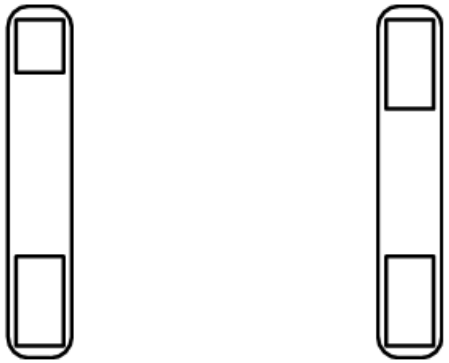
ДИЗАЙН ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО АВТОМАТИЧНОГО СКЛАДАННЯ

Частина 1

Зміна конструкції для спрощення автоматичної подачі та орієнтування



Asymmetrical-
difficult to orient

Symmetrical-
easy to orient

Основні проблеми при застосуванні автоматизації зазвичай стосуються автоматичного поводження з деталями, а не їх вставки в вузол

Коли ми розглядаємо дизайн для автоматизації, ми будемо приділяти пильну увагу конструкції деталей для зручності автоматичної подачі та орієнтування

Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування

Вартість подачі та орієнтування частин залежить від
→ вартості необхідного обладнання та
→ від інтервалу часу між доставкою наступних частин

Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування

Необхідна швидкість доставки або подачі F_r (частин/хв)

Вартість подачі кожної частини C_f визначається як

$$C_f = \left(\frac{60}{F_r}\right) R_f \text{ cents}$$

де R_f – вартість (центів/с) використання обладнання для подачі деталей.

$$R_f = \frac{C_F E_o}{(5760 P_b S_n)} \text{ cents/s}$$

де C_F — вартість подачі деталей ($),

E_o — коефіцієнт накладних витрат заводу на обладнання,

P_b — період окупності в місяцях,

S_n — кількість відпрацьованих змін на день.

Константа 5760 — це кількість доступних секунд за одну робочу зміну протягом одного місяця, поділена на 100 для перетворення доларів у центи

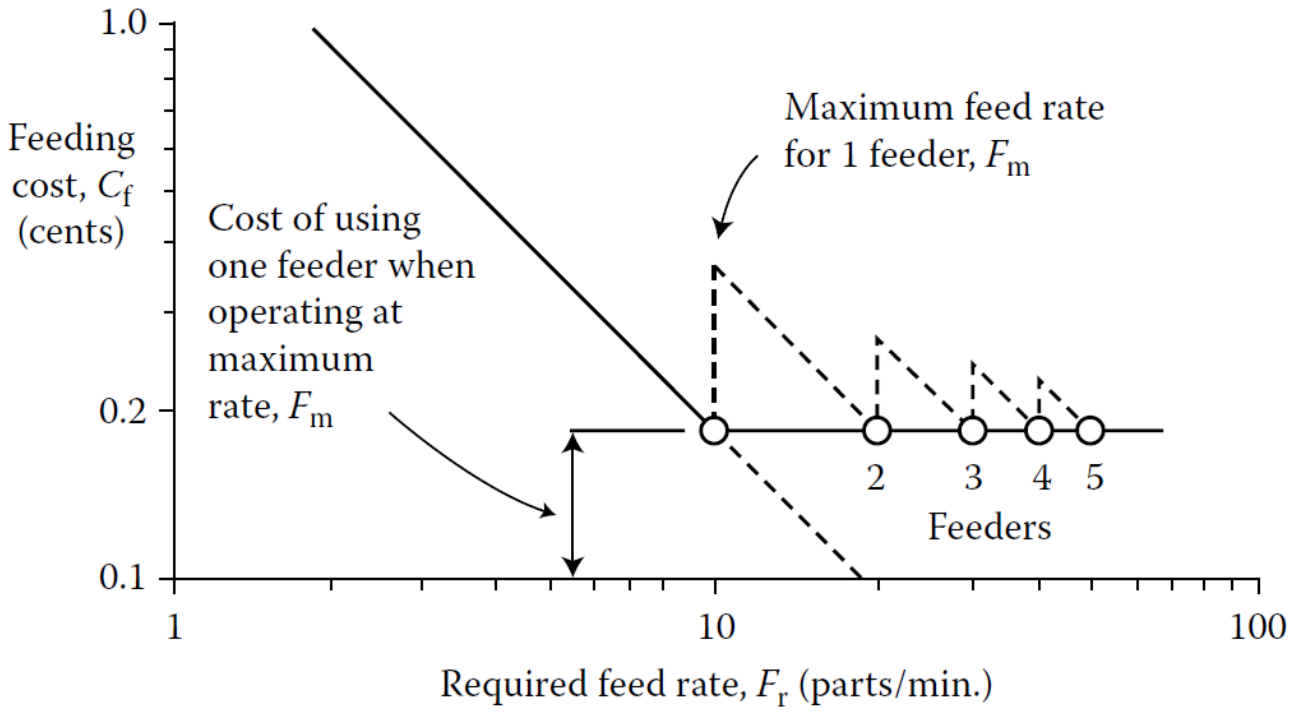
Конструкція деталей для високошвидкісної подачі та орієнтування

Наприклад, якщо припустити, що стандартний механізм подавання деталей після встановлення та налагодження коштує 5000 доларів США, термін окупності становить 30 місяців при двозмінній роботі, а накладні витрати на заводське обладнання становлять 100% (E_o = 2), то отримаємо

$$R_f = \frac{5000 \times 2}{(5760 \times 30 \times 2)}$$
$$= 0.03 \text{ cent/s}$$

$$C_f = \left(\frac{60}{F_r}\right) R_f \text{ cents} \longrightarrow C_f = 0.03\left(\frac{60}{F_r}\right) C_r$$

Вплив необхідної норми подачі на вартість подачи



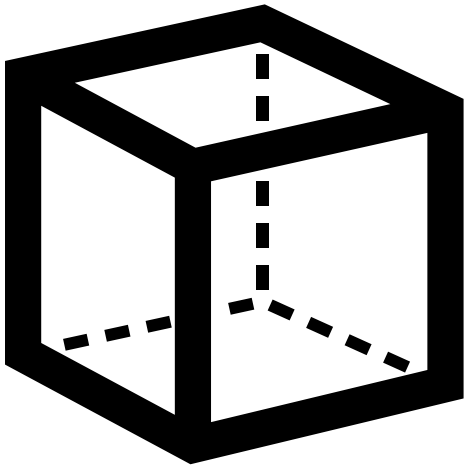
Чим швидше потрібні деталі, тим нижча вартість подачі

Якщо необхідна швидкість подачі перевищує максимальну швидкість подачі, яку можна отримати з одного механізму подачі, вартість подачі стає постійною та дорівнює вартості подачі, коли подавач працює на максимальній швидкості

Вплив необхідної норми подачі на вартість подачі

Рівняння правильне лише тоді, коли необхідна швидкість подачі F_r менша за максимальну швидкість подачі F_m, а коли це не так, вартість подачі визначається як

$$C_f = 0.03\left(\frac{60}{F_r}\right)C_r \longrightarrow C_r = 0.03\left(\frac{60}{F_m}\right)C_r$$



Тоді максимальна швидкість подачі F_m визначається як

$$F_m = 1500\frac{E}{l}\ \text{parts/min}$$

E — ефективність орієнтування деталі,
l (мм) — деталі загальний розмір у напрямку подачі, де припускається, що швидкість подачі становить 25 мм/с.

