

TRANSPORT

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-28>

ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ВИКОРИСТАННЯМ САПР SOLIDWORKS

Йовченко А. В.

старший викладач

*Черкаський державний технологічний університет
м. Черкаси, Україна*

Параметричне моделювання (параметризація) – моделювання (проекткування) з використанням параметрів елементів моделі і співвідношень між цими параметрами. З використанням параметризації можливо за короткий час змоделювати за допомогою геометричних співвідношень або зміни параметрів різні конструктивні схеми та уникнути принципових помилок.

При параметризованому проектуванні створюється математична модель об'єктів з параметрами, при зміні яких відбуваються зміни конфігурацій деталей, взаємні переміщення деталей в збірці.

Параметризація дозволяє безліч разів використовувати розроблену модель та значно скорочує час на проектування деталей механізму, підготовку креслень та іншої супутньої проектної документації.

Основним інструментом параметризації SolidWorks 2019 є блок «equations» в дереві конструювання функцій Manager. Параметризувати зборку можна з дуже високим ступенем деталізації.

При параметризації деталей автомобіля на прикладі кривошипно-шатунного механізму (КШМ) в САПР SolidWorks використовуються операції створення об'ємних тіл, зберігається ідентичний порядок основних операцій САПР. Перед параметризацією необхідно визначити основні конструктивні співвідношення розмірів КШМ [1]. Наприклад, величину верхньої частини поршня h_1 вибирають, виходячи із забезпечення однакового тиску опорної поверхні поршня по висоті циліндра й міцності бобишок, ослаблених отворами для пропуску оливи. Висоту головки поршня h_1 встановлюють виходячи із нормального

Таблиця 1

Основні конструктивні співвідношення розмірів поршня при параметризації

Формули задані в Solidworks		Зачальні формули
Drot@Эскиз2	54mm	радіус поршня R
D3@Эскиз2	4mm	кільце
D4@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.04	$h_1 = R \cdot 2 \cdot 0,04$
D6@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.09	$\delta = R \cdot 2 \cdot 0,09$
D9@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2	$H = R \cdot 2$
D2@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.075	$e = R \cdot 2 \cdot 0,075$
D1@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.75	$h_{10} = R \cdot 2 \cdot 0,75$
D5@Эскиз2	= D3@Эскиз2	кільце поршня
D8@Эскиз2	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.05	$S = R \cdot 2 \cdot 0,05$
D7@Эскиз2	= (Drot@Эскиз2 * 2 * 2 * (D8+4)) / 2	$R_0 = D - 2(\delta + t) + \Delta = (R \cdot 2 - 2 \cdot (R \cdot 2 \cdot 0,05 + R \cdot 2 \cdot 0,04)) / 2$
D1@Поверт@3	360градус	$h_k = R \cdot 0,95$
D1@Эскиз5	= Drot@Эскиз2 * 0.95	$D = R \cdot 2 + 10$
D3@Эскиз5	= Drot@Эскиз2 * 2 + 10	$H_{10} = R \cdot 2 \cdot 0,75 - 0,85$
D1@Без@Внутр@3	= D1@Эскиз2 * 0.85	$H_{100} = (R_0 - R \cdot 0,3) / 1,4$
D1@Эскиз11	= (D7@Эскиз2 - Drot@Эскиз2 * 2) / 2	$H_{внут} = H_{10}$
D1@Боб@Внутр@3	= D1@Без@Внутр@3	$d_k = R \cdot 2 - 0,25$
D1@Эскиз8	= Drot@Эскиз2 * 2 * 0.25	$h_1 = R \cdot 2 - 0,6$
D2@Эскиз8	= Drot@Эскиз2 * 0.6 * 2	$d_{10} = d_k / 1,3$
D1@Эскиз13	= D1@Эскиз8 * 1.3	$L_0 = H_{100} - R \cdot 0,3 - 2$
D1@Боб@Внутр@3	= D1@Эскиз11 - Drot@Эскиз2	d_{11}
D1@Эскиз10	= D3@Эскиз2 * 0.4	Кількість масляних каналів
D2@Круг@3	36градус	масляних каналів
D1@Круг@3	масив10	$\delta = R \cdot 0,78$
D1@Эскиз14	= Drot@Эскиз2 * 0.78	$R_0 = d_k / 2$
D2@Эскиз14	= D1@Эскиз8 * 2	

