

Дизель СМД-14 на бензодизельном процессе позволяет увеличивать подачу бензина (до 3,4 кг/ч) до значений эффективной мощности с 75 до 90 л. с., при расходе дизельного топлива 14,4 кг/ч (при дизельном процессе - 14,8 кг/ч) [4].

Анализ показал, что подача бензина на впуске в дизель улучшает протекание процессов низкотемпературного многостадийного самовоспламенения топлива и благодаря этому способствует лучшей работе двигателя – снижению жесткости, уменьшению запаздывания самовоспламенения, повышению эффективной мощности и индикаторного коэффициента полезного действия и т.д.

Все это говорит о том, что изучение бензодизельного процесса представляет несомненный интерес для теории двигателей внутреннего сгорания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов Н.Н. О цепных реакциях и теории горения. - М.: Знание, 1957.
2. Семенов Н.Н. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. - М.: АН СССР, 1958.
3. Сомов В.А., Боткин П.П. Топливо для транспортных дизелей. - Л., 1963.
4. Сахаров А.Г. Доклады МИИСП, 1965-Т. II. Вып. 2.

К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛИ ИЗНОСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ

Ю.В. Чигарев, д-р физ-мат. наук, профессор;

П. Костенский, А.С. Коротченко, ассистент

Щетинская сельскохозяйственная академия, УО «БГАУ»

(г. Щецин, Республика Польша, г. Минск, Республика Беларусь)

On the basis of the accepted geometrical model of a particle of abrasive wear process researches by definition of its kinematic characteristics are carried out. It is given a reological model of soil as three-phase environment and a model of agricultural elements. Process of stage-by-stage introduction of a particle in a surface of a body is considered.

Под резанием почвы обычно понимают процесс отделения от почвенного массива стружки в виде комков или слоев телами клинообразной формы. Такими телами могут быть сельскохозяйственные орудия или их элементы. Износ данных тел будет обуславливаться физическими и геометрическими свойствами самого тела и почвы. Исследованиям по износу контактирующих поверхностей сельскохозяйственных элементов посвящено большое число работ [1 — 10]. Однако данная проблема остается актуальной и сегодня. Ее решение во многом зависит от модели взаимодействия, которая достоверно описывала бы процесс износа.

В данной работе на основе принятой геометрической модели частицы [10] абразивного изнашивания проводятся некоторые исследования по определению ее кинематических характеристик.

Как известно, почва состоит из трех фаз – газообразной, жидкой и твердой. Реологическая модель данной среды представлена на рис. 1.

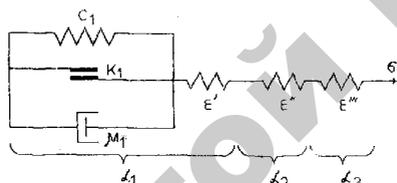


Рис. 1. Реологическая модель почвы

Полная деформация в единичном объеме будет

$$\varepsilon = \alpha_1 \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \alpha_2 + \varepsilon_3 \alpha_3, \quad (1)$$

где α_i и ε_i – концентрации и относительные деформации газообразной, жидкой и твердой фаз соответственно.

Так как давление сельскохозяйственных орудий и машин на почву меньше 10 атм., то можно считать, что деформирование почвы будет происходить только за счет переуплотнения жидких и твердых частиц, т.е. за счет изменения порового пространства.

В износе тел, взаимодействующих с почвой, основную роль играют частицы твердой фазы почвы, твердость которых намного выше твердости трущихся поверхностей сельскохозяйственных элементов. Поэтому можно считать, что в процессе взаимодействия твердые частицы не деформируются и не разрушаются. Далее ин-

индексом 1 обозначаем параметры, которые относятся к почве, а индексом 2 – к телу.

Реологическую модель сельскохозяйственных элементов можно рассматривать без упругения $C_1 = 0$ и с упругением $C_1 \neq 0$ (рис. 2).

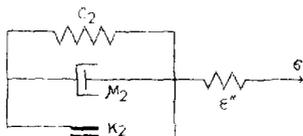


Рис. 2. Реологическая модель сельскохозяйственного элемента

Уравнение состояния данного тела представим в виде

$$\varepsilon = \sigma \left(\frac{1}{C_2} + \frac{1}{G_2} \right) - \frac{1}{C_2} (k_2 + \mu_2 \dot{\varepsilon}). \quad (2)$$

Уравнение состояния почвы будет

$$\varepsilon = \sigma \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{G'} + \frac{1}{G''} + \frac{1}{G''' } \right) - \frac{1}{C_1} (k_1 + \mu_1 \dot{\varepsilon}), \quad (3)$$

где σ – напряжение; ε – деформация; G' , G'' , G''' – модули упругости газообразной, жидкой и твердой фаз соответственно; C_1 – параметр упругости почвы; G_2 – модуль упругости тела; k_1 , k_2 , μ_1 , μ_2 – коэффициенты пластичности и вязкости почвы и тела. Точка над буквой означает производную по времени.