Перша цифра геометричної класифікації деталей для автоматичного збирання

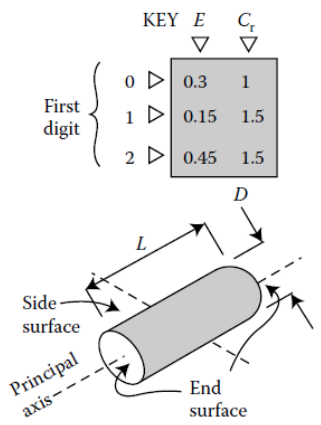
Rotational	Discs	$L/D < 0.8$	0
	Short cylinders	$0.8 \leq L/D \leq 1.5$	1
	Long cylinders	$L/D > 1.5$	2
Nonrotational	Flat	$A/B \leq 3$ $A/C > 4$	6
	Long	$A/B > 3$,	7
	Cubic	$A/B \leq 3$ $A/C \leq 4$	8

→ Деталь, основною формою якої є циліндр або правильна призма, у поперечному перерізі якої є правильний багатокутник із п'ятьма або більше сторонами, називається деталлю обертання. Крім того, трикутні або квадратні деталі, які повторюють свою орієнтацію при повороті навколо своєї головної осі на кути 120° або 90° відповідно, є деталями обертання.

→ L — довжина, а D — діаметр найменшого циліндра, який може повністю охопити деталь.

→ A — довжина найдовшої сторони, C — довжина найкоротшої сторони і B — довжина проміжної сторони найменшої прямокутної призми, яка може повністю охопити деталь.

Друга і третя цифри геометричної класифікації обертових частин



AUTOMATIC HANDLING-DATA FOR ROTATIONAL PARTS (first digit 0, 1 or 2)

			Part is symmetrical about its principal axis (BETA symmetric) (see note 2)	Part is not BETA symmetric (code the main feature or features requiring orientation about the principal axis)						
				BETA asymmetric projections, steps, or chamfers (can be seen in silhouette)			BETA asymmetric grooves or flats (can be seen in silhouette)			Slightly asymmetric or small features less than D/10 and L/10 or holes or recesses which cannot be seen in outer shape of silhouette
				On side surface only	On end surface(s) only	On both side and end surface(s)	Through groove or flat can be seen in end view	Through groove can be seen in side view: On end surface	Through groove can be seen in side view: On side surface	
			0	2	3	4	5	6	7	8
Part is ALPHA symmetric (see note 1)		0	0.7 1 0.7 1 0.9 1	0.3 1 0.15 1 0.45 1	0.5 1 0.2 1 0.9 2	0.3 1 0.15 1 0.45 1	0.35 1 0.2 1 0.9 1	0.2 1 0.2 1 0.9 2	0.5 1 0.2 1 0.9 2	MANUAL HANDLING REQUIRED
Part is not ALPHA symmetric (code the main feature or features requiring end-to-end orientation) (see note 1)	Part can be fed in a slot supported by large end or protruding flange	1	0.4 1 0.3 1 0.9 1	0.2 1 0.1 1 0.45 1	0.25 1 0.1 1 0.9 2	0.2 1 0.1 1 0.45 1	0.2 1 0.1 1 0.9 1	0.1 1 0.1 1 0.9 2	0.25 1 0.1 1 0.9 1	
	BETA symmetric steps or chamfers on external surfaces (see note 3)	2	0.4 1 0.3 1 0.75 1	0.15 1 0.1 1.5 0.37 1.5	0.25 1 0.1 1.5 0.25 3	0.15 1 0.1 1.5 0.37 2.5	0.35 1 0.2 1.5 0.5 1	0.1 1 0.05 1.5 0.5 3	0.25 1 0.1 1.5 0.5 2	
	BETA symmetric groves holes or recesses (see note 3): On both side and end surface(s)	3	0.5 1 0.2 1 0.85 1	0.15 1 0.1 1.5 0.48 1.5	0.25 1 0.1 1.5 0.25 2	0.15 1 0.1 1.5 0.43 1.5	0.2 1 0.1 1.5 0.5 1	0.1 3 0.05 1.5 0.5 2	0.25 1 0.1 1.5 0.5 2	
	BETA symmetric groves holes or recesses (see note 3): On side surface only	4	0.5 1 0.1 1 0.85 1	0.15 1 0.1 1.5 0.43 1.5	0.25 1 0.1 1.5 0.25 2	0.15 1 0.1 1.5 0.13 1.5	0.2 1 0.1 1.5 0.5 1	0.1 1 0.05 1.5 0.5 2	0.25 1 0.1 1.5 0.5 2	
	BETA symmetric groves holes or recesses (see note 3): On end surface(s) only	5	0.5 1 0.2 1 0.6 1	0.15 1 0.1 1.5 0.27 1.5	0.25 1 0.1 1.5 0.25 2	0.15 1 0.1 1.5 0.27 1.5	0.2 1 0.1 1.5 0.15 1	0.1 1 0.05 1.5 0.45 2	0.25 1 0.1 1.5 0.45 2	
	BETA symmetric hidden features with no corresponding exposed features (see note 4)	6	0.6 1	0.27 1.5	0.25 2	0.27 1.5	0.45 1	0.45 2	0.45 2	
	BETA asymmetric features on side or end surface(s)	7		0.27 2	0.25 1 0.1 1.5 0.25 3	0.1 1 0.05 1.5 0.27 2	0.1 3	0.1 1 0.05 1.5 0.5 3	0.25 1 0.1 1.5 0.5 3	
	Slightly asymmetric or small features amount of asymmetry or feature size less than D/10 and L/10	8	MANUAL HANDLING REQUIRED							

1. Обертова деталь є альфа-симетричною, якщо вона не вимагає орієнтування end-to-end. Якщо деталь можна вставити в збірку лише в одному напрямку, тоді вона називається «не альфа-симетричною».
2. Бета-симетрична деталь має обертальну симетрію і тому не потребує орієнтації щодо своєї головної осі.
3. Бета-симетрична фігура, фаска або канавка - це концентричне зменшення або збільшення діаметра; його поперечний переріз може бути круглим або будь-яким правильним багатокутником. Менш важливі особливості слід ігнорувати.
4. Деталі цієї категорії мають альфа-симетричну зовнішню форму, але внутрішня поверхня (що складається, можливо, з порожнин, розточок, канавок тощо) вимагає, щоб деталь була орієнтована end-to-end.

