

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 621.867.019.3

М.П. Латышенко, С.В.Герасименко

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОТРАБОТАННОГО МАСЛА И ЖИДКОЙ СРЕДЫ

Загрязнения, вызванные выбросом отработанного масла из автомобилей, являются опасным с точки зрения экологии и в то же время малоизученным явлением, что не позволяет разработать качественные методы борьбы с ним.

Для создания адекватной методики определения загрязнений от отработанного масла необходимо изучить механизмы загрязнений в различных природных и климатических условиях. Одним из наиболее часто встречающихся условий являются те, при которых загрязняющий фактор (в нашем случае это отработанное масло) взаимодействует со слоем жидкости.

При помощи лабораторной установки ПК-1 были проведены испытания с падающей в жидкость и на сухую поверхность каплей отработанного масла. Варьировались высота падения, типы масел. Результаты в случае с сухой ровной поверхностью для различных высот падения и видов масел при равном количестве капель отличались незначительно (рис. 1), что позволяет нам рассматривать в расчётах общий случай без учёта свойств масел, приняв среднюю высоту падения.

В ходе испытаний было замечено, что падающая в воду капля масла либо остаётся на поверхности воды, постепенно растекаясь (рис. 2, в), либо проходит сквозь слой жидкости и прилипает к твёрдой поверхности (рис. 2, г). В первом случае при стечении воды масло будет утекать вместе с водой. Во втором капля будет вести себя так же, как и при падении на сухую поверхность. Очевидно, что различия в поведении капли обусловлены неравными толщинами слоя жидкости – H . Необходимо определить критическое значение – H_{max} , максимальная глубина, которую капля может пройти насеквоздь, оставшись под водой.

Рассмотрим действующие в данной системе силы (рис. 2). Падающая капля обладает потенциальной энергией E_k (рис. 2, а) равной

$$E_k = m_k g h \text{, Дж} \quad (1)$$

где h – высота падения капли, ($h=0.36$), м

$g \sim 9.81$ – ускорение свободного падения, m/c^2

m_k – масса капли

$$m_k = \rho_k V_k \text{, кг}$$

где ρ_k – плотность масла, kg/m^3 ;

