

ЛЗ.Точность сборки ЛА

Лекция 3

Из задания на дипломное проектирование

2.3.2 Проанализировать возможные варианты методов сборки, схем сборки и схем увязки оснастки.

2.3.3 Рассчитать допуск на узел для 2-х вариантов сборки и увязки.

2.3.4 Рассчитать точность сборки узла по обводам, сравнить с допуском на узел, сделать выводы.

2.3.5 Выбрать оптимальную схему сборки и увязки заготовительной и сборочной оснастки на основе точностных и экономических расчетов.

2.3.6 Разработать схему базирования составных частей узла.

2.3.7 Спроектировать укрупненный технологический процесс сборки узла.

2.3.8 Составить ТУ на поставку деталей и подборок в соответствии с техпроцессом сборки узла.

Рекомендуемая литература:

1. Технология производства самолетов и вертолетов : учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию: в 2 ч. Сборочно-монтажные работы / В.С. Кривцов, Ю. М. Букин, Ю. А. Боборыкин, Ю. А. Воробьев. – Х. : Нац. Аэрокосмич. ун-т "ХАИ", 2006. – 258 с.
2. Технология производства летательных аппаратов / В.Г. Кононенко, П.Н. Кучер и др. Киев: Вища школа, 1974. – 222 с.

Методические указания к порядку проведения точностного анализа при выборе метода сборки

Наиболее удобен следующий порядок расчета:

1. По исходным данным, приведенным в чертеже и ТУ на агрегат, определяют такие допуски:

- а) на контуры агрегата в месте расположения узла;
- б) по сопряжению элементов конструкции узла – допуски на взаимное смещение деталей , (например, на смещение стоек, шпангоутов, стрингеров, обрезов деталей);
- в) на перемычки.

2. Определяют допуск на узел, для чего выбирают метод обеспечения взаимозаменяемости (КШМ, ЭШМ или ПШМ) и метод сборки агрегата и узла (методы сборки узлов существенного влияния на определение такого допуска не оказывают).

Резервом расширения допуска на узел является повышение точности увязки. В этом отношении эффективны объемные методы увязки, например ЭШМ.

Если конструкция объекта позволяет использовать не один вариант увязки, а допуски на агрегат жесткие, например $\pm(1,0...1,5)$ мм, целесообразно провести расчет допуска для двух вариантов увязки – КШМ и ЭШМ.

3. Принимают вариант метода сборки узла. Пригодность этого метода оценивают сравнением рассчитанного допуска с заданным. Очевидно, должно выполняться условие

$$\delta_{сб} \leq \delta_{узл. ТУ}$$

Рассматривая метод сборки и определяя допуск на узел, мы, таким образом, выбираем метод увязки. Поэтому выполнение приведенного выше условия автоматически оправдывает и принятый метод увязки. Если же условие не выполняется, то следует:

- а) рассматривать возможность расширения допуска на узел использованием объемных методов увязки (допуск на узел будет примерно в два раза шире, чем при КШМ);
- б) изменить метод сборки;
- в) исследовать возможности повышения точностных характеристик изготовления оснастки, а затем деталей, если изменение метода сборки ничего не даст.

4. Если несколько вариантов методов сборки обеспечивают требуемую точность по ТУ, следует провести экономический анализ.

1. Предельно допустимые погрешности самолета

Параметры точности форм и размеров	Допустимые предельные отклонения, мм
1. Плавные отклонения от теоретического контура:	
крыло, I зона	±1
крыло, II зона	±2
фюзеляж, до миделевого сечения	±2
фюзеляж, остальная часть	±3
2. Волнистость:	
крыло	0,002
фюзеляж в продольном направлении	0,003
фюзеляж в поперечном направлении	0,005
3. Габариты:	
длина фюзеляжа, самолета	±5
размах крыла	±4
хорда крыла	±2
4. Межосевые расстояния элементов продольного и поперечного силового наборов	±1