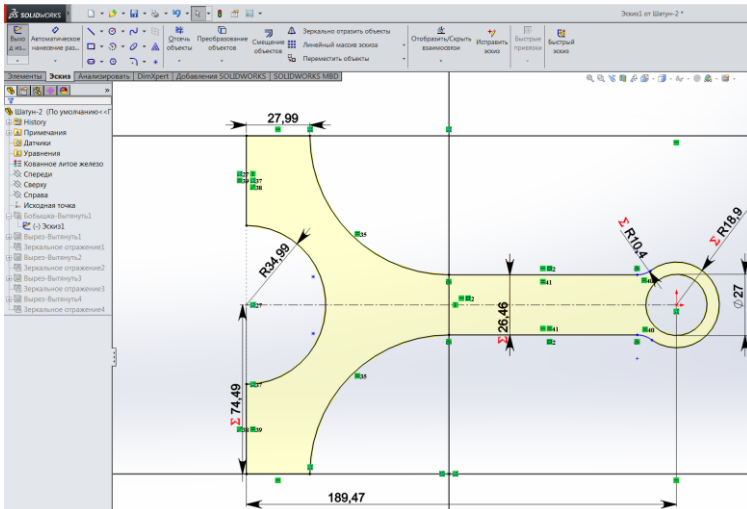


Рис. 2. Ескіз операції «витягування» в Solidworks для отримання деталі «Шату»

Таблиця 2

Основні конструктивні співвідношення розмірів елементів при параметризації

D1@Ексис1	27mm	27mm		$d_{ст}$ діаметр горішнього гальця
D7@Ексис1	189.47mm	189.47mm		$L_{ш} = R_{ш} 0.285$ довжина шатуна
D8@Ексис1	27.99mm	27.99mm		$r_{ш} b = r_{ш} 0.8$ товщина шат під болти
D10@Ексис1	= "D12@Ексис1" * 1.7 + 15	74.49mm	ширина шатуна	$r_{ш} \text{ радіус шпінделі}$
D12@Ексис1	34.99mm	34.99mm		$r_c = d_{ш} 1,4 0,5 1,4$
D3@Ексис1	= "D1@Ексис1" * 1.4 * 0.5 * 1.4	26.46mm	товщина стержня шатуна	$d_{с} = d_{ш} 1,4 \sqrt{2}$
D2@Ексис1	= "D1@Ексис1" * 1.4 / 2	18.9mm	зовнішній діаметр горішньої головки	$d_s = d_{ш} 0,55$
O4@Ексис1	= "D2@Ексис1" * 0.55	10.4mm	з'єднання горішньої головки шатуна з стержнем шату	$L_{ш} = d_{ш} 0,35 / 0,25 \sqrt{2}$
D1@Больша-Витягну1	= "D1@Ексис1" * 0.35 / 0.25 / 2	18.9mm	довжина горішньої головки шатуна	$L_{ш}$
D2@Больша-Витягну1	= "D1@Больша-Витягну1"	18.9mm		$r_{ш} = r_{ш} - 8$
D1@Ексис2	= "D3@Ексис1" - 8	18.46mm	ширина западани	$r_{ш} = r_{ш} / 3$
D3@Ексис2	= "D1@Ексис2" / 3	6.15mm	внутрішній радіус западани	$L = d_{ш} + 4$
D6@Ексис2	= "D1@Ексис1" + 4	31mm	відстань від центра горішнього пальця до западани	$L_{ш} = L_{ш} - 1 - r_{ш} - 15$
O5@Ексис2	= "D7@Ексис1" - "D6@Ексис2" - "D12@Ексис1"	108.48mm	довжина западани	$r_2 = r_1 - 2$
D1@Вирез-Витягну1	= "D2@Больша-Витягну1" - 2	16.9mm	глибина западани стержня шатуна	внутрішній радіус западани
D1@Вирез-Витягну2	= "D2@Ексис1" * 0.5	9.45mm	товщина стержня	$l_8 = r_{ш} 1,7$
D1@Ексис4	= "D12@Ексис1" * 1.7	59.49mm	відстань між болтами	
D1@Ексис5	22mm	22mm		

На рис. 3 зображено отриману параметризовану модель КШМ.

Висновок: в роботі розглянуто основні можливості САПР SolidWorks для параметризації складних механізмів на прикладі КШМ, зокрема операції формування об'ємів, методи роботи з ескізами, технології формування складальних одиниць із

застосуванням інструментів спряжень. Сформовано параметризовану складальну конструкцію КШМ в САПР SolidWorks, яка дозволяє швидко перебудовувати деталі КШМ, виконувати розрахунок даних деталей на міцність із підключеним модулем SolidWorks Simulation.

