах. Так, Ю.Л.Масловым и А.М.Савенковым были построены газогенераторы, работающие на различных твердых малоценных топливах. Совместно с Ю.Г. Прониным (НИИД), В.Г. Носачем (ИТТ АН УССР) разработаны технологии термохимической регенерации топлив. Позднее работа малоразмерных двигателей с газогенераторами адаптировалась к работе на деревянных отходах, сухом мусоре, бумажных и растительных отходах.

Первые работы кафедры с альтернативными жидкими топливами связаны с именем Н.Р. Брилинга. Он начал первые отечественные исследования по использованию спиртов в автомобильных карбюраторных двигателях в организованной им автомобильной лаборатории. В условиях острого дефицита бензина разрабатывались технологии применения спирта в качестве топлива для карбюраторных двигателей. В рамках проведенного цикла исследований разработана теория рабочего процесса таких двигателей, отрабатывались процессы смесеобразования и карбюрации при сжигании спиртов.

Вследствие быстрой дизелизации в середине столетия была поставлена задача использования топлив местного происхождения. В качестве их рассматривались продукты перегонки горючих сланцев, запасами которых был богат СССР. Так как физико-химические свойства сланцевых жидких топлив отличны от свойств нефтепродуктов, потребовалось подробное изучение работы двигателей и, главным образом, работы топливоподающей аппаратуры в новых условиях.

Первые опыты на двигателе показали, что новое топливо в основном пригодно для работы в эксплуатационных условиях, но удельный расход при этом превышает расход нефтяных топлив. Исследования, выполненные Г.Г. Калишем и И.В. Астаховым, были направлены на изучение процессов, протекающих непосредственно в топливоподающей аппаратуре, а также образование струи распыленного топлива в камере сгорания. Исследовалось влияние размера и проходного сечения сопел на протекание процесса впрыскивания, выявлялись закономерности изменения угла факела распыленного топлива и его длины в функции времени. Опыты проводились параллельно на двух сортах топлив, что давало возможность сравнивать результаты и оценивать влияние свойств топлива на тот или иной параметр.

Были выявлены оптимальные условия работы двигателя на сланцевом топливе. Проведенная работа показала целесообразность использования сланцевого топлива на судовых двигателях с воспламенением от сжатия, причем было установлено, что для перехода на работу на сланцевом топливе не требуется существенных переделок топливной аппаратуры и изменения условий эксплуатации, а экономичность двигателя может быть даже повышена.

Разработка водородных технологий была начата на кафедре в 60-е годы прошлого века. В.П. Алексеевым и О.Б. Леоновым проведены работы по использованию водорода и водородосодержащих топлив в ДВС (для специальных целей). В 70-х...80-х годах под руководством проф. С.Г.Роганова проводились работы по изучению особенностей процессов в двигателе, работающем на водороде, и конструированию такого двигателя. Работы завершились созданием дизеля, питающегося жидким водородом. Топливо подавалось на-

сосным методов в жидком виде. Преодолев многочисленные и тогда еще новые проблемы, были сформулированы требования к таким двигателям и их системам. Уже тогда стало ясно, что эти работы не могут быть востребованы в самое ближайшее время, а как сейчас мы понимаем, в России, как богатейшей по запасам нефти, газа и угля стране – тем более.

В 80-х годах по заданию ГКНТ СССР на Н.А.Иващенко, В.С.Роговым, И.В.Федотовым была проведена экспериментальная работа по адаптации дизелей для питания легкими газоконденсатными топливами. Результатом ее стал образец дизеля Д144 с модернизированной топливоподающей аппаратурой. После ее доработки, оптимизации регулировочных параметров удалось обеспечить бесперебойную и такую же эффективную работу дизеля, как и на дизельном топливе.

В 90-х годах Н.А.Иващенко, Ю.Л.Масловым, Л.В.Греховым была разработана и реализована технология питания автомобильных дизелей с газообразными присадками водорода и (или) синтез-газа, подаваемыми вместе с дизельным топливом через штатную форсунку. Испытания на ЗиЛе показали эффективность таких присадок в отношении улучшения физических и химических факторов смесеобразования и сгорания и, в конечном счете, снижения всех четырех актуальных вредных выбросов с ОГ. Снятие с производства дизеля ЗиЛ-645 остановило эти работы.

Также в 90-х годах на кафедре был проведен цикл разноплановых работ по реализации исходной идеи Рудольфа Дизеля – осуществлении работы двигателя с воспламенением от сжатия на угле. В данном случае использовались топливоугольные и водоугольные суспензии. Эти работы проводились под руководством Л.В.Грехова. Были осуществлены работы по изучению и описанию физических свойств суспензий, в первую очередь вязкостных. Суспензия, будучи неньютоновкой жидкостью, имеет очень сложную и почти неизученную реологию. Реологические свойства суспензий в нестационарных условиях ранее вообще не изучались. Выявлено более десяти существенно влияющих на кажущуюся вязкость факторов, установлены связи с концентрацией, описаны реологические законы напряжения от скорости деформации. Новые закономерности распыливания угольных суспензий, полученные методом лазерной дифракции, обосновали необходимость резкой интенсификации впрыскивания суспензий. Самостоятельными и новыми проблемами, которые в конечном итоге удалось решить, стали выявление необходимых условий и методы их обеспечения воспламенения частиц, а также их полное сгорание в допустимое время. Была разработана и реализована топливная аппаратура, обеспечивающая работоспособность и ресурс дизеля (традиционная аппаратура успевала проработать лишь несколько минут). Можно уверенно сказать, что по множеству и сложности возникающих проблем обеспечение работы дизеля на угольном топливе является сложнейшей из всех альтернативных топлив.

Уже в XXI столетии была проведена работа по подготовке топливной аппаратуры и дизеля к применению альтернативного топлива – диметилового эфира - под руководством Н.А.Иващенко и Л.В.Грехова совместно с коллегами кафедры Криогенной техники МГТУ - проф. А.М.Архаровым, А.А.Жердевым. Концепцией стала технология смешанного топлива (дизельного с ДМЭ). Она обеспечила разумность экономических затрат в отношении достигаемого экологического результата (тогда ДМЭ был в 5 раз дороже дизельного топлива) и еще десяток практически важных достоинств. Результатом работы стал опытный автомобиль МГТУ, прошедший испытания на полигоне НИЦИАМТ и десять автомобилей, эксплуатируемых в ГУП Мосавтохолод.