

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ МЕЛКОСТИ  
РАСПЫЛИВАНИЯ ТОПЛИВА ПРИ ЗАПУСКЕ ДИЗЕЛЯ

При пуске тракторного дизеля вследствие малой скорости вращения вала двигателя, а следовательно, и вала топливного насоса, впрыск топлива существенно отличается от впрыска во время работы двигателя: игла многократно поднимается и садится на седло, подъем иглы очень мал, давление перед иглой удерживается на уровне давления открытия ее, а перед соплом уменьшается в два-три раза из-за дросселирования в щели под запорным конусом иглы.

В опытах Н.М. Кухарева<sup>[1]</sup> и В.И. Трусова<sup>[2]</sup> по исследованию тонкости распыливания топлива в различные периоды процесса впрыска установлено, что наиболее грубое распыливание происходит во время подъема и опускания иглы. Это объясняется малыми подъемами иглы и соответственно значительным дросселированием топлива в щели у запорного конуса иглы в эти периоды. Указанные опыты проводились на режимах, близких к номинальному, когда игла поднимается и садится однократно, а подъем достигает максимума (до упора). Во время пуска весь процесс впрыска, как отмечалось выше, состоит из подъемов и опусканий иглы. Таким образом, кроме низкого давления топлива, перед иглой, неблагоприятное влияние на тонкость распыливания оказывает также дробящая работа форсунки.

Частично ухудшение запуска дизеля, вызванное неудовлетворительным распыливанием топлива, удастся предотвратить увеличением цикловой подачи, которая при пуске (благодаря действию пускового обогатителя) доводится до двойной подачи на номинальном режиме. Наряду с некоторым улучшением пусковых свойств дизеля увеличение цикловой подачи приводит к весьма нежелательным последствиям.

При действии пускового обогатителя коэффициент избытка воздуха в горючей смеси снижается до 0,7--0,8, что обуславливает дымный выхлоп и чрезмерно высокие максимальные давления при первых вспышках топлива во время пуска дизеля. Вследствие этого наблюдается рост динамических нагрузок в кривошипно-шатунном механизме, а также увеличивается склонность распылителя к закоксовыванию.

С целью выявления влияния величины цикловой подачи топлива на качество распыливания авторами выполнены опыты, результаты которых приведены в настоящей работе.

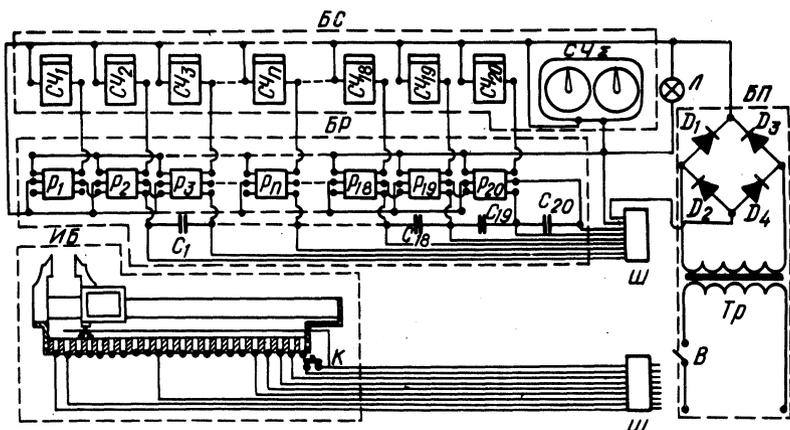


Рис. 1. Схема прибора для селективного подсчета и распределения капель по размерным группам.

В качестве объекта исследования служил комплект топливной аппаратуры тракторного дизеля Д-240. Для определения тонкости распыливания применялся метод улавливания капель на закопченную пластинку при впрыске в воздух атмосферной плотности. Опыты проведены с вертикально падающей струей.

Слой копоти на стеклянную пластинку наносился пламенем газовой горелки при сжигании ацетилена с ограниченной подачей кислорода. Такой способ оказался очень удобным, мало трудоемким, слой получался плотным с хорошими улавливающими свойствами. В процессе нанесения слоя возможно было следить за его качеством и равномерностью его толщины. Поверх слоя копоти наносился слой окиси магния путем сжигания порошка магния. На подготовленную таким образом пластинку производился единичный впрыск топлива.

Полученные микрофотографии характерных мест на пластинке обрабатывались с экрана из матового стекла (о методике выбора характерных мест см. работу авторов [3]), помещенного между объективом проектора и экспериментатором при помощи полуавтоматического прибора для селективного подсчета и распределения капель по размерным группам.