2. Определение допуска на проектируемый узел

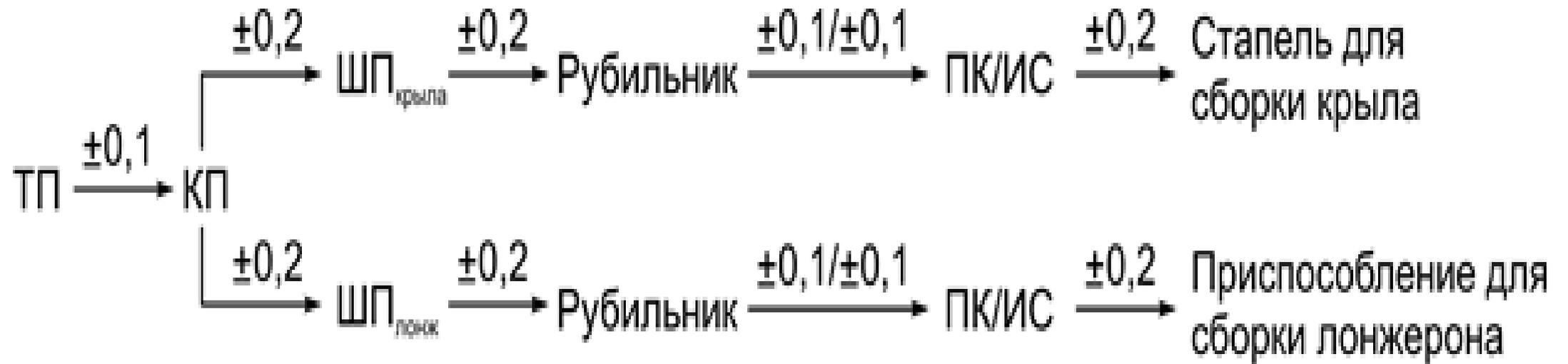
на точность сборки оказывают влияние принятые методы сборки агрегата и схема увязки оснастки, поэтому величина допуска на узел $\delta_{\text{узел}}$ определяется выражением

$$\delta_{\text{узел}} = \delta_{\text{агр. ТУ}} - C_{\text{пр (агр-узел)}},$$

где $C_{\text{пр (агр-узел)}}$ – погрешность увязки оснастки для узла и агрегата, которую определяют по схеме увязки оснастки.

Например, согласно принятой схеме увязки (рис. 6.7) определим допуск на лонжерон, если допуск на крыло по ТУ $\delta_{\text{агр}} = \pm 2,0$ мм, метод увязки – координатно-шаблонный, сборку предполагается осуществить в приспособлении.

Структурная схема увязки приспособлений крыла и лонжерона при координатно-шаблонном методе



Расчет допуска на проектируемый узел

$$C_{пр(агр-узел)} = \pm \sqrt{0,2^2 \cdot 6 + 0,1^2 \cdot 4} = \pm 0,53 \text{ мм};$$

$$\delta_{узел} = \delta_{агр.ТУ} - C_{пр(агр-узел)} = \pm(2,0 - 0,53) = \pm 1,47 \text{ мм}.$$

С полученной величиной допуска на лонжерон сравнивают погрешность сборки лонжерона рассматриваемым методом.

Расчет погрешности сборки узла в приспособлении с компенсацией погрешностей при изготовлении деталей

Итак, допуск на сборку в приспособлении с компенсацией определяют по формуле

$$\delta_{сб} = \delta_{пр} + k_{приж} C_{конт} (пр-дет) + \delta_{проч} .$$

Например, определим погрешность сборки лонжерона крыла в приспособлении. Увязка оснастки осуществляется координатно-шаблонным методом. Проверить, можно ли применять сборку в приспособлении, если $\delta_{узн.ту} = \pm 1,0$ мм. Принятая схема увязки изображена на рис. 6.5.

Структурная схема увязки приспособления для сборки лонжерона и детали в КШМ



Пример расчета

Тогда согласно схеме увязки

$$\delta_{пр} = \sqrt{\sum \delta^2_{ТП-присп}} = \sqrt{0,1^2 \cdot 3 + 0,2^2 \cdot 3} = \pm 0,387 \text{ мм};$$

$$C_{конт (пр-дет)} = \pm \sqrt{\sum \delta^2_{несвяз. этапов}} = \sqrt{0,2^2 \cdot 6 + 0,1^2 \cdot 2} = \pm 0,51 \text{ мм}.$$

