

3 - Фазовые переходы с последующей фиксацией высокотемпературной фазы при быстром охлаждении покрытия (например переход  $\alpha$ -фазы  $Al_2O_3$  в  $\gamma$ -фазу), что вызывает необходимость последующей термической обработки.

Морфологические изменения представляют собой изменение формы напыляемых частиц при плавлении (сферондизация), изменение дисперсности частиц при их столкновении и разрушении во время движения в запыленной плазменной струе. Они также оказывают значительное влияние на структуру и свойства плазменного покрытия.

### Аспекты неповторяемости работы впрысковой аппаратуры в двигателе с самовоспламенением от сжатия

#### Т.Чай

Дизельный двигатель еще долгое время будет самым распространенным источником энергии. Одновременно с повышением требований, предъявляемых современным двигателям с самовоспламенением от сжатия, растет интерес исследователей к топливной аппаратуре. Обращение исследователей к проблемам питания дизельных двигателей обусловлено не только общим развитием техники, но прежде всего высокими экологическими требованиями. В настоящее время эти исследования идут в следующих направлениях:

- ограничения выделения токсических веществ,
- уменьшения шума,
- поисков альтернативного дизельного топлива в связи с уменьшением ресурсов природных источников энергии.

Для удовлетворения все более обостряемых экологических норм и улучшения технико-экономических показателей двигателей с самовоспламенением от сжатия применяются:

- контролируемые вихри в цилиндре и турбулизация зарядов (4 клапана в цилиндре),
- автоматический впрыск топлива,
- высокое давление и большая скорость впрыска топлива,
- короткие топливопроводы высокого давления или даже насос-форсунка,
- соответствующая форма пространства сгорания,
- контролируемые наддув и охлаждение воздуха наддува,

- замедленное зажигание (сгорание двухступенчатое, благодаря чему получаем принцип слоистости зарядов, а в результате - уменьшение выделения  $H_2O$ ,  $CO$  и  $CH_4$ ),

- топлива, обладающие определенными физико-химическими свойствами.

Кроме того, для выполнения вышеперечисленных требований необходима технически исправная и высоконадежная система питания, которая обеспечит:

- правильность процесса впрыска,
- равномерное и повторяемое дозирование впрыскиваемого топлива,
- повторяемое время длительности цикла,
- постоянное давление открытия форсунки и пиковое давление в топливопроводе высокого давления.

В практике, несмотря на применение новых технических решений (электронные системы управления впрыском топлива), возникает проблема неповторяемости некоторых параметров впрыска. Точнее говоря - неповторяемость геометрических размеров, приводящая к неповторяемости дозирования рядных насосов-дозаторов, и неповторяемость проточных процессов, вызывающих неповторяемость изменений в топливопроводе.

Неповторяемость дозирования рядных насосов-дозаторов рассматривается лишь как неравномерность параметра впрыска между отдельными секциями (цилиндрами) в том же двигателе и вытекает из неточности регулировки: большого производственного допуска и износа отдельных элементов впрысковой аппаратуры. (Эту неповторяемость можно исключить за счет применения распределительных насосов-дозаторов высокого давления).

Неповторяемость изменений давления топлива в топливопроводе высокого давления определяется как временная и вытекает из нарушений в работе впрысковой аппаратуры, вызванных волновым протоком топлива в области впрыска. Несмотря на регулярность работы поршневой секции, гидродинамические явления вызывают в каждом процессе подачи топлива через топливопровод к форсунке непостоянное, изменчивое состояние протока. Исследуя вопросы волнистости с целью выяснения ее связи с неповторяемостью изменений в давлении топлива, было установлено следующее.

Во время закрытия движущимся поршнем впускного окна нагнетательной секции возникают гидравлические удары, которые переносятся на всю систему. Колебания в топливопроводах возникают вследствие изменений в объеме топлива, накопившегося между насосом и распылителем топлива, согласно изменению давления в топливопроводе.

Частота и амплитуда колебаний в топливопроводах зависит от массы и сжимаемости накопленного здесь топлива. Эти колебания вызываются волнами давления, бегущими в направлении форсунки в  $\sim 4,5$  больше скорости звука в воздухе. В зависимости от рабочего положения форсунки вызывает различные реакции:

- если распылитель находится в открытом положении, то количество вытекающего топлива больше количества поступающего, вследствие чего появляется волна нагрузки, бегущая в направлении насоса;

- если распылитель закрыт, то волна, бегущая в обратном направлении, оттолкнувшись от распылителя, отступает и вызывает подъем топлива в топливопроводах, что приводит к росту среднего давления.

Одновременно следует добавить, что длина топливопроводов решительно влияет на полный объем впрысковой системы и связанную с ней величину упругой деформации столба топлива в впрысковой системе.

Все названные выше механизмы признаны за одну из причин возникновения явления неповторяемости изменения давления в топливопроводах выс. давления. Кроме того, было установлено, что на неповторяемость впрысковых процессов влияют также:

- температура поступающего топлива,
- физико-химические свойства топлива,
- доза подаваемого поршневой секцией топлива,
- давления открытия форсунки,
- скорость вращения насоса-дозатора выс. давления,
- техническое состояние впрысковой аппаратуры.

Все рассмотренные в настоящей работе вопросы неповторяемости работы впрысковой аппаратуры отрицательно влияют на работу дизельных двигателей (неравномерность работы), вызывают большой расход топлива, выделение вредных веществ и шум. Следовательно, необходимы дальнейшие исследования над всеми аспектами неповторяемости работы впрысковой аппаратуры, что в практике привело бы к исключению или, по крайней мере, к минимализации последствий этого явления.

Эта тематика рассматривается на занятиях по машиноведению, а ее цель заключается в том, чтобы познакомить студентов с технико-экономическими проблемами и показать достижения науки в области строительства и эксплуатации двигателей в внутреннего сгорания.