В случае деформирования почвы сельскохозяйственными деформаторами твердую и жидкую фазы можно считать несжимаемыми и уравнение (3) упрощается и имеет вид, аналогичный уравнению (2)

$$\varepsilon = \sigma \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{G'} \right) - \frac{1}{C_1} (k_1 + \mu_1 \dot{\varepsilon}), \quad (4)$$

или

$$\sigma \left(1 + \frac{C_1}{G'} \right) - \varepsilon \cdot c_1 - \mu_1 \dot{\varepsilon} = k. \quad (5)$$

Рассмотренные модели тела и почвы описывают упруговязкопластичный характер деформирования, которым обладает большинство материалов. Как отмечалось выше, основную роль в износе поверхности тела играют твердые частицы почвы. Твердые частицы почвы имеют разную конфигурацию, однако в среднем их можно считать округлой формы и описывать поверхностями второ-

го порядка типа поверхности овалоида Кассини рис. 3. Та часть частицы, поверхность которой образуется радиусом ρ , называется выступом, а радиусом R – объемной частью [10]. Объем такой фигуры можно вычислить по формуле

$$V = \frac{\pi}{3} \left[4R^3 + \frac{\rho^2}{R^3} (R^2 + R\rho + \rho^2) (3R^2 + 2\rho^2 - 2R\rho) \right]. \quad (6)$$

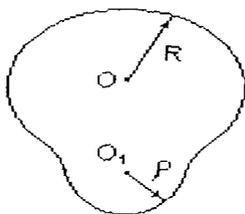


Рис. 3. Форма частицы почвы

При резании почвы клинообразными телами или им подобными, такие частицы попадают в зазор между поверхностями движущегося тела и поверхностью отрезного слоя почвы. В зависимости от свойств и структуры почвы поверхность отрезного слоя может иметь различную твердость и плотность.

В случае, когда твердость поверхности почвы меньше твердости материала движущегося тела ($k_2 > k_1$), при контактном заклинивании частицы между поверхностями, частица будет внедряться в поверхность почвы и износа поверхности тела не будет. Когда твердость поверхности почвы выше твердости материала тела ($k_2 < k_1$), частица, находясь в зазоре, будет внедряться в поверхность тела, оставляя на ней след в виде царапины (канавки). В случае равенства ($k_2 = k_1$) при заклинивании частицы между поверхностями износ поверхности тела будет зависеть от коэффициентов трения поверхностей тела и почвы. Если коэффициент трения частицы о почву выше коэффициента трения частицы о тело ($f_1 > f_2$), то износ поверхности тела возможен. Если же $f_1 < f_2$, то частица закрепляется на поверхности тела и скользит по поверхности отрезанного слоя почвы.

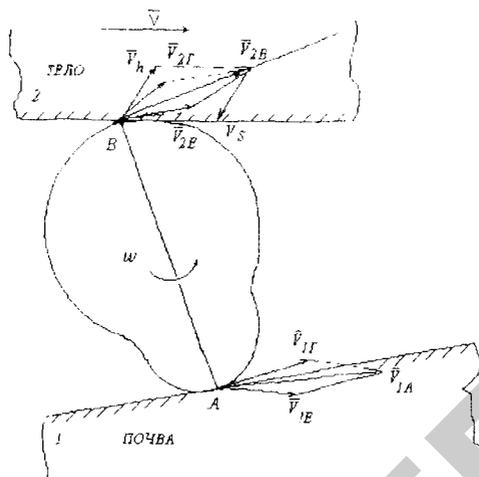


Рис. 4. Взаимодействие частицы с поверхностью почвы и тела

Рассмотрим процесс поэтапного внедрения частицы в поверхность тела. Если жесткость поверхности почвы меньше жесткости тела ($k_1 < k_2$), распределение скоростей точки контакта частицы с телом будет таким, как показано на рис. 4.

