

очистки дизельного топлива проведен структурно-функциональный анализ процесса. Основной проблемой является перепад давления - 0,126-0,128 МПа, приводящий к нестабильной работе установки и снижению качества гидроочищенного компонента дизельного топлива.

На основании проведенного патентно-информационного поиска, предлагается заменить дорогостоящую зарубежную каталитическую систему «Ахепс» на алюмокобальтмолибденовый катализатор ИК-ГО-1 и катализатор защитного слоя ТНК-2103 производства ЗАО «Промышленные катализаторы». Данная сис-

тема успешно эксплуатируется на «Саратовском НПЗ» с октября 2007 года [1].

Предлагаемое техническое решение позволит уменьшить перепад давления в реакторе и получить дизельное топливо с содержанием серы 10 ppm.

Список литературы

1. Климов О.В., Пашигрева А.В., Бухтиярова Г.А. и др. Опыт наработки и промышленной эксплуатации катализатора глубокой гидроочистки дизельных топлив ИК-ГО-1 // Матер. 8 Межд. форума ТЭК. С.-Петербурга 8-10 апр. 2008г. – СПб. 2008. – с.247-277.

Физико-математические науки

СКОЛЬЖЕНИЕ ТЕЛА ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

Е.М. Иванов

*Дмитровградский институт
технологии, управления и дизайна
Дмитровград, Ульяновская область,
Россия*

При рассмотрении процессов падения тела или скольжения тела без трения вниз по наклонной плоскости используется закон сохранения механической энергии в виде:

$$mgh = mV_k^2 / 2, \text{ где } h - \text{ первоначальная}$$

высота тела над поверхностью Земли, V_k - конечная скорость. Обозначим длину наклонной плоскости S , а угол её наклона к горизонту - α , тогда $h = S \cdot \sin \alpha$. В соответствии с законом сохранения энергии, конечная скорость будет одна и та же: и в случае вертикального падения, и в случае скольжения по на-

клонной плоскости: $V_k = \sqrt{2gh}$ и т.д. Говорят, что сила тяжести во всех случаях совершила одну и ту же работу mgh . Представим себе, что угол α очень мал. Тогда тело окажется на значительном удалении от места вертикального падения. При этом оно будет обладать точно такой же кинетической энергией, как и при вертикальном падении. При скольжении по наклонной плоскости тело не только спускается к Земле, но и совершается работа перемещения на значительное расстояние. Работа при скольжении должна быть больше работы при вертикальном падении.

При движении тела без трения по наклонной плоскости сила тяжести $P = mg$ может быть разложена на две составляющие: скатывающую силу $F_\alpha = mg \sin \alpha$ и нормальную реакцию опоры $N = mg \cos \alpha$. Квадрат

времени скольжения по наклонной плоскости Работа скатывающей силы

равен $t_k^2 = 2S/a = 2h/g\sin^2\alpha$.

$$A_a = F_a S = mgS \sin \alpha = mgh \quad (1)$$

Её можно выразить через импульс скатывающей силы $I_a = F_a t_k$

$$A_a = F_a \cdot \frac{at_k^2}{2} = \frac{F_a^2 t_k^2}{2m} = \frac{I_a^2}{2m} \quad (1a)$$

Работу нормальной силы запишем через импульс силы $I_N = N t_k$

$$A_{N=} = \frac{I_N^2}{2m} = \frac{N^2 t_k^2}{2m} = mgh \cdot \text{ctg}^2 \alpha \quad (2)$$

Т.к. силы F_a и N ортогональны, то работы этих сил аддитивны. Тогда суммарную работу этих сил можно найти арифметическим сложением

$$A_{\Sigma} = A_a + A_N = mgh(1 + \text{ctg}^2 \alpha) = \frac{mgh}{\sin^2 \alpha} \quad (3)$$

Из (3) как частный случай получается работа силы тяжести при вертикальном падении ($\alpha = 90^\circ$): $A_{\Sigma} = mgh$. При угле $\alpha = 10^\circ$ работа силы тяжести $A_{\Sigma} \cong 33mgh$.

Если наклонная плоскость шероховата, то движение происходит с некоторым коэффици-

ентом трения μ . Будем рассматривать случай самопроизвольного скольжения тела ($\mu < \text{tg} \alpha$). В этом случае равноускоренное скольжение вниз будет происходить под действием силы $F_{\alpha} = mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$.
Время скольжения.

$$t_k^2 = \frac{2S}{a} = \frac{2h}{a \sin \alpha} = \frac{2h}{g \sin^2 \alpha (1 - \mu / \text{tg} \alpha)} \quad (4)$$

Скорость в конце наклонной плоскости

$$V_k^2 = 2gh(1 - \mu / \text{tg} \alpha) \quad (5)$$

Работа, совершаемая силой тяжести, при скольжении с трением по наклонной поверхности.

$$A_{\Sigma}^T = \frac{m^2 g^2 t_k^2}{2m} = \frac{mgh}{\sin^2 \alpha (1 - \mu / \text{tg} \alpha)} \quad (6)$$

При коэффициенте трения $\mu = 0$ получаем соотношение (3). Отношение работы с трением A_{Σ}^T к работе силы тяжести A_{Σ} при отсутствии трения в зависимости от отношения $\mu / \text{tg} \alpha$ приведены в таблице 1.

Таблица 1

$\mu / \operatorname{tg} \alpha$	0	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
$A_{\Sigma}^T / A_{\Sigma}$	1	1,25	1,667	2	2,5	3,33	5	10	20

При коэффициенте трения $\mu = 0,9 \operatorname{tg} \alpha$ и угле $\alpha = 10^\circ$ работа силы тяжести $A_{\Sigma}^T \cong 330mgh$.

Более подробный вывод формул для вычисления работы различных сил приведен в [1,2].

Список литературы

1. Иванов Е.М. Работа и энергия в классической механике и первый закон термодинамики. Димитровград: ДИТУД УлГТУ, 2004.
2. Ivanov E.M. Work of centripetal and gyroscopic Forces.//European Journal Natural History, 2006, #1, p.80.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

В.М. Юров, С.А. Гученко,

Н.Х. Ибраев

Техническим результатом предлагаемого способа является экспериментальное определение коэффициента трения скольжения на границе раздела металл (сплав) – вакуум. Это достигается тем, что по измеренному тангенсу угла наклона зависимости удельного сопротивления покрытия от его обратной толщины вычисляется величина коэффициента трения скольжения.

Зависимость удельного сопротивления металлического (или из сплава) покрытия от его толщины описывается формулой

$$\rho = \operatorname{const} \cdot \left(1 - \frac{d}{h}\right), \quad (1)$$

где ρ – удельное сопротивление металлического покрытия; h – толщина металлического покрытия. Параметр d связан с коэффициентом трения скольжения k формулой

$$d = \alpha \frac{2k\vartheta}{RT}, \quad (2)$$

где ϑ – молярный объем металлического покрытия; R – универсальная газовая постоянная; T – температура (К), при которой производится измерение; $\alpha = 1\text{Н}/1\text{м}$ – коэффициент, учитывающий размерность величин.

Построенная зависимость в координатах $\rho \sim 1/h$ ($1/h$ – обратная толщина металлического покрытия) получается прямая, тангенс угла наклона, который определяет d , и по фор-

муле (2) рассчитывается коэффициент трения скольжения металлического покрытия (k). Предлагаемый способ не имеет аналогов и позволяет определять важнейшую характеристику металлического покрытия – коэффициент трения скольжения (k), который определяет эксплуатационные свойства материалов с покрытиями и изделий из них для космической техники, позволяет целенаправленно создавать новые конструкционные материалы.