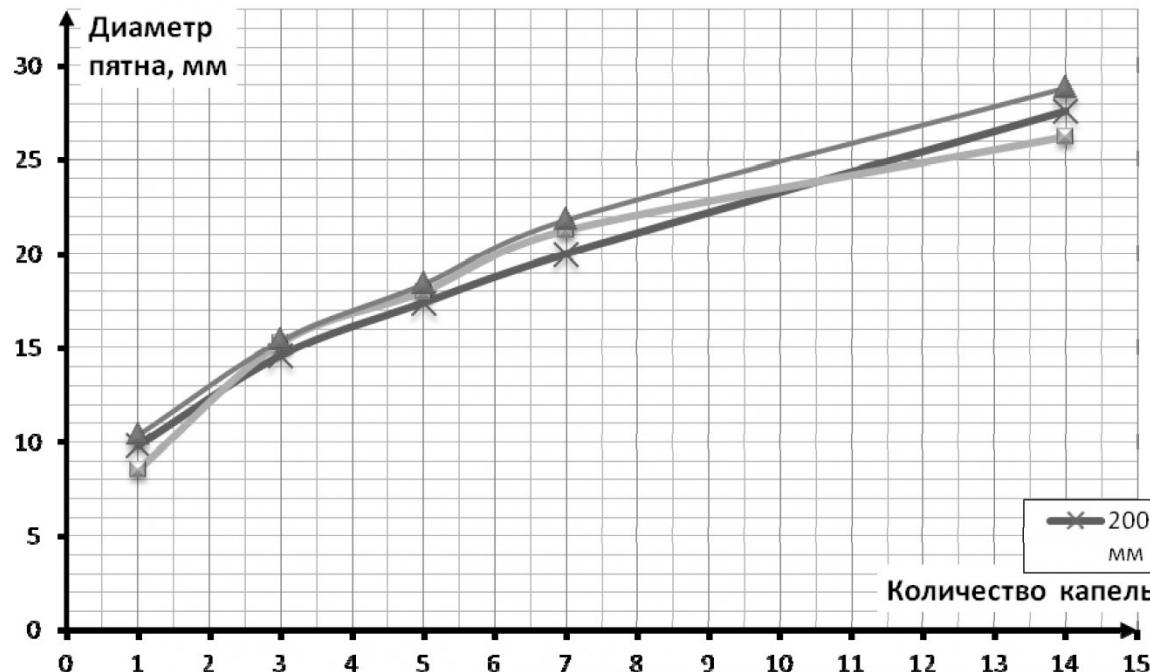


Рис. 1. Зависимость диаметра пятна от количества капель

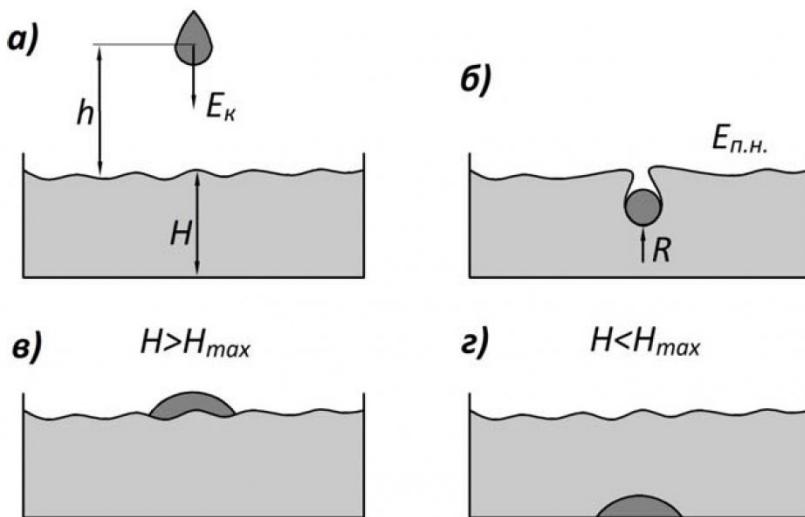


Рис. 2. Взаимодействие капли масла и слоя воды

v_k – объём капли, м³.

Рассчитывая объём капли, как объём шара радиусом r (при $r = 5 \cdot 10^{-2}$) получим $v_k = 4\pi r^3/3 = 5.24 \cdot 10^{-7}$ м³. Тогда $m_k = 5.13 \cdot 10^{-4}$ кг и $E_k = 1.766 \cdot 10^{-2}$ Дж будет равна:

Вода имеет энергию поверхностного натяжения:

$$E_{n.n.} = \sigma \cdot S_n, \text{ Дж} \quad (2)$$

где $\sigma = 0.07286$ Н/м – поверхностное натяжение воды, S_n – площадь поверхности воды, м²

Для поверхности, ограниченной окружностью диаметром $d = 0.15$ м,

$$S_n = \pi d^2/4 = 0.02 \text{ м}^2$$

$$E_{n.n.} = 1.29 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$$

Кроме того, движению капли будет препятствовать сила сопротивления воды движению R (рис. 2, б), равная

$$R = C \cdot \frac{\rho v^2}{2} S_k, \text{ н} \quad (3)$$

где C – безразмерный коэффициент,

ρ – плотность воды (1000 кг/м³),

v – скорость капли в момент удара, м/с

S_k – площадь максимального сечения капли, м²

Считая сечение капли круглым, силу R можно определить как:

$$R = 0.4 \cdot \frac{1000 \cdot 2.66^2}{2} 7.85 \cdot 10^{-5} = 0.11 \text{ н}$$

Чтобы пройти слой жидкости, потенциальная энергия падающей капли E_k должна превысить энергию поверхностного натяжения воды $E_{n.n.}$ и силу сопротивления воды движению R на глубину H , то есть

$$E_k - E_{n.n.} = R \cdot H, \text{ Дж} \quad (4)$$

Тогда максимальная толщина слоя, который капля сможет пройти насекомый, определяется как:

$$H_{max} = (E_k - E_{n.n.})/R, \text{ мм} \quad (5)$$

Таким образом, нами разработан механизм взаимодействия капли отработанного масла и слоя воды. При этом получена критическая глубина $H_{max} = 4.7$ мм (при наших условиях). Если толщина слоя воды будет превышать H_{max} , капля масла будет оставаться на поверхности воды, со временем растекаясь. Если же слой воды окажется меньше критического значения, энергии капли будет достаточно и она, пройдя воду, «прилипнет» к поверхности дна.

Применение описанного механизма позволит более точно прогнозировать поведение отработанного масла в различных климатических условиях с точки зрения загрязнения окружающей среды и разработать рекомендации по повышению эксплуатационных свойств смазочных механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Гегузин, Я. Е. Капля.– М.: Наука, 1973. – с.

□ Авторы статьи:

Латышенко

Михаил Павлович,
канд. техн. наук, доцент каф. при-
кладной механики КузГТУ.

Тел. +7-905-915-7152

Герасименко

Сергей Владимирович,
канд. техн. наук, доцент каф. при-
кладной механики КузГТУ.

Тел. +7-905-900-4818