E — ефективність орієнтування деталі

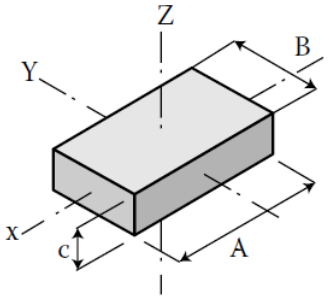
C_r - відносної вартості механізму подачі

Друга і третя цифри геометричної класифікації для необертальних частин

KEY	E	C_r
First digit 6	0.7	1
First digit 7	0.45	1.5
First digit 8	0.3	2

AUTOMATIC HANDLING-DATA FOR NON-ROTATIONAL PARTS (first digit 6, 7 or 8)

		A > 1.1B and B > 1.1C		A ≤ 1.1B or B ≤ 1.1C (Code the main feature or features which distinguish the adjacent surfaces having similar dimensions)																
				Steps or chamfers (2) parallel to-						Through grooves (2) parallel to-						Holes for recesses > 0.1B (cannot be seen in silhouette)		Other including slight asymmetry (3), features too small etc
				X axis and > 0.1C		Y axis and > 0.1C		Z axis and > 0.1B		X axis and > 0.1C		Y axis and > 0.1C		Z axis and > 0.1B				
		0		1		2		3		4		5		6		7		8
Part has 180° symmetry about all three axes (1)	0	0.8	1	0.8	1	0.2	1	0.5	1	0.75	1	0.25	1	0.5	1.6	0.25	2	Manual handling required
		0.9	1	0.9	1	0.5	2	0.5	1.5	0.5	1	0.5	1.5	0.6	1	0.5	1	
		0.6	1	0.5	1	0.15	2	0.15	1.5	0.5	1	0.15	1	0.15	1.5	0.15	2	



			Code the main feature or if orientation is defined by more than one feature, then code the feature that gives the largest third digit															
			Steps or chamfers (2) parallel to-						Through grooves (2) parallel to-						Holes for recesses > 0.1B (cannot be seen in silhouette)		Other including slight asymmetry (3), features too small etc
			X axis and > 0.1C		Y axis and > 0.1C		Z axis and > 0.1B		X axis and > 0.1C		Y axis and > 0.1C		Z axis and > 0.1B				
			0		1		2		3		4		5		6		7
Part has 180° symmetry about one axis only (1)	About X axis	1	0.4	1	0.6	1	0.4	1.5	0.4	1	0.3	1	0.7	1	0.4	2	MANUAL HANDING REQUIRED
			0.5	1	0.15	1	0.25	2	0.5	1	0.25	1	0.25	1.5	0.25	3	
			0.4	1	0.6	1	0.4	2	0.2	1	0.3	1	0.15	1	0.1	2	
	About Y axis	2	0.4	1	0.3	1	0.4	1.5	0.5	1	0.3	1	0.4	1	0.4	2	
			0.4	1	0.2	1	0.25	2	0.4	1	0.25	1	0.25	1	0.25	2	
			0.5	1	0.15	1	0.5	2	0.2	1	0.15	1	0.15	2	0.15	2	
	About Z axis	3	0.4	1	0.3	1	0.4	1.5	0.4	1	0.3	1	0.1	1.5	0.4	2	
			0.3	1	0.2	1	0.25	2	0.3	1	0.25	1	0.25	2	0.25	2	
			0.4	1	0.2	1	0.4	2	0.2	1	0.15	1	0.15	2	0.15	2	
Part has no symmetry (code the main feature(s) that define the orientation) (4)	Orientation defined by one main feature	4	0.25	1	0.15	1	0.15	1.5	0.1	1	0.25	1	0.1	1.5	0.1	2	
			0.25	1	0.1	1.5	0.24	2	0.2	1	0.1	1.5	0.15	2	0.15	3	
			0.15	1	0.14	1	0.15	1	0.1	1	0.05	1	0.1	1.5	0.08	2	
	Orientation defined by two main features and one is a step, chamfer or groove	6	0.2	2	0.15	2	0.1	2.5	0.1	2	0.15	2	0.1	2.5	0.1	3	
			0.1	3	0.1	3.5	0.1	4	0.1	3	0.1	3.5	0.1	4	0.1	5	
			0.05	2	0.05	2	0.05	2.5	0.05	2	0.05	2	0.05	2.5	0.05	3	
	Other including slight asymmetry (3) etc.	9	MANUAL HANDLING REQUIRED														

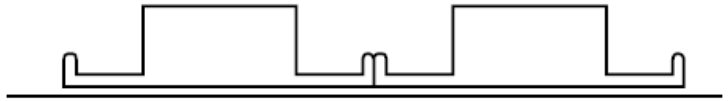
1. Обертальна симетрія на 180° відносно осі означає, що та сама орієнтація деталі повторюватиметься лише один раз шляхом обертання деталі на 180° навколо цієї осі.
2. Уступи, фаски або наскрізні канавки – це елементи, які можна побачити на силуеті.
3. Видимі деталі помітні, але асиметрія, викликана цими деталями, становить менше 0,1 відповідного розміру оболонки. Для деталі, яка має обертальну симетрію на 180° відносно певної осі, невелика асиметрія означає, що деталь має обертальну симетрію майже на 90° відносно цієї осі.
4. Деталь, яка не має обертальної симетрії, означає, що та сама орієнтація частини не повторюватиметься при обертанні частини на будь-який кут менше 360° відносно будь-якої з трьох осей X, Y або Z.

Основна ознака — це ознака, яка вибирається для визначення орієнтації деталі. Усі елементи, вибрані для повного визначення орієнтації частини, мають бути необхідними та достатніми для цієї мети.

Часто ознаки виникають парами чи групами, і пара чи група ознак є симетричною відносно однієї з трьох осей X, Y або Z. У цьому випадку пару чи групу ознак слід розглядати як одну головну ознаку. Використовуючи цю умову, для повного визначення орієнтації частини потрібні щонайбільше дві основні ознаки.

