

В. И. Живулькин

## О ДВИГАТЕЛЯХ С ВОЗДУШНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ ДЛЯ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ

Возможность сочетания топливной экономичности дизеля с рядом преимуществ воздушного охлаждения уже давно привлекала внимание конструкторов. Тем не менее до второй мировой войны в Европе и Америке строились главным образом многомощные, тихоходные стационарные дизели воздушного охлаждения [4].

Массовый выпуск быстроходных дизелей воздушного охлаждения по существу начался после окончания второй мировой войны, когда накопленный опыт эксплуатации и уровень производства позволили создать дизели воздушного охлаждения, не уступающие по надежности и эффективным показателям дизелям водяного охлаждения, а по весовым в большинстве случаев даже превосходящие их. В настоящее время в Европе и Америке дизели воздушного охлаждения с успехом применяются на землеройных, подъемотранспортных машинах, на автомотрисах, на речных и морских катерах и т.д. Возрастающий спрос на такие двигатели не только стимулирует значительное увеличение их выпуска известными немецкими фирмами Дейц, Робур и др., но и вызвал появление ряда новых моделей, таких как MWM и Кельбле (ФРГ), Верховский (Австрия) и др.

В Советском Союзе дизели воздушного охлаждения до Великой Отечественной войны не выпускались. Но в связи с большой потребностью в них в различных районах нашей страны началась работа над созданием отечественных дизелей с воздушным охлаждением.

Первая партия тракторных дизелей воздушного охлаждения была выпущена в 1958 г. Харьковским тракторосборочным заводом, а через год Милитопольский моторный завод приступил к производству карбюраторных двигателей с воздушным охлаждением. На Владимирском тракторном заводе в насто-

ящее время полностью сосредоточено производство тракторных дизелей с воздушным охлаждением. Мощность выпускаемых отечественной промышленностью дизелей воздушного охлаждения не превышает 80 л.с., но на Челябинском тракторном заводе в содружестве с НАТИ ведутся работы по созданию дизелей с воздушным охлаждением мощностью до 500 л.с.

Дизеля с воздушным охлаждением особенно хорошо себя зарекомендовали в тех случаях, когда охлаждение за счет встречного потока воздуха малоэффективно или совсем отсутствует, как это имеет место в медленно движущихся различного рода тракторах, а также при заднем расположении моторного отделения в автобусах и боевых машинах. Для воздушного охлаждения расходуется около 60% воздуха, необходимого для жидкостного охлаждения, что дает возможность существенно сократить сечение каналов для подвода охлаждающего воздуха. Высокие температуры головок и цилиндров обуславливают большой перепад температур при контакте с охлаждающим воздухом (в 2—2,5 раза больший, чем у двигателей с водяным охлаждением), вследствие чего двигатели с воздушным охлаждением более приспособлены к работе в условиях жаркого климата, что подтверждается опытом эксплуатации автомобилей "Татра" в странах Африки и Южной Америки.

Высокие температуры на средних нагрузках препятствуют образованию конденсата на стенках цилиндров и окиси серы. Это дает возможность эксплуатировать дизеля воздушного охлаждения без повышенных износов на высокосернистых нефтяных топливах (содержание серы до 2%), а также снизить расход специальных антикоррозионных присадок к смазочным маслам. Топливная экономичность дизелей с воздушным и водяным охлаждением практически одинакова, так как она в основном определяется типом процесса сгорания и потерями на трение.

Срок службы дизелей воздушного охлаждения до капитального ремонта приблизительно равен 100 000 км пробега, однако имеются сведения, что в отдельных автомобилях с дизелями воздушного охлаждения Дейц в условиях Германии он достигает 300 000 км. Стоимость изготовления дизелей с водяным и воздушным охлаждениями в общем одинакова. С точки зрения затрат на обслуживание и ремонт дизеля воздушного охлаждения имеют ряд преимуществ. Однако небла-

гоприятное влияние высокой температуры головок и цилиндров дизелей с воздушным охлаждением снижает коэффициент наполнения, что в свою очередь снижает эффективную мощность их.

Исследования показали, что в определенном температурном диапазоне в быстроходных дизелях на каждые  $100^{\circ}\text{C}$  изменения рабочей температуры коэффициент наполнения изменяется на 6%. Таким образом, для того чтобы получить равные мощности у дизелей с воздушным и водяным охлаждением, рабочий объем цилиндра у дизелей воздушного охлаждения нужно увеличить на 4—6%. Особое значение у дизелей с воздушным охлаждением приобретает правильный выбор зазора между юбкой поршня и рабочей поверхностью цилиндра.

Повышенная шумность работы дизеля с воздушным охлаждением до сих пор продолжает оставаться одним из основных недостатков его. Применение алюминиевых штанг коромысел, смещение оси поршневого пальца по отношению к оси цилиндра, повышение числа оборотов вентилятора до уровня, при котором наиболее шумные гармоники не улавливаются человеческим ухом, а также установление рабочих колес с неравномерным шагом лопаток — таковы мероприятия, способные снизить шумность двигателя с воздушным охлаждением [3].

Рассмотренный тип двигателей представляет значительный интерес для применения на лесотранспортных машинах и в первую очередь на трелевочных тракторах. Эксплуатация трелевочных тракторов в лесной промышленности происходит в различных условиях. Эти условия меняются довольно часто в связи с частыми перебазированиями. Поэтому двигателям, установленным на трелевочных тракторах, трудно создать нормальные условия при их обслуживании и эксплуатации. Особенно остро этот вопрос стоит в зимний период.