Абсолютная скорость в данный момент будет направлена в сторону почвы

$$\vec{V}_{1a} = \vec{V}_{1Г} + \vec{V}_{1Е}, \quad (7)$$

где $\vec{V}_{1Г}$ — скорость точки А во вращательном движении вокруг точки В; $\vec{V}_{1Е}$ — скорость, равная скорости поступательного движения.

Скорость $\vec{V}_{1Г}$ можно определить

$$\vec{V}_{1Г} = \omega \text{ AB}, \quad (8)$$

где ω — угловая скорость; АВ — размер частицы почвы между точками контакта. Если ввести безразмерный параметр $\psi = \rho/R$, максимальный размер частицы будет

$$l_{\text{max}} = 2R(1 + \psi). \quad (9)$$

Следовательно, возможная максимальная относительная скорость при $\omega = \text{const}$ будет

$$V_{1\Gamma\max} = \ell_{\max} \cdot \omega = 2R(1 + \psi)\omega. \quad (10)$$

Максимальная скорость внедрения точки А частицы в почву будет

$$V_{1A\max} = \sqrt{V_k^2 + V_{1\Gamma\max}^2 + 2V_k V_{1\Gamma\max} \cos \alpha}. \quad (11)$$

Из формулы (8) следует, что для заклинивания частицы максимальная толщина должна быть меньше l_{\max} .

Рассмотрим случай, когда твердость почвы выше твердости частицы. В этом случае частица будет внедряться в поверхность тела, повреждая ее.

Распределение скоростей точки В поверхности частицы в случае, когда точка А неподвижна или движется равномерно и прямолинейно, будет

$$V_{2B} = V_{2\Gamma} + V_{2E}, \quad (12)$$

модуль скорости

$$V_{2B} = \sqrt{V_{2E}^2 + V_{2\Gamma}^2 + 2V_{2E}V_{2\Gamma} \cos \beta}. \quad (13)$$

Скорость $V_{2E} = V$; скорость $V_{2\Gamma} = AB\omega$. При постоянной угловой скорости ω , максимальная относительная скорость будет

$$V_{2\Gamma\max} = 2\ell_{\max} \cdot \omega. \quad (14)$$

Абсолютная скорость точки в этом случае будет

$$V_{2B\max} = \sqrt{V^2 + 4\ell_{\max}^2 \omega^2 + 4V\ell_{\max} \omega \cdot \cos \beta}. \quad (15)$$

Разложим V_{2B} на две составляющие, одна из которых будет перпендикулярна поверхности тела V_h , а другая – параллельна образующей поверхности тела V_s . Тогда можно считать, что V_h будет скоростью изнашивания слоя h тела, а V_s – скоростью скольжения частицы вдоль тела (см. рис. 4).

Если угол между V_{2B} и V_s обозначим через γ , то можно считать, что

$$V_h = \frac{dh}{dt} = V_{2B} \cdot \sin \gamma. \quad (16)$$

В случае, когда $V_{2B} = \text{const}$ и $\gamma = \text{const}$, получим выражение для толщины изнашиваемого слоя

$$H = V_{2B} t \sin \gamma. \quad (17)$$

Используя [4, 6], можно получить формулу для определения времени в случае износа половины массы толщины тела

$$t^* = \frac{\mu_2 \ln 2}{k_2}. \quad (18)$$

Из (16) и (17) получим

$$h = \frac{\mu_2}{k_2} V_{2B} \ln 2 \cdot \sin \gamma. \quad (19)$$

Таким образом, толщина изношенного слоя зависит от вязкости, пластичности тела, значения абсолютной скорости внедрения частицы V_{2B} и геометрии тела (угла γ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Износ деталей сельскохозяйственных машин / Под ред. М.М. Севернева. - М.: Колос, 1972.
2. Кашеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел. - М.: Наука, 1970.
3. Колелов В.Г. О повышении долговечности деталей изнашивающихся при трении о грунт и о рациональном выборе сплавов о их наплавке // Машиностроение. - 1961. - № 9.
4. Крагельский И.В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968.
5. Лореиц В.Ф. Износ деталей сельскохозяйственных машин. - М.: Машгиз, 1948.
6. Михин Н.М. Внешнее трение твердых тел. - М.: Наука, 1977.
7. Волков П.М., Таненбаум М.М. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин на прочность и надежность. - М.: Машиностроение, 1977.
8. Влияние геометрии абразивного зерна на интенсивность изнашивания металлов: Тр. ТПИ. Сер. А. 1964 №237.
9. Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 1970.
10. Икрамов У.А. Расчетные методы оценки абразивного износа. - М.: Машиностроение, 1987.