

ТЕПЛОНАПРЯЖЕННОСТЬ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Цель настоящей работы – получение зависимостей температур деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) двигателя А-41 Алтайского моторного завода от параметров переменной нагрузки, меняющейся по скачкообразному, синусоидальному и пилообразному законам.

Переменная нагрузка характеризовалась частотой (периодом) изменения и глубиной модуляции (степенью неравномерности) при исходных средних загрузках в 50, 75 и 100% номинального эффективного момента двигателя по регуляторной характеристике. Оценка изменения теплонапряженности деталей ЦПГ двигателя осуществлялась сравнительным анализом значений температур на неустановившихся и соответствующих им статических режимах. Продолжительность работы двигателя на заданных режимах (статических и неустановившихся) принималась кратной заданной частоте и составляла не менее 24 мин. Для статистической обработки результатов исследования температуры каждой точки измерялись на каждом режиме не менее пяти раз последовательно, после чего режим работы двигателя изменялся. Температура охлаждающей воды и масла на всех режимах поддерживалась постоянной: в пределах $92 - 97^{\circ}\text{C}$, а температура воздуха на входе в расходомер составляла $26 - 30^{\circ}\text{C}$.

Выполненные измерения позволили сделать анализ изменения температур деталей ЦПГ двигателя: а) по частотным характеристикам; б) по глубине модуляции переменной нагрузки $\delta_{M_{ср}}$.

В случае а) при средней загруженности двигателя 50 и 75% номинального момента температуры деталей ЦПГ двигателя на статических режимах и на неустановившихся практически совпадают. Наибольшие значения температур отмечены при частоте изменения нагрузки 0,2 Гц. Так, при $M_{ср} = 50\% M_{е.ном}$ температуры головки блока и поршня на 5°C выше на этой частоте по сравнению с температурой на статическом режиме, а температуры гильзы – на $2 - 3^{\circ}\text{C}$. При уменьшении и увеличении частоты измеренные температуры совпадают с температурами статического режима. Отклонение средней арифметической температуры сравниваемых режимов составляло не более $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

При $M_{ср} = 75\% M_{е.ном}$ температуры на всех частотах практически не отличались от температур статического режима, а

отклонение средней арифметической при частоте 0,2 Гц составило не более $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

При средней загрузке двигателя 100% номинального момента было отмечено некоторое уменьшение температур деталей ЦПГ двигателя на неустановившихся режимах в сравнении с температурой статического режима. По поршню и головке цилиндров это уменьшение составило в среднем $6 - 10^{\circ}\text{C}$, по гильзе $- 4 - 7^{\circ}\text{C}$. Это уменьшение наблюдалось в интервале частот от 0,05 до 0,2 Гц. Повышение частоты стабилизирует температуру деталей двигателя и при 0,8 Гц отклонение средней арифметической температуры неустановившегося и статического режимов не превышало $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Измерения на всех частотах показывают идентичность температур по всем трем законам изменения нагрузки.

Температуры выхлопных газов отдельных цилиндров (непосредственно возле выпускных клапанов) и суммарная температура газов в выхлопной трубе колеблются в соответствии с характером изменения нагрузки, правда, с некоторым сдвигом по фазе, что следует отнести на счет инерционности термпар. С увеличением частоты изменения нагрузки интервал колебаний уменьшается, и при 0,8 Гц температуры стабилизируются и не отличаются от значений соответствующего статического режима. Средние арифметические отклонения средних температур выхлопных газов от температур статических режимов по отдельным цилиндрам составляли не более $\pm 15^{\circ}\text{C}$, а суммарной — не более $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

В случае б) глубина модуляции переменной нагрузки при $M_{c\text{ ср}} = 50\% M_{e\text{ ном}}$ не влияет на температуру деталей ЦПГ двигателя. Отклонение средней арифметической температуры неустановившихся и статического режимов по всем деталям составляло не более $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

При средней загрузке $M_{c\text{ ср}} = 75\% M_{e\text{ ном}}$ с увеличением степени неравномерности средние температуры деталей несколько снижаются. При $\delta_{M_c} = 0,2$ температуры деталей ЦПГ двигателя совпадают со значениями на статическом режиме, а при $\delta_{M_c} = 0,6$ они снижаются: по головке цилиндров и поршню в среднем на $10 - 15^{\circ}\text{C}$; по гильзе цилиндра — на $3 - 6^{\circ}\text{C}$.

При средней загрузке $M_{c\text{ ср}} = 100\% M_{e\text{ ном}}$ глубокого анализа провести не удалось, так как исследовались только две степени неравномерности $\delta_{M_c} = 0,2$ и $0,3$. Но и на этих ре-

жимах заметно снижение средней температуры в сравнении со статическим режимом: по головке блока и поршню - на 8 - 15⁰С; по суммарной температуре выхлопных газов - на 15 - 25⁰С.

С увеличением степени неравномерности переменной нагрузки интервал колебаний температур выхлопных газов отдельных цилиндров и суммарной температуры увеличивается. Отклонение же средней арифметической средних температур по всем степеням неравномерности составляло не более $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Вышесказанное позволяет заключить, что при форсировании двигателей оценку теплового состояния их в условиях эксплуатации можно производить по результатам испытания двигателя на стенде на статических режимах нагружения и тем самым значительно сократить объем экспериментальных исследований при доводке двигателя.

УДК 621.431.73

Б.Е. Железко, канд.техн.наук,
Г.Н. Запекин

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В РАДИАТОРЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

В конструкторской практике вопросы охлаждения автотракторных двигателей еще недостаточно изучены. На ранней стадии проектирования автомобиля и двигателя одним из элементов, подлежащих первоочередной разработке, является радиатор. Величина и расположение радиатора, его конструктивное оформление во многом влияют на состояние теплового режима работы двигателя.

В общем случае исходными величинами для расчета радиатора являются: Q - тепловой поток через радиатор, равный количеству тепла, отводимого от двигателя охлаждающей средой; $t_{\text{в.вх}} = t_{\text{среды}}$ - температура входящего в радиатор охлаждающего воздуха, равная температуре окружающей среды; $t_{\text{ж.вх}}$ - температура входящей в радиатор жидкости (теплоносителя).

Исходя из тепловой напряженности деталей двигателя, оптимального использования активной поверхности радиатора и других факторов, задаются перепадом температур жидкости и воздуха в радиаторе: $\Delta t_{\text{ж}} = t_{\text{ж.вх}} - t_{\text{ж.вых}}$ и $\Delta t_{\text{в}} = t_{\text{в.вх}} - t_{\text{в.вых}}$.

На основании исходных и заданных величин расчет радиатора