

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА РЕМОНТА СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ ВНЕДРЕНИЕМ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ РАЗБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

Коноплянченко Е.В., к.т.н., доцент, Яременко В.П., к.т.н., доцент,
Герасименко В.А., к.ф.-м.н., доцент, Люй Донгмей, аспирант

*Сумской национальной аграрный университет
г. Сумы, Украина*

Анализ современных технологий ремонта техники показывает значительную разность уровня технологического оснащения и технологий, которые используются на промышленном и ремонтном предприятиях. На этапе ремонта сложность решения задач высока в связи с тем, что оригинален путь к месту дефекта. Это является одним из ограничений на внедрение мехатронных систем в ремонтное производство. Поэтому автоматизация процесса разборки ответственных изделий является актуальной задачей.

В зарубежной литературе для формализации процесса селективной разборки изделий используют метод полусфер Гаусса. Сфера Гаусса отражает допустимые направления векторов перемещения детали изделия в свободном пространстве. Поскольку в сборочной единице поверхности деталей сопряженные, то в действительности применяют не сферу, а полусферу Гаусса, что отражает возможные направления перемещения детали при разборке о вдоль сопрягаемой поверхности. Применяя приемы булевой алгебры и математической логики, с помощью полусфер Гаусса формализуют задача нахождения направлений векторов разборки изделия (рис. 1, а). На рисунке 1,б приведена процедура проверки на разбираемость стойки переднего подшипника компрессора, где P_1 - P_9 - нормальные векторы сопряженных поверхностей для передней опоры подшипника, а точки В, Е, F, С, D, G и А - точка пересечения между этими нормальными векторами и сферой с единичным радиусом [1].

Для автоматизации процесса синтеза рационального варианта мехатронной структуры разработаны математические модели геометрических и кинематических перемещений сборочных элементов и исполнительных органов робототехнического сборочного оборудования [2]. С целью описания математических моделей введены следующие условные обозначения элементов и событий сборочного процесса: а – охватываемая деталь (штулка); в – охватываемая деталь (вал). Ограничения: - деталь а является стационарной, неподвижно закрепленной в приспособлении; - деталь в позиционируется относительно детали а исполнительными органами сборочного оборудования.

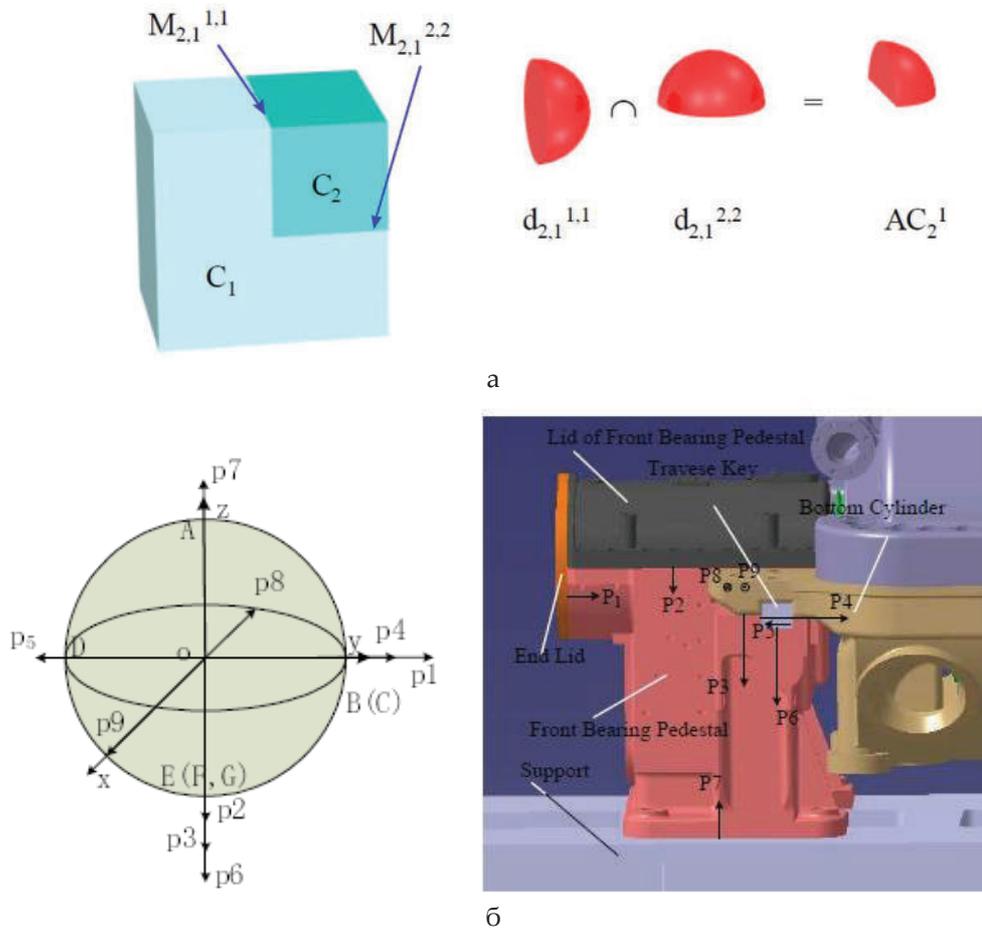


Рисунок 1. Моделирование процесса разборки изделия

Схема перемещений, иллюстрирующая математические модели, представлена на рис. 2.

