

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЯМ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФОРСУНОК АККУМУЛЯТОРНЫХ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЕЙ

Ю.Е. Драган, канд. техн. наук, заведующий лабораторией,

*Научно-исследовательский конструкторско-технологический институт
тракторных и комбайновых двигателей (ФГУП «НИКТИД»), г. Владимир, Россия*

Постановка проблемы и ее связь с научно-практическими задачами. Все более широкое распространение аккумуляторных топливных систем типа «Common Rail» в дизелях, прежде всего, легковых автомобилей и сокращение выпуска традиционных топливных систем свидетельствует о преимуществах первых перед последними системами. Это касается показателей экономичности, комфортности (уровень шума), и, особенно, содержания вредных выбросов в отработавших газах дизелей.

Экологические проблемы, связанные с автотранспортом в Российской Федерации и в странах СНГ, стоят не менее остро, чем в Европе. Разработка и внедрение отечественных аккумуляторных топливных систем при государственной поддержке Министерства промышленности, науки и технологий Российской Федерации направлены на преодоление отставания в этой области.

Обзор публикаций и выделение нерешенных задач. История создания топливных систем типа «Common Rail» с описанием принципа действия и их устройства, а также отечественный вклад в эти разработки содержатся в книге [1]. В учебном пособии [2] описаны конструкция и работа аккумуляторной топливной системы с электронным управлением. В зарубежных источниках не раскрываются «ноу-хау», поэтому каждый шаг в ходе такой разработки связан с решением конкретных технических проблем.

Постановка задачи данного исследования. В связи со сложностью возникающих технических проблем перед разработчиками таких систем для отечественного автомобилестроения поставлена цель – разработка технологии создания аккумуляторных топливных систем для автомобильных дизелей. Реализация цели осуществляется на примере разработки отечественной аккумуляторной топливной системы для высокооборотного дизеля ЗМЗ-514.10, предназначенного для легковых и малотоннажных грузовых автомобилей. Выбор такого объекта продиктован двумя обстоятельствами. Это первый отечественный

дизель такого класса, активно внедряемый в производство. Кроме того, этот объект вносит жесткие ограничения на габариты агрегатов и их быстродействие, существенно усложняющие решение проблемы.

При создании аккумуляторных топливных систем дизелей типа «Common Rail» определяющее значение имеет конструкция и параметры электрогидравлических форсунок (ЭГФ), которые служат для реализации многофазного впрыскивания топлива при высоких давлениях порядка 100...150 МПа. Как показывает зарубежный опыт, такие возможности ЭГФ в сочетании с микропроцессорной системой управления топливоподачей позволяют успешно решать современные экологические проблемы автомобилей.

Возможность осуществления многофазного впрыскивания зависит от быстродействия ЭГФ. Суть проблемы заключается в исследовании влияния параметров электрических сигналов на быстродействие электромагнитного управляющего клапана (ЭМК) с одной стороны и влияния параметров ЭМК и давления в аккумуляторе на быстродействие гидравлической системы ЭГФ с другой. По результатам исследования должны быть определены зависимости цикловых подач от параметров управления ЭГФ для исходной конструкции ЭГФ, разработанной на основе гидродинамических расчетов [1]. Данная статья содержит методические подходы к решению этой локальной задачи. В конечном счете, должны быть выработаны конструктивные и технологические решения, обеспечивающие достижение поставленных целей.

Методические подходы и результаты исследований. Они охватывают две стороны: создание программных и аппаратных средств исследований, а также разработку методик их проведения.

На данном этапе работы созданы программные и аппаратные средства исследования с целью отработки агрегатов аккумуляторной топливной системы. Разработаны и отлажены программы поддержания давле-

ния в аккумуляторе, управления производительностью топливного насоса и параметрами цикловых подач в реальном времени с помощью компьютера. Разработаны конструкции, изготовлены макетные образцы, проведены функциональные испытания агрегатов, таких как электромагнитные клапаны, электрогидравлические форсунки и топливный насос высокого давления, разработаны и отлажены макетные образцы блоков системы управления электромагнитным клапаном с подсистемами форсирующего, удерживающего и размагничивающего импульсов. Как показали исследования, без функции размагничивания невозможно осуществить предварительное впрыскивание – первую фазу многофазного впрыскивания.

