

УДК 629.114.2

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ВОЗДУШНОГО ТРАКТА ТРАКТОРА

В.Е. Тарасенко, к.т.н., доцент, А.И. Якубович, д.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Пространство перед радиаторами блока охлаждения и после него в пределах капота называют воздушным трактом [1]. Воздушный тракт определяет канал прохождения потока воздуха от лобовой поверхности капота при всасывании до выхода его из моторного отделения. Функциональное назначение воздушного тракта – обеспечивать направленное движение потока воздуха для отвода теплоты от радиатора охлаждения двигателя.

Основная часть

Рассмотрим воздушный тракт тракторов «БЕЛАРУС» (рисунок 1).

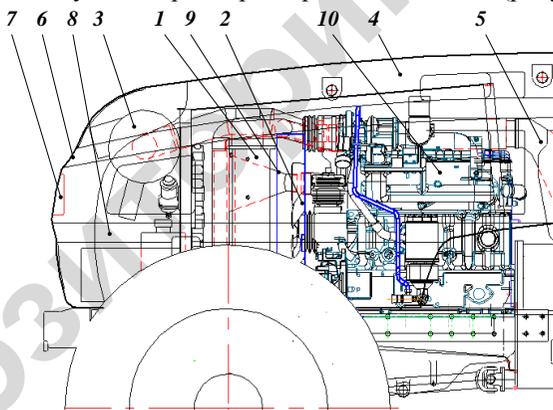


Рис. 1 – Воздушный тракт трактора «БЕЛАРУС»:

- 1 – радиатор; 2 – вентилятор; 3 – воздушный фильтр; 4 – капот; 5 – боковина капота;
6 – решетка лобовая; 7 – рамка с фарами; 8 – решетка боковая;
9 – кожух вентилятора; 10 – двигатель

Воздушный тракт тракторов включает узлы, создающие значительное сопротивление прохождению потока воздуха. К ним относятся радиаторы – водяной, масляный, кондиционера, наддувочного воздуха, а также решетка маски капота со встроенными фарами, защитное ограждение вентилятора, капот с боковинами. На отдельных тракторах перед радиаторами устанавли-

ваются воздухоочиститель, аккумуляторные батареи и исполнительный механизм ГОРУ и др. Из приведенного следует, что воздушный тракт тракторов «БЕЛАРУС» загружен как теплопередающими узлами, так и другими механизмами и деталями. Это определяет необходимость применения высокопроизводительного вентилятора. На современных тракторных дизелях с жидкостным охлаждением преимущественное распространение получили вентиляторы осевого типа [2].

Удельное количество отводимой системой охлаждения теплоты увеличивается. Этому способствует установка в воздушном тракте перед водяным радиатором других тепловыделяющих узлов. Так, масляные радиаторы двигателя, трансмиссии, гидросистемы в сумме выделяют до 4,5–7,0 кДж/с и более теплоты. Радиатор кондиционера добавляет 1,7–2,3 кДж/с теплоты.

Кроме отмеченных узлов в воздушном тракте устанавливаются узлы другого назначения, которые влияют на прохождение воздуха, поступающего к радиатору. К ним, как отмечалось ранее, следует отнести воздухоочиститель, гидроусилитель рулевого управления или исполнительный механизм гидрообъемного управления, аккумуляторные батареи, элементы электрооборудования.

Поступающее в поток воздуха в воздушном тракте количество теплоты можно оценить по перепаду температур теплоносителей устанавливаемых теплообменников. Так, перепад охлаждающей жидкости составляет 5–6°, смазочного масла двигателя – 14–15°, масла трансмиссии – 1–2°, охладителя кондиционера – 2–3°.

Оценка воздушного тракта проводится по аэродинамическим характеристикам, которые можно получить только по результатам экспериментальных исследований. Критерием оценки является коэффициент аэродинамического сопротивления равный:

$$\xi = \frac{\Delta P}{\frac{\rho_W \omega_W^2}{2}}, \quad (1)$$

где ΔP – перепад статического давления; ω_W – скорость воздуха; ρ_W – плотность воздуха.

Сопротивление воздушного тракта складывается из потерь входа и выхода, потерь каждого радиатора, установленного по ходу движения воздуха, а также местных потерь от установленных в воздушном тракте агрегатов, не относящихся к системе охлаждения. Напор или аэродинамическое сопротивление воздушного тракта определяется из уравнения (1)

$$\Delta P_{BT} = \sum_{i=1}^n \xi_i \frac{\rho_W \omega_W^2}{2}, \quad (2)$$

где ξ_i – коэффициент сопротивления i -ого элемента; $\bar{\omega}_W$ – средняя скорость перед фронтом радиатора $\left(\bar{\omega}_W = G_W / F_{\Phi P} \right)$. Коэффициент сопротивления

зависит от множества параметров, учесть которые даже теоретически не представляется возможным. Отметим некоторые из них: сопротивление на входе воздуха через лобовую сетку, сопротивление всех агрегатов перед водяным радиатором, глубина, тип охлаждающей поверхности, геометрические параметры трубок, расположение трубок и другие параметры радиатора, параметры установки вентилятора, внешнее строение двигателя, капот и др.

Формулу (2) запишем в виде

$$\Delta P_{BT} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \xi_i \frac{\rho_W}{F_{\Phi P}^2} G_W^2. \quad (3)$$

В формуле произведение параметров $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \xi_i \frac{\rho_W}{F_{\Phi P}^2}$ для каждой конкретной конструкции воздушного тракта есть величина постоянная, обозначим ее через A , тогда формулу (3) запишем в виде:

$$\Delta P_{BT} = A \cdot G_W^z, \quad (4)$$

где z – степень параметра G , значение которого зависит от конкретной комплектации воздушного тракта.