Додаткові труднощі, які виникають при автоматичній подачі

Difficult to feed - parts overlap



Easy to feed

Якщо краї деталей тонкі, під час подачі може виникнути черепиця або перекриття, що призводить до проблем із використанням орієнтуючих пристроїв на доріжці подачі

Додаткові відносні витрати на подачу з урахуванням додаткових ускладнень подачі

(Коментарі опису деталей див. текст лекцій стр 116)

AUTOMATIC HANDLING-ADDITIONAL FEEDER COSTS

Figures to be added to C_r					Parts will not tangle or nest				Tangle or nest but not severely				Severely tangle	Severely tangle
					Not light		Light		Not light		Light			
					Not sticky	Sticky	Not sticky	Sticky	Not sticky	Sticky	Not sticky	Sticky		
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parts are small and non-abrasive	Parts do not tend to overlap during feeding	Not delicate	Non-flexible	0	0	1	2	3	2	3	3	4	MANUAL HANDLING REQUIRED	
			Flexible	1	2	3	4	5	4	5	5	6		
		Delicate	Non-flexible	2	1	2	3	4	3	4	4	5		
			Flexible	3	3	4	5	6	5	6	6	7		
	Parts tend to overlap during feeding	Not delicate	Non-flexible	4	2	3	3	4	4	5	4	5		
			Flexible	5	4	5	5	6	6	7	6	7		
		Delicate	Non-flexible	6	3	4	4	5	5	6	5	6		
			Flexible	7	5	6	6	7	7	8	7	8		

		Very small parts					Large parts				
		Rotational		Non-rotational			Rotational		Non-rotational		
		$L/D \le 1.5$	$L/D > 1.5$	$A/B \le 3$ $A/C > 4$	$A/B > 3$	$A/B \le 3$ $A/C \le 4$	$L/D \le 1.5$	$L/D > 1.5$	$A/B \le 3$ $A/C > 4$	$A/B > 3$	$A/B \le 3$ $A/C \le 4$
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parts are very small or large but are nonabrasive	8	2	2	2	2	2	9	9	9	9	9

		Parts will not severely tangle or nest									Severely tangle or nest
		Small parts					Large parts		Very small parts		
		Orientation defined by geometric features			Orientation defined by non-geometric features		Orientation defined by geometric features	Orientation defined by non-geometric features	Orientation defined by geometric features	Orientation defined by non-geometric features	
		Non-flexible		Flexible							
		Do not overlap	Overlap		Do not overlap	Overlap					
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Abrasive parts	9	2	4	4			9		4		

Високошвидкісне автоматичне складання

Для складальних верстатів, що працюють на циклах більше 1 с, вартість автоматичного складання C_i визначається як

$$C_i = \left(\frac{60}{F_r}\right) R_i$$

де F_r — необхідна швидкість складання (або швидкість подачі деталей),
R_i — вартість (центи/с) використання автоматичної робочої головки.

Використовуючи простий метод окупності для оцінки швидкості R_i обладнання

$$R_i = \frac{W_c E_o}{(5760 P_b S_n)} \text{ cents/s}$$

де W_c — вартість робочої головки для подачі ($),
E_o — коефіцієнт накладних витрат на виробництво обладнання,
P_b — період окупності в місяцях, а S_n — кількість робочих змін за день.

Високошвидкісне автоматичне складання

Наприклад стандартна робоча частина коштує 10 000 доларів після встановлення та налагодження, період окупності становить 30 місяців при двозмінній роботі, а накладні витрати на заводське обладнання становлять 100% (Eo = 2), ми отримуємо

$$R_i = \frac{10,000 \times 2}{(5760 \times 30 \times 2)} = 0.06 \text{ cents/s}$$

Використання обладнання протягом 1 с коштувало б 0,06 цента.

Якщо ми візьмемо цю цифру як константу для «стандартної» робочої головки та призначимо відносний коефіцієнт витрат W_r будь-якій робочій головці, що розглядається, тоді рівняння

$$C_i = \left(\frac{60}{F_r}\right) R_i \longrightarrow C_i = 0.06\left(\frac{60}{F_r}\right) W_r$$

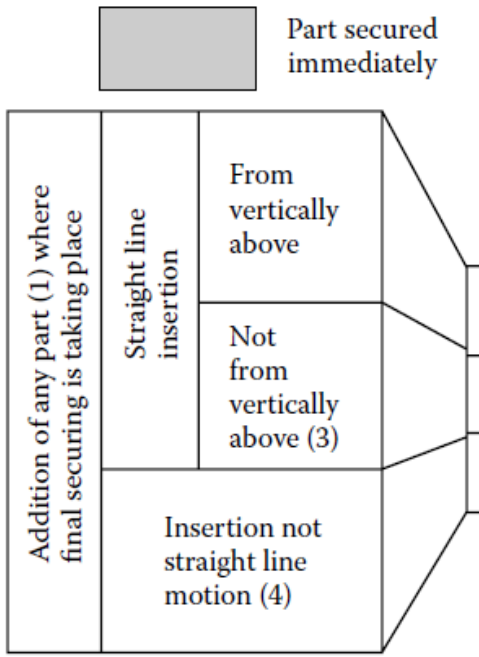
Відносні витрати робочої головки W_r для автоматичного складання

AUTOMATIC INSERTION - RELATIVE WORKHEAD COST, W_c

Key: Part added but not secured

				After assembly no holding down required to maintain orientation and location (5)				Holding down required during subsequent process(es) to maintain orientation and location (5)			
				Easy to align and position (6)		Not easy to align or position (no features provided for the purpose)		Easy to align and position (6)		Not easy to align or position (no features provided for the purpose)	
				No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)
				0	**1**	**2**	**3**	**6**	**7**	**8**	**9**
No final securing is taking place (2)	Straight line insertion	From vertically above	**0**	1	1.5	1.5	2.3	1.3	2	2	3
			1	1.2	1.6	1.6	2.5	1.6	2.1	2.1	3.3
		Not from vertically above (3)	**2**	2	3	3	4.6	2.7	4	4	6.1
	Insertion not straight line motion (4)										

