

Лекція 4

Інформаційні моделі (ІМ) складових ГВК

План теми

- 4.1. Короткі теоретичні відомості про теорію кватерніонів як математичну основу складання інформаційних моделей (ІМ) складових ГВК
- 4.2. Особливості складання інформаційних моделей елементів ГВК
- 4.3. Інформаційні моделі маніпуляційних систем промислових роботів
- 4.4. ІМ схватів промислових роботів
- 4.5. ІМ об'єктів маніпулювання
- 4.6. ІМ технологічного обладнання
- 4.7. ІМ пристосувань технологічного обладнання

4.1. Короткі теоретичні відомості про теорію кватерніонів як математичну основу складання інформаційних моделей (ІМ) складових ГВК

Кватерніон – це впорядкована четвірка дійсних чисел s, a, b, c , які зв'язані з чотирма базисними елементами $1, i, j, k$ (рис 4.1.1), що мають такі властивості:

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1; i \cdot j = k; j \cdot k = i; k \cdot i = j; j \cdot i = -k; k \cdot j = -i; i \cdot k = -j. \quad (4.1.1)$$

Операції додавання і віднімання кватерніонів визначені покомпонентно. Множення кватерніонів визначається законом множення їх уявних одиниць. Будь який кватерніон може бути записаний у вигляді:

$$q = s \cdot 1 + a \cdot i + b \cdot j + c \cdot k, \quad (4.1.2)$$

де i, j, k – уявні одиниці.

Кожен кватерніон q можна записати у вигляді суми двох кватерніонів: скаляра (s) і вектора ($a \cdot i + b \cdot j + c \cdot k$), тобто:

$$q = s(q) + v(q) = [\text{scalar}; (\text{vector})], \quad (4.1.3)$$

де $s(q) = s$ – скалярна частина кватерніона q ; $v(q) = a \cdot i + b \cdot j + c \cdot k$ – векторна частина кватерніона q .

Наприклад, у кватерніоні $q = 3 - 5 \cdot i + 4 \cdot k$ скалярна частина дорівнює 3, а векторна частина дорівнює $-5 \cdot i + 4 \cdot k$.

4.2. Особливості складання інформаційних моделей елементів ГВК

Подання інформації про структурні складові ГВК у виді відповідних інформаційних моделей (ІМ) характеризується реалізацією методично обумовлених кроків в такій *послідовності*:

- аналіз конструкції складової;
- складання її так званої схеми заміщення (СЗ), тобто складання ниткової моделі складової;
- заміна рухомих та / або нерухомих елементів СЗ складової її 3D-еквівалентами з використанням геометричних примітивів (ГП);
- складання ІМ складової як такої з урахуванням її можливої рухомості або нерухомості.

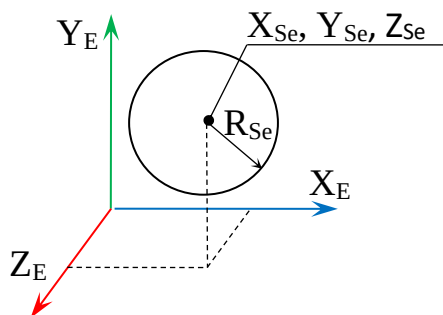
При складанні ІМ складових ГВК враховується той факт, що форма кожного із структурних елементів ГВК може бути описана з використанням кінцевої множини елементарних геометричних примітивів (ГП) G_p :

- сфера SE;
- циліндр CR;
- конус CE;
- паралелепіпед PD;
- трапеція TZ);
- їх комбінацій.

Точка відліку при описі кожного з ГП формально описується так званою *прив'язувальною точкою* з відповідними їй координатами при їх (ГП) подальшому (можливому) упорядкованому описі:

$$X_{G_p}, Y_{G_p}, Z_{G_p} \mid G_p \in (Pd, Cr, Se, Ce, Tz). \quad (4.2.1)$$

Нижче представлені приклади описів геометричних примітивів.