В ходе исследования по определению сопротивления воздушного тракта трактора «БЕЛАРУС-80.1» на стенде аэродинамических исследований сопротивление тракта определялось в функции расхода воздуха, которое изменялось в пределах от 0,4 до 1,98 м³/с. Сопротивление воздушного тракта до вентилятора определялось как разность между статическим давлением перед лобовой сеткой в камере всасывания и за радиатором. В воздушном тракте были установлены последовательно за лобовой сеткой капота гидроусилитель рулевого управления, масляный трубчатый радиатор, шторка, водяной радиатор. Исследованиями получены функциональные зависимости сопротивления от расхода воздуха, проведено согласование характеристик воздушного тракта и вентилятора. Сопротивление воздушного тракта трактора «БЕЛАРУС-80.1» по результатам исследований записывается уравнением

$$\Delta P_{BT} = 220,6 G_W^{1,76}, \text{ Па.}$$

При установке двигателя сопротивление воздушного тракта равно:

$$\Delta P_{BT} = 309 G_W^{1,78}, \text{ Па.}$$

Сопротивление воздушного тракта при расходе воздуха 1,26 м³/с при установке двигателя увеличивается на 30,5 %. При согласовании аэродинамических характеристик воздушного тракта с характеристиками вентилятора сопротивление тракта повышается на 23,4 %, расход воздуха снижается на 7,35 %.

Статическое давление воздуха на входе в воздушный тракт описывается в общем виде уравнением (4), для трактора «БЕЛАРУС-80.1» это уравнение имеет вид:

$$\Delta P_{BT}^* = 131 \cdot G_W^{1,78}.$$

Статическое давление на входе в воздушный тракт при расходе воздуха 1,95 м³/с составляет $\Delta P_{AO}^* = 74$ Па. Сопротивление движению воздуха при полной комплектации воздушного тракта трактора «БЕЛАРУС-80.1» описывается уравнением:

$$\Delta P_{BT} = 130 \cdot G_W^{1,5}.$$

Установлено, что сопротивление не теплоотводящих узлов составляет до 48,6 %.

Коэффициент аэродинамического сопротивления рассчитывался по формуле (1) по результатам экспериментального определения давления в воздушном тракте в функции от скорости воздуха (рисунок 2).

Характер изменения графиков зависимости близкий к прямолинейному, с увеличением расхода воздуха значения коэффициентов уменьшается. Наибольшее влияние на значения коэффициента оказывают передняя сетка капота, радиаторы водяной, масляный и кондиционера (таблица 1). При подстановке в формулу (1) значения аэродинамического сопротивления коэффициент аэродинамического сопротивления для моторных установок трактора «БЕЛАРУС-80.1» будет определяться по формуле:

$$\xi = 260 \frac{F_{\Phi P}^2}{\rho_W} G_W^{0,5}.$$

**Секция 1: Проектирование и использование
автотракторной техники в сельском хозяйстве**

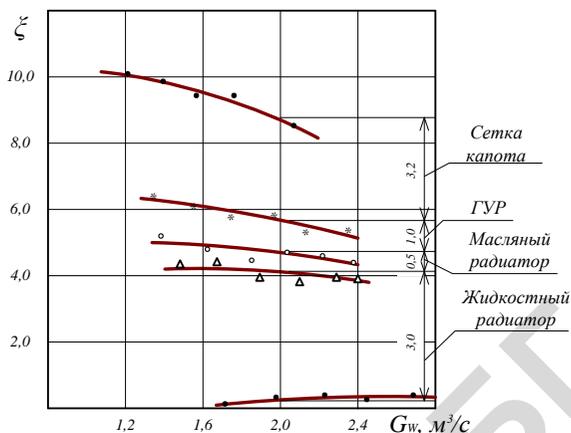


Рис. 2 – Коэффициенты аэродинамического сопротивления агрегатов воздушного тракта трактора «БЕЛАРУС-80.1»

Таблица 1 – Коэффициенты аэродинамического сопротивления агрегатов и узлов воздушного тракта тракторов «БЕЛАРУС»

Наименование агрегата, узла	Коэффициент аэродинамического сопротивления
Радиатор водяной трубчато-пластинчатый, шаг охлаждающих пластин	3,0–4,0
Радиатор масляный, трубки плоскоовальные, шаг трубок 11 мм	1,2–1,5
Радиатор кондиционера, ленточный, шаг охлаждающих лент 2 мм	0,6–1,2
Воздухоочиститель цилиндрический, диаметр 220 мм	0,35–0,5
Гидроусилитель рулевого управления	1,0–1,2
Исполнительный механизм гидрообъемного рулевого управления	0,35–0,5
Бачок масляный цилиндрический, диаметр 150 мм	0,17–0,2
Сетка капота 1а-50	2,2–3,2

Литература

1. Якубович, А.И. Аэродинамика потока воздуха в воздушном тракте трактора / А.И. Якубович, В.Е. Тарасенко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого. – 2007. – № 1 (28). – С. 38–42.
2. Якубович, А.И. Энергозатраты на привод вентиляторов тракторов «БЕЛАРУС» / А.И. Якубович, В.Е. Тарасенко // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого. – 2007. – № 1 (28). – С. 85–92.