Учитывая, что $\Delta_{проч} = 0,4 \Delta_{сб}$, получаем

$$\frac{\delta_{сб}}{2} = 0,387 + 0,51 k_{приж} + 0,4 \frac{\delta_{сб}}{2},$$

ИЛИ

$$\frac{\delta_{сб}}{2} = \pm (0,645 + 0,85 k_{приж}).$$

Пример расчета

Коэффициент $k_{приж}$ определим из условия выполнения заданного допуска на лонжерон:

$$\delta_{сб} \leq \delta_{узл. ТУ} .$$

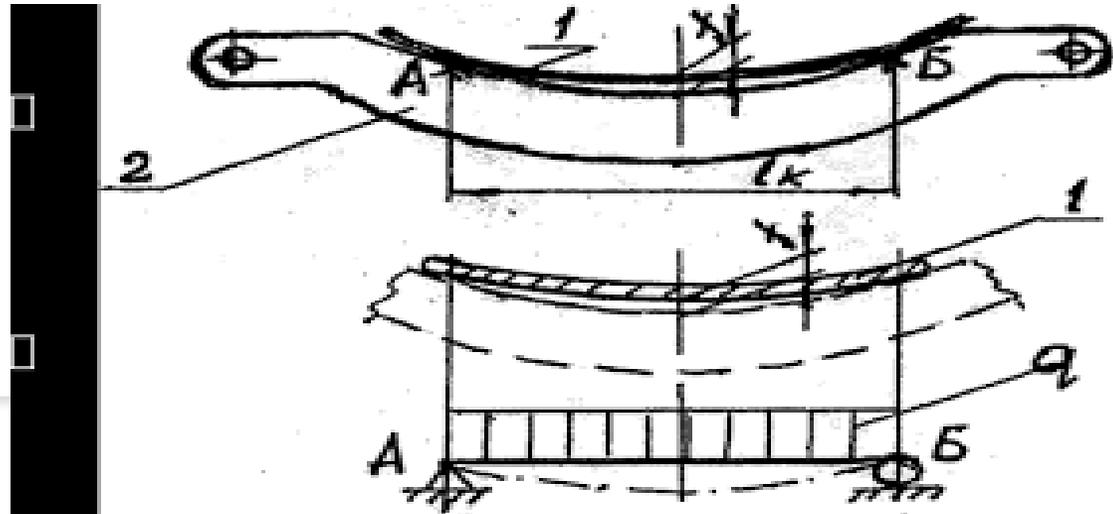
Тогда $\pm (0,645 + 0,85 k_{приж}) \leq \pm 1$, откуда $k_{приж} \leq \frac{1 - 0,645}{0,85} = 0,418$.

Пример расчета

Зависимость $k_{приж}$ от шага фиксаторов $I_{фикс} / I_{дет}$

$I_{фикс} / I_{дет}$	1	0,5	0,33	0,25	0,18	0,15
Количество прижимов	2	3	4	5	7	8
$k_{приж}$	0,85	0,6	0,5	0,25	0,20	0,10

Пример расчета



По табл. 6.4 находим количество прижимных точек и шаг фиксаторов:

$$n = 5; I_{\text{фикс}} = 0,25 I_{\text{дет}}.$$

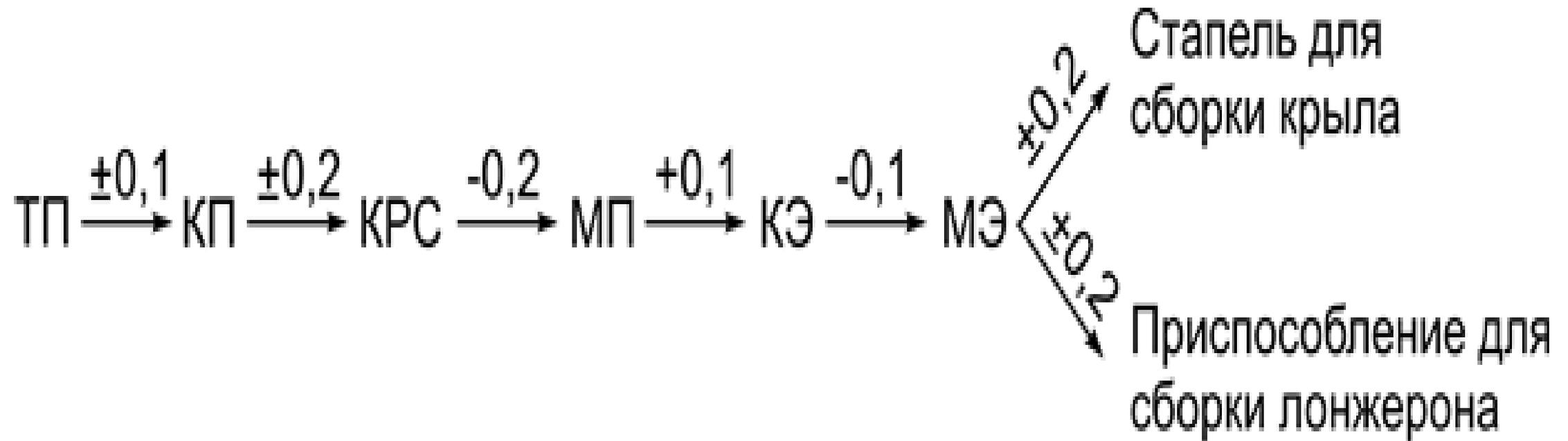
Пример решения типовой задачи определения погрешностей сборки по структурным схемам

