

Борисюк М.Д., Анипко О.Б., Климов В.Ф.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Харьковское конструкторское бюро по машиностроению имени А.А.Морозова

Система охлаждения любой энергетической установки требует особого подхода, т.к. от того в какой мере она способна отвести тепло от двигателя зависит возможность эксплуатации в различных климатических условиях. Разработчик всегда стремится к тому, чтобы при незначительных габаритах и минимальных потерях мощности создать нормальные условия для движения без перегрева двигателя.

Украинские танки традиционно проектируются с эжекционной системой отвода тепла. В сравнении с вентиляторными системами эжекционные имеют преимущества, особенно для 2-х тактных двигателей с турбонаддувом. Использование эжекционных систем для 4-х тактных двигателей весьма проблематично. Именно поэтому основные танки западных стран имеют системы охлаждения вентиляторного типа.

Основное условие, которое ставится перед разработчиками системы охлаждения – полностью отвести тепло и рассеять его в атмосферу при определенных режимах работы двигателя.

Традиционно для всех украинских танков эта задача решалась для 100 % нагрузки двигателя при температуре окружающего воздуха равной 40 °С.

Конструкторы многих зарубежных танков, в т.ч. и танка "Леопард" различных модификаций при расчете системы охлаждения ограничивали уровень нагрузки двигателя до 80 % от $N_{e \max}$.

Отличительной особенностью силовых установок украинских танков является малый объем, что не дает возможности свободного выбора фронтальных размеров радиаторов системы охлаждения. Низкий силуэт всех танков украинской разработки определялся в первую очередь размерами двигателя и общей компоновкой силового отделения.

Многолетний опыт эксплуатации танков Т-64, Т-80УД, Т-84 позволил провести исследования для создания высокоэффективных систем охлаждения.

В данной статье проанализирована система охлаждения эжекционного типа танков Т-80УД и Т-84 и показаны пути выработки наиболее верных путей совершенствования эжекционных систем охлаждения для двигателей повышенной мощности.

Мерой теплопередачи служит количество тепла, перенесенного за определенный промежуток времени. В соответствии с законом термодинамики тепло переносится от более нагретого тела к менее нагретому и это приводит к тому, что энергия нагретого тепла постоянно убывает и увеличивается энергия менее нагретого.

Танк должен двигаться без ограничений по скоростному и нагрузочному режиму при температуре 55 °С. Это означает, что на любом режиме работы двигателя, от холостого хода до полной загрузки должен обеспечиваться теплоотвод который определяется характеристикой системы охлаждения.

Конечный результат отвода теплоты – установившаяся температура теплоносителя независимо от времени работы двигателя. Для танков Т-80УД и Т-84 максимально допустимой может быть температура охлаждающей жидкости 130 °С.

Система охлаждения танка Т-84 исследовалась путем моделирования проточной части эжектора с сохранением критерия Эйлера (геометрического подобия) и максимального приближения к условиям гидродинамического подобия. В дальнейшем, после выбора оптимального варианта, велись натурные испытания на стенде и реальном танке:

- выбор конструкции эжектора с целью достижения максимальной производительности;
- повышение теплоотдачи водяных радиаторов;
- снижения аэродинамического сопротивления эжектора и его проточной части;
- совершенствования выходных жалюзи.

В общем виде уравнение эжектора по основным критериям, определяющим расход воздуха через теплообменники

$$\overline{\Delta \dot{U}} = a + b \left(q / \sqrt{\Delta} \right)^2 - c \left(1 - q / \sqrt{\Delta} \right)^2,$$

где $\overline{\Delta \dot{U}}$ – коэффициент статического напора эжектора; a, b, c – коэффициент уравнения эжектора; q – коэффициент эжекции; Δ – температурный коэффициент

Для любого эжектора определяющим является масштаб эжектора ($m_{\dot{y}}$), который определяет способность создать через радиаторы системы охлаждения требуемый расход воздуха.

Величина масштаба определяется соотношением

$$m_{\dot{y}} = \frac{H_k \hat{A}_{\dot{y}}}{f_c},$$

где H_k – высота камеры смешения; $B_{\dot{y}}$ – ширина свободного проходного сечения камеры смешения; f_c – площадь соплового аппарата истечения газов.

Представленные в формуле эжектора коэффициенты a, b, c определяется по следующим зависимостям:

$$a = \frac{2}{m};$$

$$b = \frac{(1 - \xi_{\text{ао}})(m - 2)}{m(m - 1)^2},$$

где $\xi_{\text{ао}}$ – коэффициент сопротивления входа на участке камеры смешения;

$$\tilde{n} = \frac{(2 - \gamma_d) \hat{E}_3 + \xi_m}{m^2},$$

где K_3 – коэффициент неравномерности поля скоростей; ξ_m – коэффициент сопротивления выходного участка; γ_d – коэффициент восстановления статического давления в диффузоре.

Важным фактором в выборе геометрических размеров и характеристик эжектора является определение напора на срезе сопел эжектора, что определяется их диаметрами. С одной стороны величина напора ограничивается противодействием на выпуске двигателя и уровнем энергии выпускных газов после турбины. С другой стороны масштаб эжектора может быть напорным либо расходным. Именно комплекс этих параметров влияет на основной показатель – способность отвода тепла, выделяемого двигателем. И только в том случае когда количество тепла будет полностью рассеяно системой охлаждения, наступит тепловое равновесие, что обеспечит возможность движения любого объекта без ограничений по скоростному и нагрузочному режиму.

Какой системе охлаждения отдать предпочтение – вентиляторной или эжекционной, при форсировании мощности силовых установок, зависит от целого ряда факторов. Однако эжекционные системы имеют преимущества по энергетическим затратам и для двигателей с турбонаддувом целесообразно полностью использовать энергию выпускных газов.

Резервы повышения эффективности систем охлаждения следует искать в оптимизации характеристик эжектора применительно к конкретным режимам двигателя и полного отвода тепла в режиме полного его нагружения.

Борисюк М.Д., Аніпко О.Б., Клімов В.Ф.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНІВ ВІЙСЬКОВИХ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

Представлені варіанти систем охолодження військових гусеничних машин у разі підвищення потужності силових установок.