Позначення цифр (1 - 7) див. текст лекцій



	No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap of press fits, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion						Screwing immediately after insertion	
			Plastic bending			Rivetting of similar plastic deformation				
	Easy to align and position (6) no resistance to insertion	Not easy to align or position and/or resistance to insertion	Easy to align and position (6)	Not easy to align or position (no features provided for the purpose)		Easy to align and position (6)	Not easy to align or position (no features provided for the purpose)		Easy to align and position (6) no resistance to screwing	Not easy to align or position and/or resistance to screwing (7)
				No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)		No resistance to insertion	Resistance to insertion (7)		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	1.2	1.9	1.6	2.4	3.6	0.9	1.4	2.1	0.8	1.8
4	1.3	2.1	2.1	3.2	4.8	1	1.5	2.3	1.3	2
5	2.4	3.8	3.2	4.8	7.2	1.8	2.8	4.2	3.6	3.6

Позначення цифр (1 -6) див. текст лекцій

Separate operation

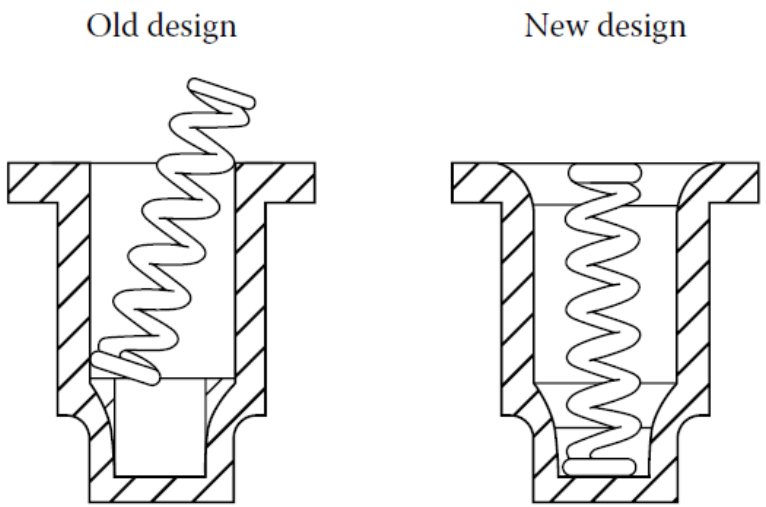
		Mechanical fastening processes (parts already in place)				Non-mechanical fastening processes (parts already in place)				Non- fastening processes	
		None or localized plastic deformation				Metallurgical processes					
							Additional material required				
		Bending or similar processes	Rivetting or similar processes	Screwing or other processes	Snap fit, snap clip, press fit, etc.	No additional of mat-erial (friction or resis-stance weldding, etc.)	Soldering processes	Welding or brazing	Chemical processes (adhesive bonding etc.)	Manipulation of parts or sub-assenbly (orienting, fitting, adjustment etc.)	Other processes (liquid insertion etc.)
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Assembly process where all solid parts in place or non-solids added or parts are manipulated	9	1.6	0.9	0.8	1.6	1.2	1.1	1.1	0.8	1.5	

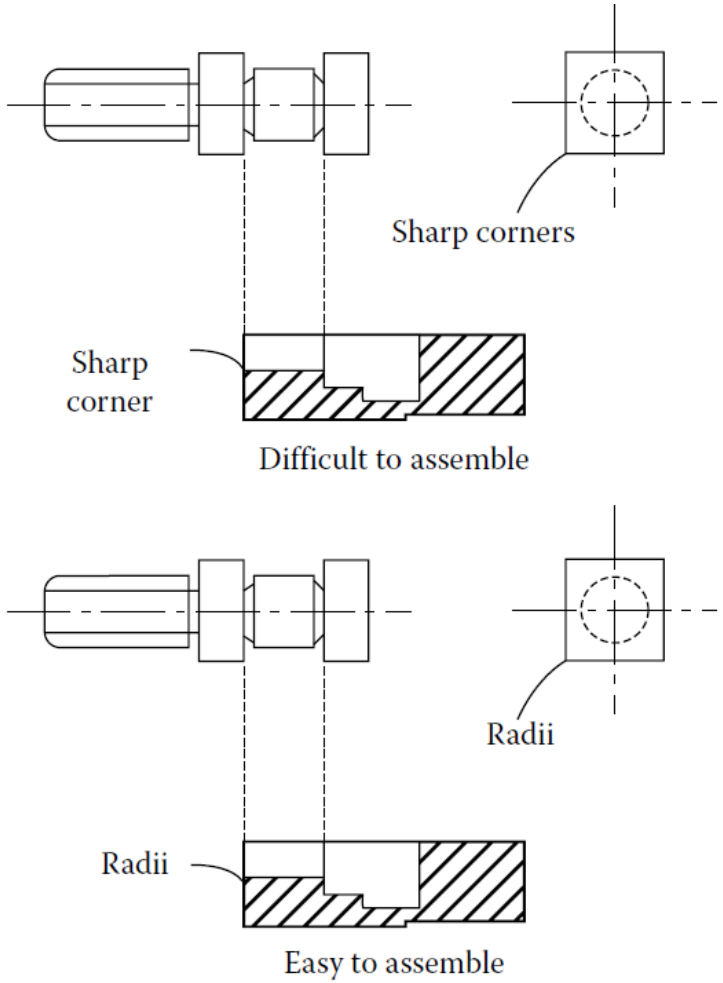
Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

1. Скорочення кількості деталей

Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

2. Уведення напрямних і фасок. Видаляються гострі кути, щоб деталь, яка збирається, могла бути спрямована в правильне положення під час складання

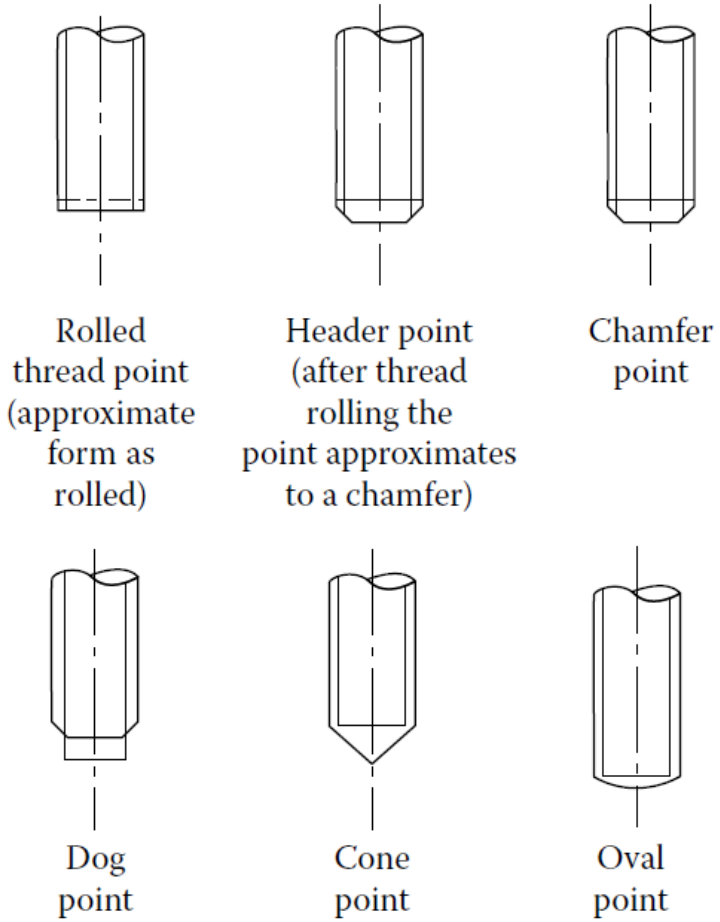




Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

Гвинти, які центруються в отворі, дають найкращі результати при автоматичному складанні

