Донецький Національний Технічний Університет

Лабораторна робота № 1

**«**РУХ ТІЛ ЗМІННОЮ МАСИ (БЕЗ ОБЛІКУ ЗОВНІШНІХ СИЛ)**»**

Виконав:

ст. групи ІПЗІм -17

Лисенко А. С.

Перевірила:

ст. викладач каф. ПМИ

Скрипник Т. В

Покровск 2017

**РУХ ТІЛ ЗМІННОЮ МАСИ (БЕЗ ОБЛІКУ ЗОВНІШНІХ СИЛ)**

**Швидкість польоту ракети**

**Завдання 7**. Ракета з початковою масою *m0 кг* злітає з земної поверхні у вертикальному напрямку. Гази викидаються постійними частками *а* *кг/сек* і з постійною швидкістю *b м/сек* щодо ракети, де *а> 0* і *b> 0*. Знайти швидкість ракети і відстань, пройдену за час *t*, не враховуючи дії зовнішніх сил на ракету.

Р і ш е н я. Рух ракети викликається реакцією струменя розпечених газів, утворених згоряння палива і випливають з великою швидкістю з отвору, розташованого в нижній частині корпусу ракети. Ракета несе з собою весь запас палива, який становить головну частину змінної маси ракети.

Виверження маси газу збільшує швидкість ракети, що дає їй можливість продовжувати рух. Для дослідження руху ракети необхідно спочатку розглянути рух тіла зі змінною масою.

Згідно з другим законом динаміки, зміна кількості руху пропорційно рушійній силі і відбувається по напрямку тієї прямої, по якій ця сила діє.

Якщо *К* - кількість руху тіла з масою *m*, *F*-дія сила, то в момент часу t

або

Застосуємо другий закон Ньютона до руху ракети.

Припустимо, що загальна маса ракети в момент часу *t* буде *m*, а в наступний момент часу *t + Δt* - складе *m + Δm* (маса газу, викинутого за час *Δt*, дорівнює -*Δm*, так як є негативною (зменшенням) величиною і тому *m - (- Δm) = m + Δm).*

Припустимо, що швидкість ракети щодо Землі в момент часу *t* буде дорівнює *v*, а в момент *t + Δt буде v + Δv*, і приймемо вертикальний напрям ракети в якості позитивного.

Викинутий струмінь газу матиме швидкість *v + v1* відносно Землі, де *v1* – від’ємна величина, так що – *v1* представляє дійсну величину швидкості газу відносно ракети, яку будемо вважати постійною.

Загальний момент руху ракети перед вихлопом газу буде *mv*, а після виходу газу *(m + Δm) (v + Δv)*. Кількість руху газу *-Δm (v + v1),* так що загальна кількість руху після виходу струменя буде *(m + Δm) (v + Δv) - Δm (v + v1).*

Зміна кількості руху, т. е. Загальна кількість руху після виходу струменя газу мінус загальна кількість перед виходом, складе

*(m + Δm) (v + Δv) -Δm (v + v1) -mv = mΔv-v1Δm + ΔmΔv.*

Похідна зміни кількості руху є межа зміни кількості руху, поділений на *Δt,* коли *Δt🡪 0*, т. е.

*.*

Похідна від кількості руху тіла дорівнює за величиною діючої силі *F* і збігається з нею за напрямком. Тому

(1)

Рівняння (1) є вихідним рівнянням руху ракети. При відсутності зовнішніх сил його ліва частина *F = 0*.

Так як ракета викидає *а кг/сек* газу, то протягом *t се*к вона викине *at кг/ сек,* і тому її маса, через *t сек*, складе *m = m0-at*. Швидкість газу щодо ракети дана: *v1 = -b*.

Таким чином, на підставі рівняння (1) отримуємо

або

. (2)

Інтегруючи рівняння (2), знаходимо

,

звідки

.

Початкова умова: при *t = 0 v = 0*. Звідси постійна інтегрування

*.*

Загальне рішення рівняння

представляє шукану швидкість ракети.

Нехай *х* - відстань, що вимірюється від поверхні Землі, яке проходить ракета за час *t*. Тоді швидкість і, відповідно до рівності (3), отримуємо

Інтегруємо це рівняння:

Так як

то

(4)

Початкова умова: при *t = 0 x = 0*. Звідси і постійна інтегрування. Підставляючи її в рівняння (4), отримуємо дані відстань

Рівняння (3) і (5) дійсні тільки для , що представляє теоретичну межу часу польоту. Практичний межа значно менше теоретичного.