Особенно следует отметить разработку и изготовление емкостных датчиков перемещения якоря ЭМК и иглы распылителя с вторичными приборами преобразования сигналов датчиков. Эти конструкции не имеет аналогов у нас в стране и за рубежом.

Проведенная тарировка емкостного датчика перемещения иглы распылителя ЭГФ по специальной методике показала, что для датчика характерна нелинейность, которая при малых подъемах иглы до 0,05 мм составляет 50...70 %, а при больших подъемах свыше 0,15 мм – не превышает 20 %. Выявлено существенное влияние среды, в которой размещается датчик. В топливе зафиксировано двукратное усиление сигнала по сравнению с воздушной средой.

При разработке методики ставилась задача оценить влияние параметров управляющих высоковольтных сигналов на выходные параметры ЭМК ЭГФ, а затем их влияние на кинематические параметры иглы распылителя ЭГФ и цикловые подачи.

На рис. 1 показана типичная осциллограмма, которая иллюстрирует наличие двухфазного впрыскивания. Исследование проведено при давлении в аккумуляторе 60 МПа, при напряжениях форсирования 100 В, удержания 30 В, размагничивания 70 В. Длительности форсирующего и размагничивающего импульсов составили 0,3 мс, а удерживающего – 1 мс.

При предварительном впрыскивании максимальный подъем якоря и иглы распылителя ЭГФ не достигли своего предельного значения, характерного для основного впрыскивания. Задержку посадки якоря ЭМК после прекращения токового импульса можно сократить за счет повышения напряжения размагни-

тить за счет повышения напряжения размагничивания и длительности размагничивающего импульса.

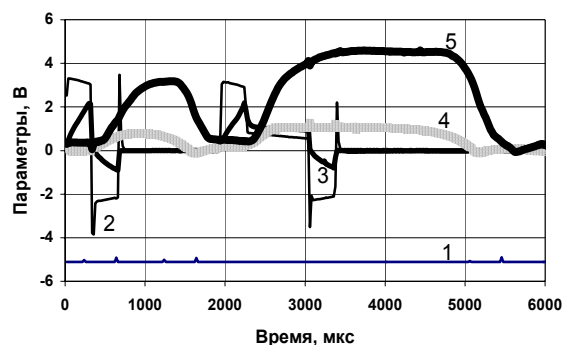


Рис. 1. Двухфазное впрыскивание при давлении в аккумуляторе (1) 60 МПа и максимальном напряжении на обмотке ЭМК (2) 100 В (3- ток, 4- якорь, 5- игла)

Рис. 2 и 3 иллюстрируют возможности управления формами графиков топливоподачи – треугольной и трапецеидальной. На рис. 2 осциллограммы приведены в исходном виде, в котором сигналы выражены в вольтах. После преобразования перемещения якоря ЭМК и иглы распылителя ЭГФ представлены в мм, а сила тока в амперах (рис. 3).

Зависимости цикловых подач от площади под графиком подъема иглы распылителя ЭГФ приведены на рис. 4. Коэффициент корреляции, равный 0.96, свидетельствует о том, что зависимости между этими параметрами носят линейный характер.

Площади под графиками перемещения якоря ЭМК и иглы распылителя выбраны как параметры, отражающие и максимальное значение этих перемещений, а также их длительности.

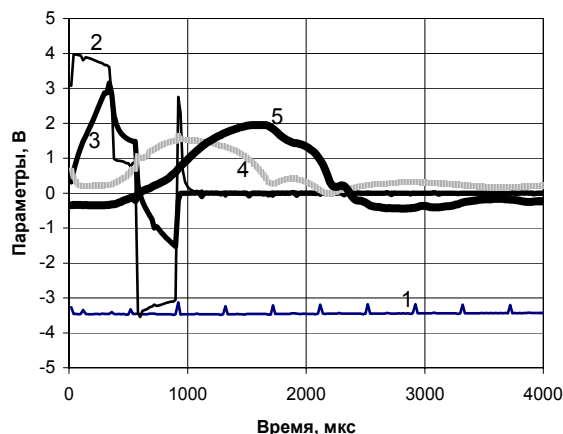


Рис. 2. Треугольный закон топливоподачи при давлении в аккумуляторе (1) 30 МПа, напряжении форсирования (2) 120 В (3- ток в обмотке ЭМК, 4- якорь, 5- игла)