1. Rolled thread point (approximate form as rolled): Накатана різьба (або форми відповідні до накатаній різьби): дуже погане розташування; не буде центруватись без точного контролю зовнішнього діаметра гвинтів
2. Header point (after thread rolling the point approximates to a chamfer): Форма верхівки болта наближається до фаски (після накочування різьби форма верхівки наближається до фаски): лише трохи краще, ніж (1), якщо має правильну форму
3. Chamfer point: Форма верхівки гвинта з фаскою: можливо для застосування
4. Dog point: Форма верхівки гвинта з стрижневим кінцем: можливо для застосування
5. Cone point: Конічна форма верхівки гвинта: дуже добре для застосування
6. Oval point: Овальна форма верхівки гвинта: дуже добре для застосування

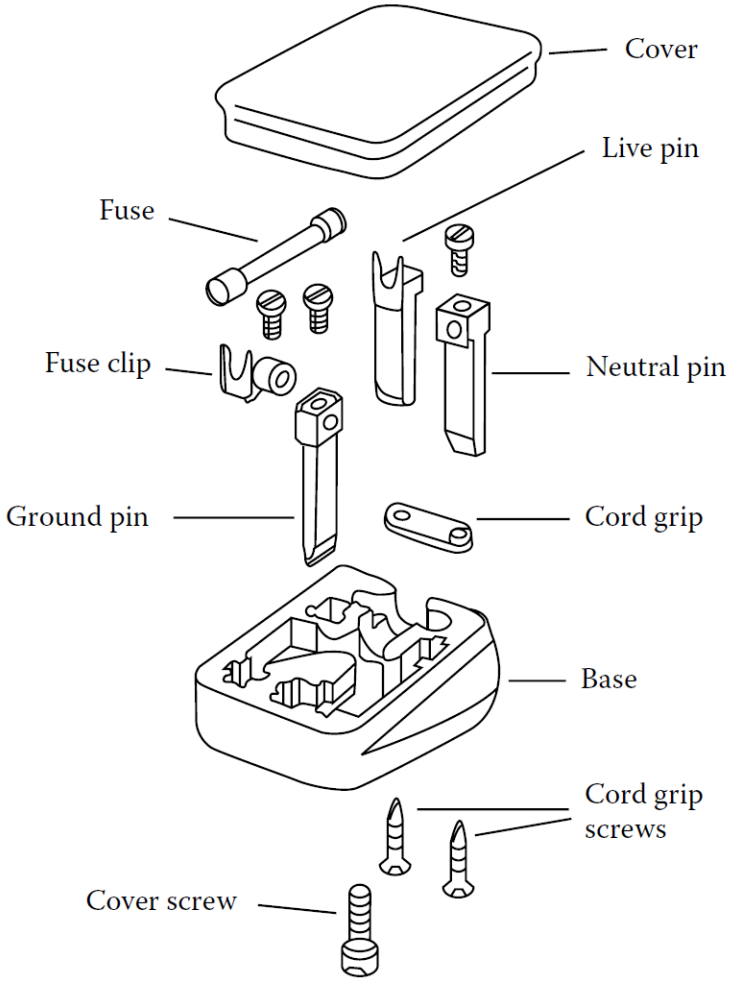


Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

3. Забезпечити складання послідовно або шарами, при цьому кожна частина розміщується поверх попередньої

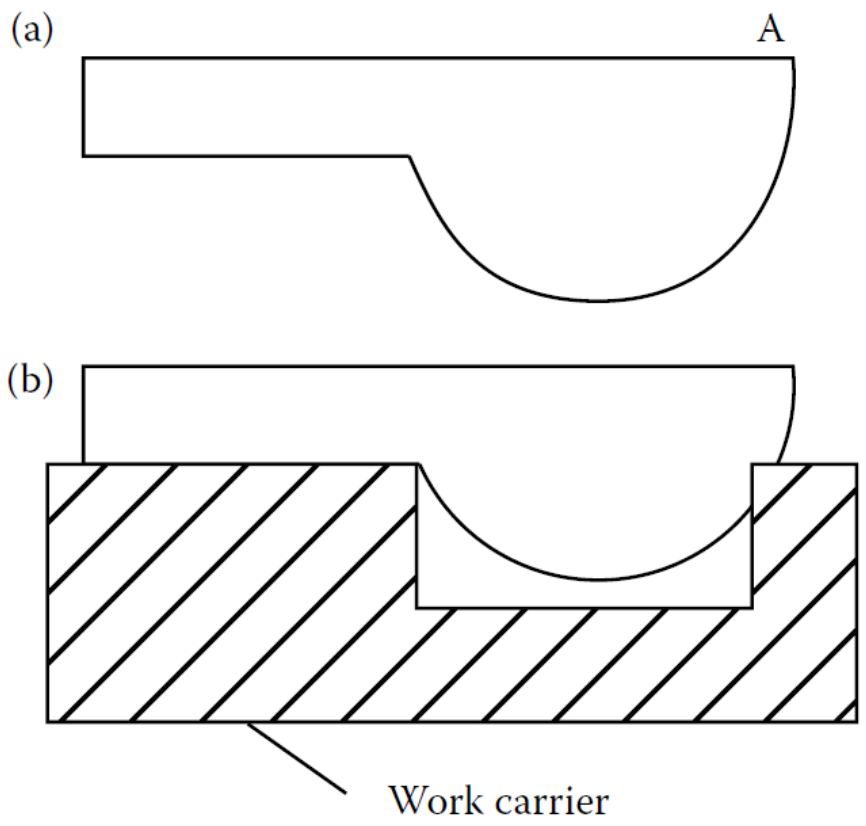
Якщо збірка зверху неможлива, доцільно розділити збірку на підвузли

