ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТОПЛИВА В ТОПЛИВНЫХ БАКАХ ВОЕННОЙ, МОБИЛЬНОЙ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Министерство обороны Республики Узбекистан университет военной безопасности и обороны, кафедра материального обеспечения, Мамарахимов Хамза Мамаджанович к.т.н., доцент

Введение

Эксплуатационная надежность двигателей внутреннего сгорания военной, мобильной и энергетической техники во многом определяется чистотой применяемого топлива. Наличие твердых частиц и свободной воды вызывает интенсивный износ элементов топливной аппаратуры, ухудшение смесеобразования и снижение ресурса техники [1,2].

При аналитических исследованиях часто принимается допущение о равномерном распределении загрязнений по объему топлива. Однако в реальных условиях концентрация загрязнений и свободной воды возрастает по мере приближения к дну топливного бака [3]. Это требует разработки конструктивных решений, обеспечивающих забор топлива из наименее загрязненных слоев.

Теоретическое обоснование процесса осаждения загрязнений. Вертикальное перемещение частицы загрязнения за время $d\tau$ определяется выражением:

$$dh = V * d\tau\ , \quad (1)$$

где $V = V_{\text{ос}} + V_r$ — суммарная вертикальная скорость;

$V_{\text{ос}}$— скорость осаждения частицы;

V_r — скорость снижения уровня топлива.

Скорость осаждения при ламинарном режиме движения может быть определена по формуле Стокса [4]:

$$V_{\text{ос}} = \frac{g*d_r^2}{18\mu_r} \quad (2)$$

С учетом постоянства параметров среды:

$$V_{\text{ос}} = \text{К}\, d_{\text{ч}}^2 \quad (3)$$

где $\text{К} = \frac{g}{18\mu_{\text{г}}}(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{г}})$

Скорость снижения уровня топлива:

$$V_r = \frac{\text{g}}{\rho_r * F_{\text{б}}} \quad (4)$$

где g – расход горючего, *кг/с;*

$F_{\text{б}}$ – площадь горизонтального сечения топливного бака, *м*^{2}.

Тогда выражение (1) можно написать в виде:

Интегрирование уравнения движения приводит к зависимости:

$$\int_0^{\text{Ннач}-\text{Н}} dh = \int_0^{\tau} \left(\text{К}d_{\text{ч}}^2 + \frac{\text{g}}{\rho_r * F_{\text{б}}}\right) * d\tau$$

$$Н_{нач} - Н = К d_ч^2 * \tau + \frac{1}{\rho_r * F_б} \int_0^\tau g * d\tau \quad (5)$$

где $Н_{нач}$ - первоначальное расстояние от частицы загрязнений до дна топливного бака, *м;*

Н - текущее расстояние от частицы загрязнений до дна топливного бака в момент *τ, м*.

Аналогичные зависимости получены для микрокапель воды с учетом межфазного взаимодействия [5].

Обоснование конструкции плавающего приемника. Анализ выражения (5) показывает, что при верхнем отборе топлива в систему питания поступают преимущественно мелкие частицы. Для реализации данного принципа предлагается плавающий приемник, соединенный с поплавком.

Для повышения эффективности очистки целесообразно применение динамического тарельчатого отстойника. Условие осаждения частиц между коническими тарелками определяется временем пребывания топлива:

$$\tau \geq h_t \, d \, / \, V_{ос}. \quad (6)$$

Пропускная способность устройства:

$$Q = (\pi \, L \, (r_н - r_{вн}) \, n \, V_{ос}) / \sin\alpha \quad (7)$$

Расчет плавучести осуществляется из условия:

$$\rho_г \, g \, (V_п - V_к) \geq g \, m_к \quad (8)$$

Применение критериальных зависимостей Рейнольдса и Архимеда позволяет повысить точность расчетов при малых зазорах между тарелками [4,6].

Рациональное размещение заливного патрубка. Подача топлива в нижнюю часть бака способствует локализации загрязнений в придонной зоне. Процесс распределения частиц может быть описан методом анализа размерностей с учетом критериев подобия:

$$R_{ем} = R_{ен,} \quad (9)$$

$$V/V_{ос} = i_{dem} \quad (10)$$

Моделирование позволяет определить максимальное расстояние удаления частиц от оси заливной трубы и оптимизировать ее расположение [7].

Очистка воздуха, поступающего в бак. При опорожнении бака внутрь поступает запыленный воздух, являющийся дополнительным источником загрязнений. Предлагается установка дополнительного сетчатого фильтра.

Фракционный коэффициент проскока определяется числом Стокса:

$$St = \frac{C \, \rho ч \, d^2 V в}{18 \, \mu в \, D п} \quad (11)$$

Рабочая поверхность фильтра:

$$S ф = Q в \, / \, V ф \quad (12)$$

Наиболее эффективно удаление частиц осуществляется за счет инерционного осаждения [8].

Выводы:

1. Установлено, что концентрация загрязнений и микрокапель воды в топливном баке возрастает по мере приближения к его дну.
2. Разработана математическая модель осаждения частиц при переменном уровне топлива.
3. Обоснована эффективность верхнего отбора топлива с использованием плавающего приемника.
4. Предложена конструкция динамического тарельчатого отстойника, обеспечивающего дополнительную очистку топлива.
5. Доказана целесообразность применения дополнительного воздушного фильтра для предотвращения вторичного загрязнения топлива.

Реализация предложенных технических решений позволяет повысить ресурс топливной аппаратуры и надежность эксплуатации военной и мобильной техники.

Список литературы

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. — М.: Химия, 1983.
2. Крагельский И.В. Основы расчета на трение и износ. — М.: Машиностроение, 1977.
3. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. — М.: Машиностроение, 1982.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. — М.: Наука, 1987.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. — М.: Наука, 1986.
6. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. — М.: Атомиздат, 1979.
7. Седов Л.И. Механика сплошной среды. — М.: Наука, 1983.
8. Иоффе И.С. Фильтрация аэрозолей. — М.: Энергоатомиздат, 1983.

Контактные данные автора:
Тел.: 12-74 (внутренний); +998 71 289-97-39; +998 90 944-49-47
E-mail: Khamza.mamarakhimov.66@mail.ru