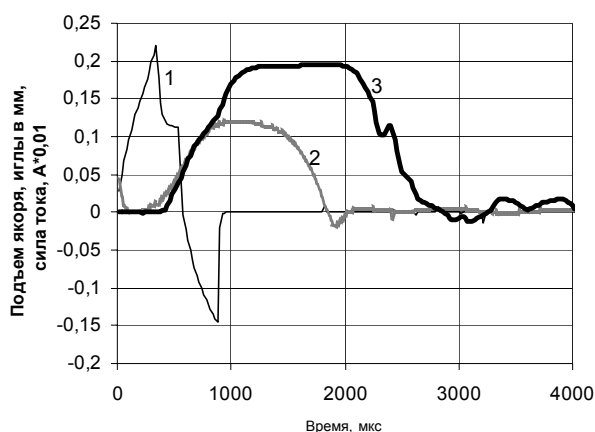


Рис. 3. Трапецидальный закон топливоподачи при давлении в аккумуляторе 80 МПа и при напряжении форсирования 100 В (1- ток, 2- якорь, 3- игла)

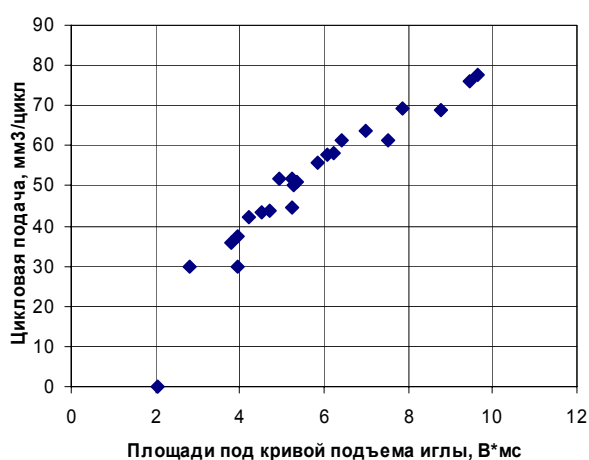


Рис. 4. Зависимости цикловых подач от площадей под кривой подъема иглы распылителя ЭГФ № 4

Наиболее полно результаты исследования отражены в таблице. Данные таблицы свидетельствуют о практически линейной зависимости цикловых подач от площади под графиком подъема иглы распылителя ЭГФ и от максимальной высоты ее подъема.

На цикловые подачи также влияют давление в аккумуляторе и значения площадей под графиком подъема якоря. В свою очередь на площадь под графиком подъема иглы оказывают влияние высота подъема иглы, давление в аккумуляторе и площадь под графиком подъема якоря, а на эту площадь – максимальный подъем якоря.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

1. Подтверждена эффективность методики в области таких значений цикловых подач, которые характерны для основного впрыскивания.

Коэффициенты корреляции

Параметры	Цикловые подачи	Площадь под графиком подъема	
		иглы	якоря
Площадь под графиком подъема якоря	0,63	0,54	–
Площадь под графиком подъема иглы	0,96	–	0,54
Максимальный подъем якоря	0,1	0,01	0,78
Максимальный подъем иглы	0,91	0,94	0,4
Давление в аккумуляторе	0,6	0,7	0,02
Длительность импульса тока	0,1	0,1	0,3

2. На следующем этапе, используя разработанную методику, предстоит определить конструктивные решения и параметры управляющих сигналов, обеспечивающие получение экстремально малых цикловых подач для предварительного впрыскивания.

Литература

1. Блинов А.Д., Голубев П.А., Драган Ю.Е. Современные подходы к созданию дизелей для легковых автомобилей и малотоннажных грузовиков / Под ред. В.С. Папонова и А.М. Минеева. – М.: НИЦ «Инженер», 2000. – 332 с.
2. Грехов Л.В. Аккумуляторные топливные системы двигателей внутреннего сгорания типа Common Rail: Уч. пособие. – М.: МГТУ, 2000. – 64 с.

Поступила в редакцию 09.07.03

Рецензенты: канд. техн. наук В.Ф. Дрозденко, зав. лабораторией динамики и прочности, ФГУП «НИКТИД», г. Владимир; д-р техн. наук, проф. С.Г. Драгомиров, Владимирский государственный университет, г. Владимир, Россия.

Таблица