Cover	Обкладинка
Fuse	Запобіжник
Live pin	Жива шпилька
Fuse clip	Затиск запобіжника
Neutral pin	Нейтральний штифт
Ground pin	Штифт заземлення
Cord grip	Захват шнура
Base	База
Cover screw	Гвинт кришки
Cord grip screws	Гвинти для кріплення шнура



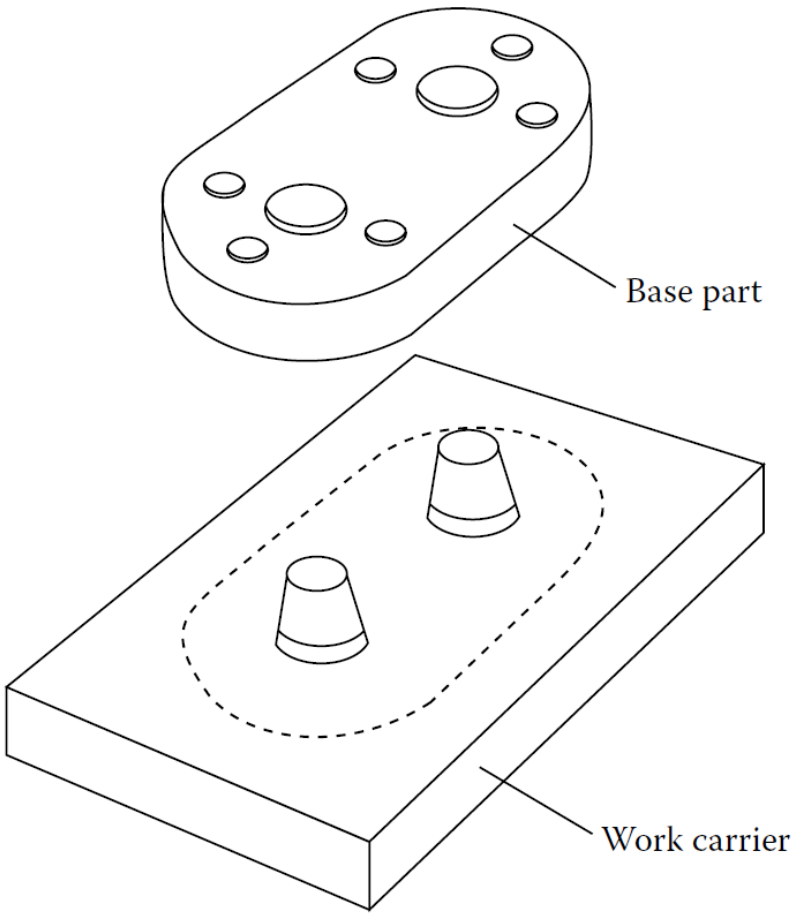
Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

4. базова частина повинна мати характеристики, які роблять її придатною для швидкого та точного розташування на робочому носії



Загальні правила проектування продукції для автоматизованого складання

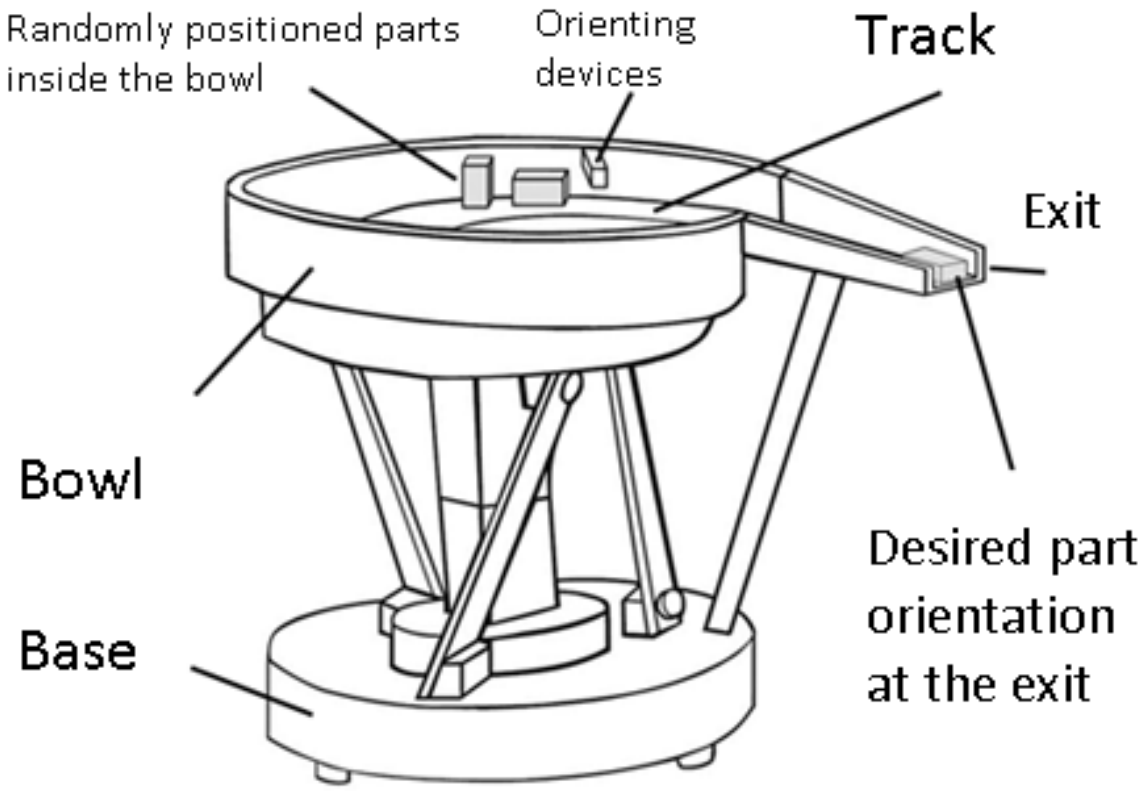
Для спрощення монтажу базової частини на робочому утримувачі, штифти можна зробити конусоподібними, щоб забезпечити напрямок



Конструкція деталей для подачі та орієнтування

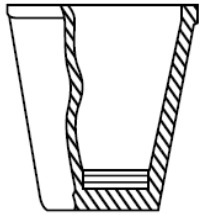
Найбільш універсальним подавачем деталей є вібраційний подавач з чашею

https://youtu.be/y8oR9TdUMYk
https://youtu.be/oAY2JDV6XMM

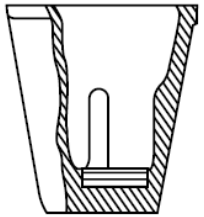


Конструкція деталей для подачі та орієнтування

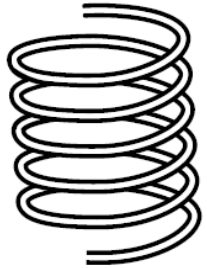
1. Уникайте проектування частин, які можуть заплутуватися, гніздуватися