Уравнения, глобальные переменные и размеры

Имя	Значение / Уравнение	Равняется	Заметки
Уравнения - Компоненты			
"D2@Экскиз1@Палец<2>.Part"	"D1@Экскиз8@поршень<1>.Part"	27мм	<input type="checkbox"/> зовнішній діаметр поршневого пал
"D1@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D2@Экскиз1@Палец<2>.Part"	37.5мм	<input type="checkbox"/> зовнішній діаметр поршневого пал
"D7@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" / 0.285	189.47мм	<input type="checkbox"/> довжина шатуна
"D12@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D8@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	"D12@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part" * 0.8	27.99мм	<input type="checkbox"/> товщина шатуна під болти
"D2@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D1@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D10@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part"	74.49мм	<input type="checkbox"/> ширина шатуна
"D4@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D9@Экскиз1@Шатун-21<1>.Part" * 0.7	19.6мм	<input type="checkbox"/> висота кришки шатуна під болт
"D3@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part"	"D2@Экскиз1@кришка шатуна-1<1>.Part" * 1.4	48.99мм	<input type="checkbox"/> зовнішній радіус кришки шатуна
"D2@Бобышка-Вытнуть1@кришка шат"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.35	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D1@Бобышка-Вытнуть1@кришка шат"	"D2@Бобышка-Вытнуть1@кришка шатуна-1<1>.Part"	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D2@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>."	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.35	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D1@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>."	"D2@Бобышка-Вытнуть1@штулка<4>.Part"	18.9мм	<input type="checkbox"/> половина товщини шатуна
"D2@Экскиз1@штулка<4>.Part"	"Dporsh@Экскиз2@поршень<1>.Part" * 0.6	32.4мм	<input type="checkbox"/> радіус противаги колінчатого валу
"D1@Бобышка-Вытнуть1@Палец<2>."	"D1@Экскиз14@поршень<1>.Part" - "D5@Экскиз14@пор"	80.24мм	<input type="checkbox"/> довжина поршневого пальця
"Dporsh@Экскиз2@Поршень<1>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/> радіус поршня
"D1@Экскиз1@штулка<4>.Part"	"D2@Экскиз1@штулка<4>.Part" + "D2@Экскиз1@штулка<4>."	34.99мм	<input type="checkbox"/> радіус шийки шатуна
"D1@Экскиз4@картер<1>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/>
"D3@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" / 7.6	7.11мм	<input type="checkbox"/>
"D4@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" / 7.6	7.11мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Вытнуть-Тонкостенный1@картер"	"Dp" / 15.2	3.55мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Экскиз1@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 2$	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D2@Экскиз1@картер<1>.Part"	"Dp" * 3	163мм	<input type="checkbox"/>
"D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.74 + (0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.2$	125.82мм	<input type="checkbox"/>
"D2@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	125.82мм	<input type="checkbox"/>
"D7@Экскиз4@картер<1>.Part"	$(0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.74 * 2 + (0.6 * "Dp" * 2) / 0.6 * 0.$	672.84мм	<input type="checkbox"/>
"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D7@Экскиз4@картер<1>.Part" - "D5@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D4@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D6@Экскиз4@картер<1>.Part"	"D3@Экскиз4@картер<1>.Part"	32.4мм	<input type="checkbox"/>
"D1@Экскиз5@колінавал<2>.Part"	"Dp"	54мм	<input type="checkbox"/>

Перестраивать автоматически
 Связь с внешним файлом: F:\1\Параметризована детал\уравнения кол.txt

Угловые единицы:
 Автоматический порядок решения

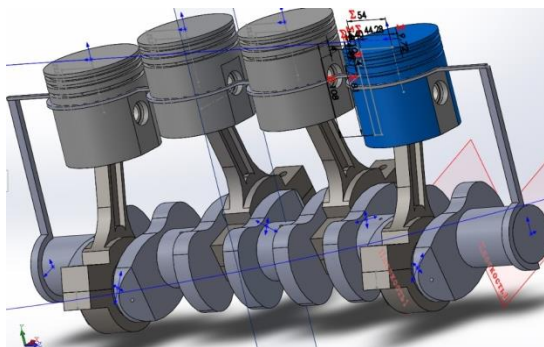


Рис. 3. Параметризована модель КШМ

Література:

1. А.И. Колчин, В.П. Демидов. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2003. 496 с.
2. Алямовский А.А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике (+ DVD-ROM): Научное пособие. К.: Информавтор, 2008. 62 с.
3. Прохоренко В.П. SolidWorks. Практическое руководство. М.: ООО «Бином-Пресс», 2004 г. 448 с.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-29>

РОЗВ'ЯЗАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ТАБЛИЧНОГО ПРОЦЕСОРА MICROSOFT OFFICE EXCEL

Прокудін Г. С.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет*

Єрко Я. В.

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет*

Редіч Ю. А.

*аспірант кафедри міжнародних перевезень та митного контролю
Національний транспортний університет
м. Київ, Україна*

Задача комівояжера – це найбільш відома і знакова модель потокового програмування. Увагу до цієї задачі привертають завдяки великій кількості практичного значення, що до неї зводяться; зосередження характерних математичних, алгебраїчних та обчислювальних труднощів.

Наявні методи розв'язування сітьових транспортних задач успішно можуть бути застосовані лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій [1, с. 26].