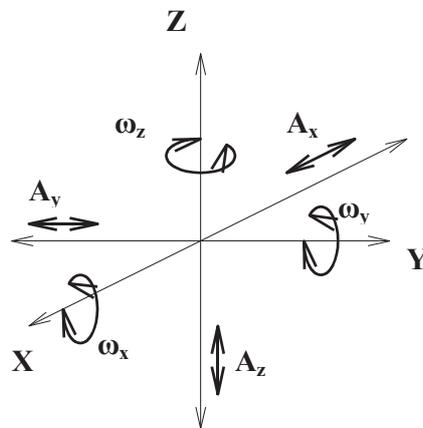


Рисунок 2. Схема геометрических перемещений сборочных элементов

Согласно рис. 2 основными событиями процесса сборки являются: A_x^a, A_y^a, A_z^a – линейные перемещения детали a вдоль осей (X, Y, Z) ; $\omega_x^a, \omega_y^a, \omega_z^a$ – вращение детали a вокруг осей (X, Y, Z) ; A_x^b, A_y^b, A_z^b – линейные перемещения детали b вдоль осей (X, Y, Z) ; $\omega_x^b, \omega_y^b, \omega_z^b$ – вращение детали b вокруг осей (X, Y, Z) ; $S^{a,b}$ – соединение детали a с деталью b .

Для каждого класса промышленных роботов можно записать условие выполнения вида перемещения:

- прямоугольная (декартова) система координат:

$$\exists_{\theta \in M} R_{\theta} = A_x^b \wedge A_y^b \wedge A_z^b,$$

где $M = \{1, \dots, \phi\}$ – множество промышленных роботов данного класса;

- цилиндрическая система координат:

$$\exists_{\theta \in M} R_{\theta} = A_x^b \wedge A_y^b \wedge \omega_z^b,$$

где $M = \{1, \dots, \phi\}$ – множество промышленных роботов данного класса;

- сферическая система координат:

$$\exists_{\theta \in M} R_{\theta} = \omega_x^b \wedge \omega_y^b \wedge A_z^b,$$

где $M = \{1, \dots, \tau\}$ – множество промышленных роботов данного класса;

- ангулярная (угловая) система координат:

$$\exists_{\theta \in M} R_{\theta} = \omega_x^b \wedge \omega_y^b \wedge \omega_z^b,$$

где $M = \{1, \dots, \zeta\}$ – множество промышленных роботов данного класса.

Для возможности реализации каждого вида соединения с учетом сборочного оборудования необходимо описать математические модели типовых вариантов захватных устройств манипуляторов. В таблице 1 представлены математические модели реализации геометрических перемещений типовых вариантов захватных устройств.

На этапе синтеза компоновочного решения промышленного робота для реализации заданного вида соединения в качестве условия выбора захватного устройства используется логическое выражение:

$$\exists_{\xi \in I} K_{\xi} = ((\sim R_{\theta} \wedge S^{a,b}) \Rightarrow Z_{\sigma}),$$

где $I = \{1, 2, \dots, \lambda\}$ – множество компоновочных решений.

Таблиця 1. Реалізація геометричних перемещень типовими варіантами компоновки захватних устроїв

Пример, эскиз	Математическая модель реализуемых перемещений
	$\exists Z_{\sigma} = A_y^b$, где Δ – множество устройств данного типа
	$\exists Z_{\sigma} = \omega_x^b$, где Φ – множество устройств данного типа
	$\exists Z_{\sigma} = \omega_y^b$, где Θ – множество устройств данного типа
	$\exists Z_{\sigma} = (\omega_x^b \wedge A_z^b)$, где Ω – множество устройств данного типа
	$\exists Z_{\sigma} = (A_x^b \wedge \omega_z^b)$, где Ξ – множество устройств данного типа
	$\exists Z_{\sigma} = (\omega_x^b \wedge \omega_y^b)$, где Π – множество устройств данного типа

Применение разработанной методики позволяет формализовать процесс автоматизированной разборки изделия, позволяющий внедрять мехатронные системы на этапе ремонта и модернизации ответственного оборудования.

Список литературы

1. Кирик Г.В., Коноплянченко Є.В., Колодненко В.М., Бало П.М. Генерація раціональної послідовності оцадного розбирання на етапі ремонту та модернізації енергетичного обладнання. *Компрессорное и энергетическое машиностроение*, №1(51), 2018, С.13-17.

2. Коноплянченко Е.В., Яременко В.П., Сунь Чжаоян, Колодненко В.Н., Бало П.Н. Формализация процесса синтеза кинематики механотронных сборочных технических систем. *Материалы Міжнар.ї наук.-практ. конф. «Молодь і технічний прогрес в АПВ» Інноваційні розробки в аграрній сфері, Том 2, ХНТУСГ, 2020.* – С 186-189.