Электрическая схема прибора приведена на рис. 1. Прибор состоит из четырех блоков: измерительного и счетного устройства, блока реле и питания.

Измерительное устройство служит для обмера увеличенных отпечатков капель и распределения капель по размерным группам. Измеритель имеет двадцать неподвижных контактов, насаженных на стержень штангенциркуля, и один подвижный контакт, установленный на каретке.

Счетное устройство, состоящее из двадцати параллельно включенных импульсных счетчиков, регистрирует результаты измерений, по которым можно построить кривую распределения отпечатков капель по размерам. В схеме применены электромагнитные счетчики типа РС с напряжением питания 12 В.

Измерительное и счетное устройства соединены гибким фалом с многоканальным кабелем. Все обмеренные отпечатки капель могут быть зафиксированы только в том случае, если ширина подвижного контакта измерителя будет несколько превышать размер щели между двумя соседними неподвижными контактами. Но в этом случае появляется реальная возможность в регистрации одного и того же результата двумя соседними счетчиками. Для исключения этого в схему введен блок реле, имеющих группу нормально замкнутых и нормально разомкнутых контактов. Группа нормально разомкнутых контактов включена в цепь питания счетчиков, а группа нормально замкнутых контактов находится в цепи питания обмотки реле. При этом реле включены так, что при работе прибора каждое из них разрывает цепь питания предыдущего реле и включает счетчик, в цепи которого в данный момент замкнуты контакты измерителя.

С помощью прибора возможно вести обработку поля впрыска как непосредственно под микроскопом, так и с экрана проектора. При обработке пластинки с отпечатками капель под микроскопом вместо измерительного устройства подключается пульт управления с группой переключателей, каждый из которых включен в цепь соответствующего счетчика.

Работает прибор от сети переменного тока напряжением 220 В.

На рис. 2 приведены дифференциальные (рис. 2, а) и интегральные (рис. 2, б) кривые распыливания для режимов  $g_{ц} = 120$  мг/цикл и  $g_{ц} = 75$  мг/цикл при  $n = 100$  об/мин;  $p = 175$  кгс/см<sup>2</sup>.

Из графиков следует, что капли размерами до 100 мкм по суммарному объему составляют не более 3—4% от впрыскиваемой порции топлива. Капли же с диаметром 200 мкм и выше по

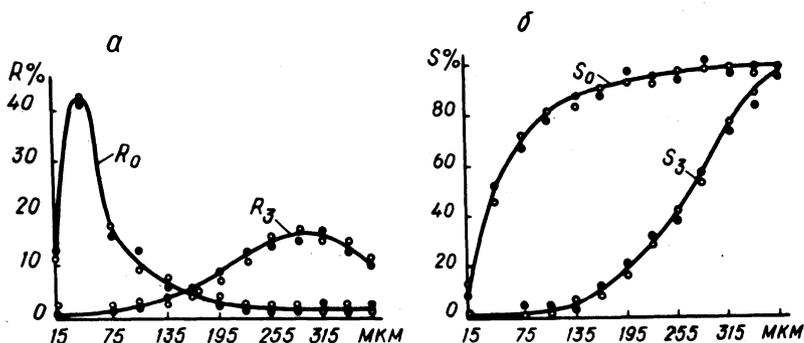


Рис. 2. Дифференциальные  $R$  и интегральные  $S$  кривые распыливания при  $n=100$  об/мин,  $p=175$  кгс/см<sup>2</sup>:  
 • —цикловая подача  $g = 120$  мг/цикл; ● — цикловая подача  $g = 75$  мг/цикл;  $R_0, S_0$  —относительная количественная кривая частот и сумм соответственно;  $R_3, S_3$  —относительная объемная кривая частот и сумм соответственно.

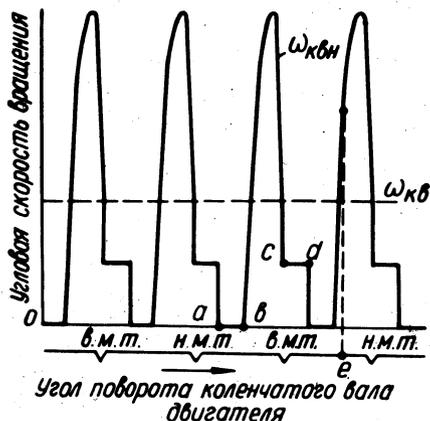
суммарному объему составляют около 80%. В условиях пуска холодного двигателя эта часть топлива не может принимать участия в горении.