Опис ГП типу “сфера”:

Se: $X_{Se}, Y_{Se}, Z_{Se}, R_{Se}$

Рис. 4.2.1. Базове розташування ГП типу “сфера” в СК елемента ГВК

Тут: Se – ідентифікатор примітиву Se (sphere) – “сфера”;

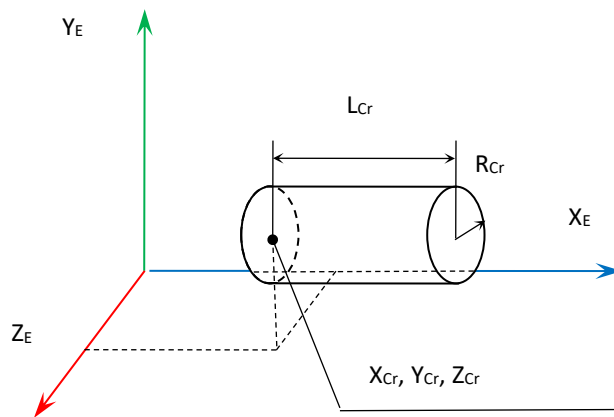
X_{Se} – розташування сфери вздовж осі X в СК елемента E, мм;

Y_{Se} – розташування сфери вздовж осі Y в СК елемента E, мм;

Z_{Se} – розташування сфери вздовж осі Z в СК елемента E, мм;

R_{Se} – радіус сфери, мм.

Опис ГП типу “циліндр”:



Cr: $X_{Cr}, Y_{Cr}, Z_{Cr}, R_{Cr}, L_{Cr}$

Рис. 4.2.2. Базове розташування ГП типу “циліндр” в СК елемента ГВК

Тут:

Cr – ідентифікатор примітиву *Cr* (cylinder) – “циліндр”;

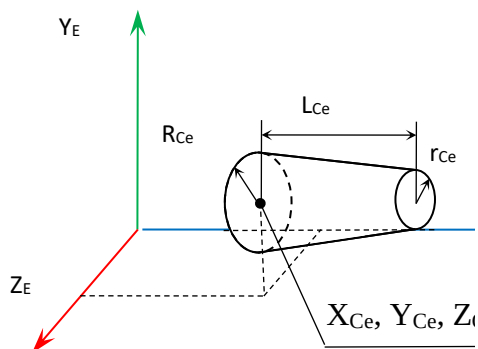
X_{Cr} – розташування циліндра вздовж осі X в СК елемента E , мм;

Y_{Cr} – розташування циліндра вздовж осі Y в СК елемента E , мм;

Z_{Cr} – розташування циліндра вздовж осі Z в СК елемента E , мм;

R_{Cr} – радіус циліндра, мм;

L_{Cr} – довжина циліндра, мм.



Опис ГП типу “конус”:

Ce: $X_{Ce}, Y_{Ce}, Z_{Ce}, R_{Ce}, r_{Ce}, L_{Ce}$

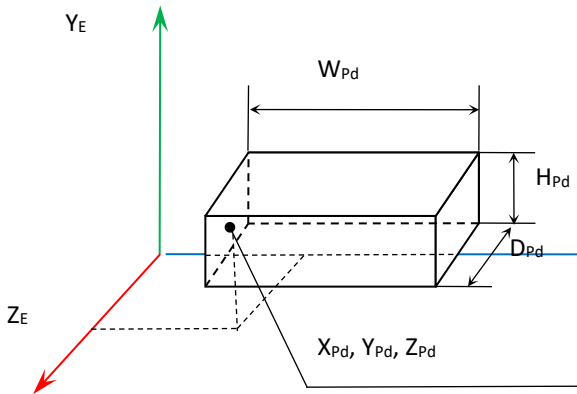
Рис. 4.2.3. Базове розташування ГП типу “конус” в СК елемента ГВК

Тут:

Ce – ідентифікатор примітиву *Ce* (cone) – “конус”;

X_{Ce} – розташування конуса вздовж осі X в СК елемента E , мм;

Y_{Ce} – розташування конуса вздовж осі Y в СК елемента E , мм;
 Z_{Ce} – розташування конуса вздовж осі Z в СК елемента E , мм;
 R_{Ce} – лівий радіус конуса, мм;
 r_{Ce} – правий радіус конуса, мм;
 L_{Ce} – довжина конуса, мм.



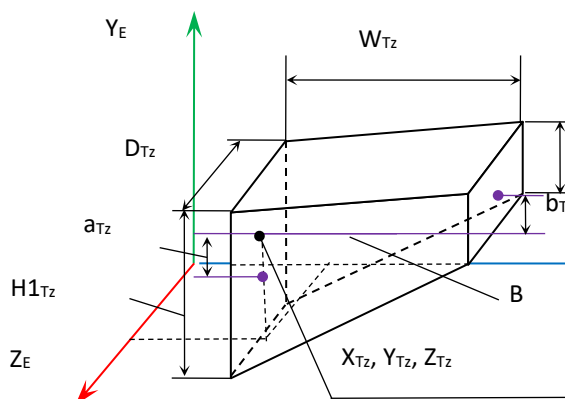
Опис ГП типу “паралелепіпед”:

Pd: $X_{Pd}, Y_{Pd}, Z_{Pd}, W_{Pd}, H_{Pd}, D_{Pd}$

Рис. 4.2.4. Базове розташування ГП типу “паралелепіпед” в СК елемента ГВК

Тут:

Pd – ідентифікатор примітиву Pd (parallelepiped) – “паралелепіпед”;
 X_{Pd} – розташування паралелепіпеда вздовж осі X в СК елемента E , мм;
 Y_{Pd} – розташування паралелепіпеда вздовж осі Y в СК елемента E , мм;
 Z_{Pd} – розташування паралелепіпеда вздовж осі Z в СК елемента E , мм;
 W_{Pd} – ширина паралелепіпеда, мм;
 H_{Pd} – висота паралелепіпеда, мм;
 D_{Pd} – глибина паралелепіпеда, мм.



Опис ГП типу “трапеція”:

TZ: $X_{Tz}, Y_{Tz}, Z_{Tz}, D_{Tz}, W_{Tz}, H1_{Tz}, H2_{Tz}, a_{Tz}, b_{Tz}$

Рис. 4.2.5. Базове розташування ГП типу “трапеція” в СК елемента ГВК

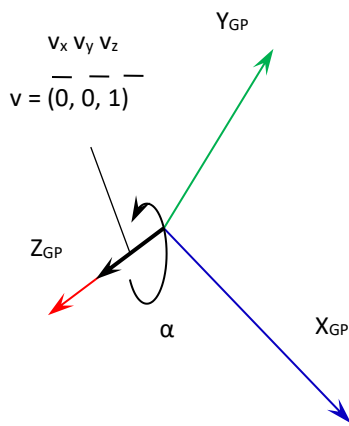
Тут:

Tz – ідентифікатор примітиву Tz (Trapeze) – “трапеція”;
 X_{Tz} – розташування трапеції вздовж осі X в СК елемента E , мм;

Y_{Tz} – розташування трапеції вздовж осі Y в СК елемента E , мм;
 Z_{Tz} – розташування трапеції вздовж осі Z в СК елемента E , мм;
 D_{Tz} – глибина трапеції, мм;
 W_{Tz} – ширина трапеції, мм;
 $H1_{Tz}$ – ліва висота трапеції, мм;
 $H2_{Tz}$ – права висота трапеції, мм;
 a_{Tz} – відстань між базовою віссю B та центром грані із висотою $H1$, мм;
 b_{Tz} – відстань між базовою віссю B та центром грані із висотою $H2$, мм.

За потреби змінити орієнтацію ГП вказується кватерніон його орієнтації, що описується за рахунок 4-ох додаткових параметрів:

$$Q = [S_Q, X_Q, Y_Q, Z_Q]. \quad (4.2.2)$$



$$\begin{aligned}
 Q &= (s, v) = (s, v_x, v_y, v_z) = \\
 &= \left(\cos \frac{\alpha}{2}, v_x \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, v_y \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, v_z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right)
 \end{aligned}$$

Приклад ІМ (ММ) геометричного примітиву типу “циліндр” з осьовим розміром 200 мм до і після його орієнтації (обертання навколо осі Y на 90° за годинниковою стрілкою при погляді на вісь Y) представлено на рис. 4.2.6.

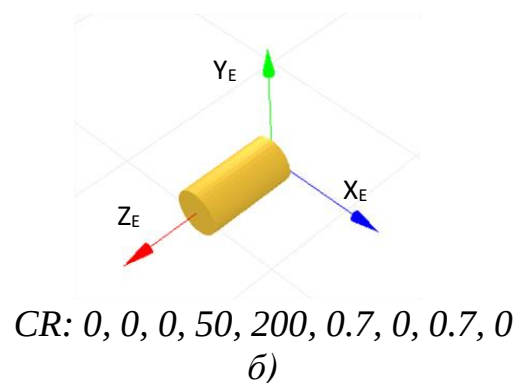
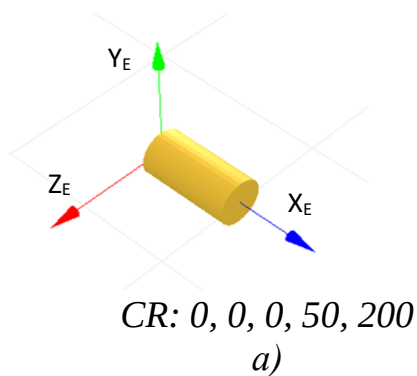


Рис. 4.2.6. Приклад опису та відповідної 3D-моделі ГП типу “циліндр”:
 а) без кватерніона орієнтації;
 б) із кватерніоном орієнтації