Двигатели с водяным охлаждением в зимний период требуют ежедневной заправки системы охлаждения водой. Хранение и подогрев воды на лесосеке — вопрос сложный и требует дополнительных затрат на содержание обслуживающего персонала и подогревателей воды, что в свою очередь приводит к увеличению себестоимости продукции.

Обычно в зимний период двигатели с водяным охлаждением на трелевочных тракторах заправляются водой из близлежащих водоемов. Анализов смягчения и очистки воды при этом не производится. Это приводит к засорению системы охлаждения, а также образованию накипи, что в свою оче-

редь ведет к перегреву гильз цилиндров двигателя, к быстрому их износу.

Двигатели с воздушным охлаждением по своим технико-экономическим показателям не уступают двигателям с водным охлаждением, а в условиях их эксплуатации на лесосеке имеют ряд существенных преимуществ. Во-первых, отпадает проблема водоснабжения и ее подогрева, во-вторых, нет необходимости прогревать двигатели на механизмах, работающих периодически (на погрузке и т.д.). Двигатели с водяным охлаждением при длительных остановках требуют частых запусков и прогрева во избежание замерзания воды в системе. Это приводит к непроизводительному расходованию моторесурса двигателя. При замерзании воды в системе охлаждения двигатель полностью выходит из строя, что исключено в двигателях с воздушным охлаждением.

Двигатели с водяным охлаждением в зимний период нуждаются в предпусковом подогреве, организация которого в условиях лесосеки требует дополнительных затрат. Всех этих недостатков лишены двигатели с воздушным охлаждением.

Двигатели с воздушным охлаждением тоже нуждаются в предпусковом подогреве, но этот вопрос легко решается индивидуальным подогревателем ПВ-150, изготовленным Владимирским тракторным заводом.

Проведенные исследования нового серийного двигателя Д-37м на испытательном стенде КИ-1363В дали следующие результаты.

При среднем эффективном давлении  $P = 0,54 \text{ мн/м}^2 (5,4 \text{ кг/см}^2)$  и скорости вращения вала  $190 \text{ рад/с} (18000 \text{ об/мин})$  были получены удельный эффективный расход топлива  $70—75 \text{ мкг/дж} (185—200 \text{ г/л.с.ч.})$ , индикаторный расход топлива  $54—58 \text{ мкг/дж} (142—150 \text{ г/л.с.ч.})$ , коэффициент наполнения —  $0,8—0,85$ , среднее давление механических потерь —  $0,18 \text{ мн/м} (1,8 \text{ кг/см}^2)$ . Эффективная мощность дизеля Д-37м при увеличении числа оборотов вала до 1800 достигла  $37 \text{ квт} (50 \text{ л.с.})$  при коэффициенте избытка воздуха  $= 1,6$ .

Зависимость параметров рабочего цикла от коэффициента избытка воздуха говорит о том, что с ростом  $\alpha$  давления и температуры цикла уменьшались, о чем свидетельствует снижение максимальных значений давления и температуры цикла, а также температуры отработавших газов. Угол  $\varphi_T$ , при котором наступает максимальная температура в цилиндре, вследствие сокращения продолжительности сгорания  $G$  с ростом  $\alpha$  уменьшался, причем разность между  $\varphi_T$  и углом, соответ-

вующим  $P_{\max}$ , также уменьшилась. Период задержки воспламенения при росте  $\alpha$  практически не изменялся. Это можно объяснить постоянным температурным режимом стенок цилиндров. При увеличении температуры стенок цилиндра и постоянном коэффициенте  $\alpha$  эффективная мощность незначительно возростала в результате улучшения экономичности цикла.

Удельный расход топлива снижался в результате снижения потерь тепла в стенки и ускорения сгорания топлива. Среднее давление механических потерь при увеличении температур стенок также незначительно снижалось. Коэффициент выполнения при росте температуры стенок цилиндра снижался за счет увеличения подогрева свежего заряда от стенок в процессе наполнения.

Увеличение коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  вследствие снижения цикловой подачи топлива приводило к уменьшению среднего эффективного давления  $P_e$  и эффективной мощности  $N_e$ . Среднее давление механических потерь  $P_{\text{м.п.}}$  с ростом  $\alpha$  несколько снижалось из-за уменьшения газовых сил, действующих на поршень, кольца и шатунный подшипник.

Удельный индикаторный расход топлива  $G_i$  при увеличении  $\alpha$  вначале снижался, а затем незначительно возростал. Малое изменение  $\eta_v$  объясняется тем, что при исследовании температурный режим деталей поддерживался практически постоянным.

Полученные данные испытаний двигателя Д-37 м позволяют сделать некоторые выводы:

1. Двигатели воздушного охлаждения поддаются форсировке.
2. При некотором их усовершенствовании можно повысить технико-экономические показатели двигателя.

Кроме того, эксплуатационные качества двигателей воздушного охлаждения значительно выше двигателей с водяным охлаждением. Поэтому применение двигателей с воздушным охлаждением на трелевочных тракторах позволит упростить их эксплуатацию в зимний период, уменьшит расходы на обслуживание и ремонт и тем самым снизит себестоимость продукции.

#### Л и т е р а т у р а

1. Глаголев Н.М. Испытания двигателей внутреннего сгорания. Харьков, 1958.
2. Лебедев С.Е. Обработка результатов испытания двигателей внутреннего сгорания. М., 1958.
3. Мацкерле Ю. Автомобильные двигатели с воздушным охлаждением. М., 1959.
4. Техническая информация НАМИ, 1968.