Низкое процентное содержание мелких капель при впрыске затрудняет самовоспламеняемость топлива, а следовательно, успешный запуск. Дизель Д-240, как известно, имеет объемно-пленочное смесеобразование, при котором основная порция топлива, введенная в камеру сгорания, направляется на стенки камеры сгорания и лишь часть его перемешивается с воздухом и может быть эффективно использована при запуске двигателя.

Анализируя приведенные графики, необходимо также отметить, что увеличение цикловой подачи не оказывает заметного влияния на качество распыливания на режиме пуска. Отмеченные особенности, вытекающие из графиков на рис. 2, подтверждают предположение о грубом распыливании топлива при малых скоростях вращения вала двигателя.

С увеличением цикловой подачи соответственно возрастает суммарное количество мелких капель топлива, благодаря чему обеспечиваются лучшие условия для возникновения первых вспышек горючей смеси в цилиндре дизеля.

Рис. 3. Диаграмма изменения угловой скорости кулачкового вала при работе с ускорителем: в.м.т. и н.м.т.—верхняя и нижняя мертвые точки соответственно;  $\omega_{кв}$  — угловая скорость коленчатого вала во время пуска (условно принята постоянной);  $\omega_{квн}$  — угловая скорость кулачкового вала насоса.



Одним из путей улучшения пусковых свойств дизеля является применение ускорителя. С применением ускорителя отпадает необходимость в увеличении цикловой подачи при пуске двигателя, так как обеспечивается требуемая тонкость и дисперсность впрыскиваемого топлива.

Примерная диаграмма изменения угловой скорости кулачкового вала насоса при работе ускорителя приведена на рис. 3.

Такое неравномерное вращение кулачкового вала при запуске создается введением в привод насоса упругого элемента, который в период между очередными впрысками взводится путем стопорения кулачкового вала (участок диаграммы  $a - b$ ). После освобождения последнего в нужный момент (точка  $b$ ) сила деформированного упругого элемента сообщает кулачковому валу повышенную скорость, независимую от скорости вращения коленчатого вала  $\omega_{кв}$ . На участке  $c - d$  кулачковый вал вращается в соответствии со скоростью вращения коленчатого вала.

С началом самостоятельной работы двигателя прекращается стопорение кулачкового вала и он вращается в соответствии со скоростью вращения коленчатого вала.

## Л и т е р а т у р а

1. Кухарев Н.М. Исследование распыливания топлива применительно к быстроходным дизелям. — "Труды НАМИ", вып. 87, 1959. 2. Трусов В.И., Рябкин Л.М. Исследование влия-

ния характеристики впрыска на тонкость распыливания топлива форсункой закрытого типа. — В сб.: Автотракторные двигатели. М., 1968. З. Волчок Л.Я., Якубенко Г.Я. Исследование качества распыливания топлива в тракторном дизеле при пуске. — В сб.: Автотракторостроение. Устойчивость движения и работоспособность агрегатов автомобилей и тракторов. Минск, 1975, вып. 7.

И.П. Завадский, А.М. Иваненко

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ А-41 НА ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Известно, что внимание ряда исследователей, работающих в области автотракторных двигателей, направлено на изучение так называемых неустановившихся режимов их работы. Повышенный интерес к проблемам неустановившихся режимов обусловлен в основном многообразием противоречивых сведений по этим вопросам. Для тракторных дизелей, работающих в условиях эксплуатации на неустановившихся нагрузках, отмечается значительное падение мощности и ухудшение экономичности по сравнению со статическими режимами их работы [1]. Основная причина этого отрицательного явления — непрерывное колебание угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя, возникающее под влиянием нестатичности нагрузки на двигатель. Некоторыми исследователями высказывается мнение, что ухудшение параметров двигателя связано в этих случаях с возможным снижением наполнения, так как колебания угловой скорости вызывают дополнительные колебания потока воздуха во впускном тракте двигателя и, следовательно, увеличивают гидравлические потери на впуске.

Цель настоящего исследования — получение зависимости колебаний угловой скорости, часового расхода топлива и коэффициента наполнения тракторного дизеля А-41 Алтайского моторного завода от параметров переменной нагрузки.

В проведенных исследованиях изменение нагрузки осуществлялось по гармоническому закону [1], для которого степень неравномерности момента сопротивления определяется выражением