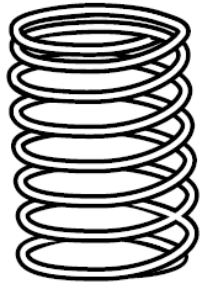
Parts will nest



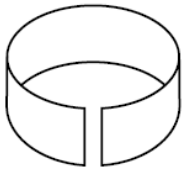
Rib in part will stop nesting



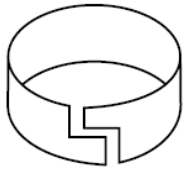
Open-ended spring will tangle



Closed-ended spring will tangle only under pressure

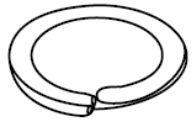


Straight slot will tangle



Crank slot will not tangle

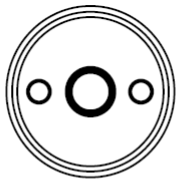
Open spring-lock washer will tangle



Closed spring-lock washer will tangle only under pressure

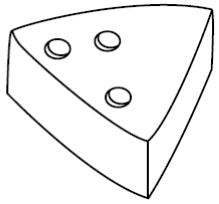
Конструкція деталей для подачі та орієнтування

2. Зробіть деталі симетричними.
3. Якщо частини неможливо зробити симетричними, уникайте легкої асиметрії або асиметрії, яка є результатом дрібних чи негеометричних елементів.

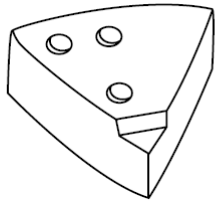


Difficult to orient with respect to small holes

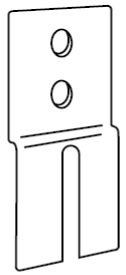
Flats on the sides make it much easier to orient with respect to small holes



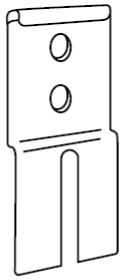
Triangular shape of part makes automatic hole orientation difficult



Nonfunctional shoulder permits proper orientation to be established in a vibrant feeder and maintained in transport rails

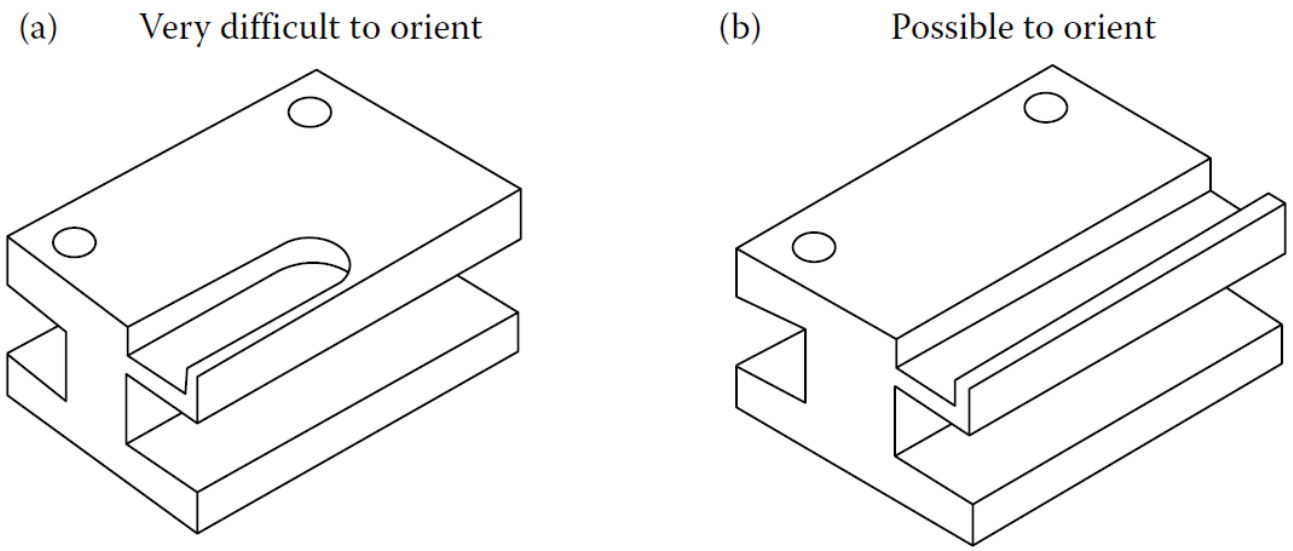


No feature sufficiently significant for orientation



When correctly oriented will hang from rail

Менш очевидний приклад зміни дизайну для спрощення подачі та орієнтування



Резюме правил проектування для високошвидкісного автоматичного складання

Правила дизайну продукту

1. Мінімізуйте кількість деталей.
2. Переконайтеся, що виріб має відповідну базову частину, на якій можна побудувати вузол.
3. Переконайтеся, що базова частина має функції, які дозволяють легко розмістити її в стабільному положенні в горизонтальній площині.
4. Якщо можливо, сконструюйте виріб так, щоб його можна було складати шарами, причому кожна частина збиралася зверху та була позитивно розташована, щоб не було тенденції до її переміщення під дією горизонтальних сил протягом періоду простою подавача.
5. Спробуйте полегшити збірку, забезпечивши фаски або конуси, які допомагають спрямовувати та розташовувати деталі в правильному положенні.
6. Уникайте дорогих і трудомістких операцій кріплення, таких як закручування гвинтів, паяння тощо.

Резюме правил проектування для високошвидкісного автоматичного складання

Правила проектування частин

1. Уникайте виступів, отворів або прорізів, які спричиняють сплутування з ідентичними частинами, коли їх розміщують у механізмі подачі. Цього можна досягти, розташувавши отвори або прорізи так, щоб вони були меншими за виступи.

2. Спробуйте зробити деталі симетричними, щоб уникнути потреби в додаткових орієнтуючих пристроях і відповідної втрати ефективності пристрою подачі.

3. Якщо неможливо досягти симетрії, перебільште асиметричні елементи, щоб полегшити орієнтування, або, як альтернатива, забезпечте відповідні асиметричні особливості, які можна використовувати для орієнтації частин.

Відео по темі

https://www.youtube.com/watch?v=noRACAEESKk&list=PLZGhHrVqyIawSQapemVGdGNBiwmuVuPdG&index=7&t=1s