- Определить погрешность изготовления приспособлений для сборки лонжерона и крыла. Увязка осуществлена по эталонно-шаблонному методу.

Используя данные табл. 6.1 и 6.2, проставим допуски отдельных этапов на структурной схеме (рис. 6.1). Затем, вычисляя **допуск на увязку** по приведенным выше формулам и считая, что все погрешности подчинены закону Гаусса, получаем

$$C_{\text{пр.крыло-лонж}} = \pm 0,28 \text{ мм.}$$

Структурная схема увязки приспособлений для сборки лонжерона и крыла при эталонно-шаблонном методе



Вычисление погрешности сборки по обводам

Если распределение отклонений также подчинено закону Гаусса, то, определяя допуск на изготовление приспособления по выражению

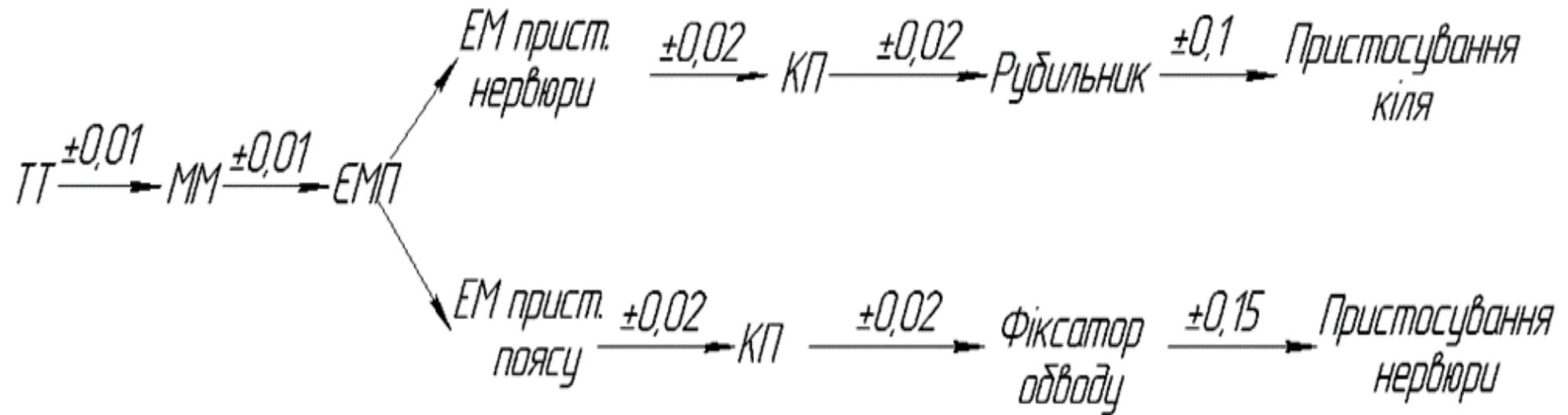
$$\delta_{\text{пр. крыла}} = \sum \Delta_i \pm \sqrt{\sum \delta_i^2},$$

находим

$$\begin{aligned} \delta_{\text{пр. крыла}} &= (-0,1 + 0,05 - 0,05) \pm \sqrt{0,1^2 \cdot 2 + 0,2^2 \cdot 2 + 0,05^2 \cdot 2} = \\ &= -0,1 \pm 0,324 \text{ мм}, \end{aligned}$$

откуда $BO = +0,224 \text{ мм}$, $HO = -0,424 \text{ мм}$.

Программно-инструментальный метод

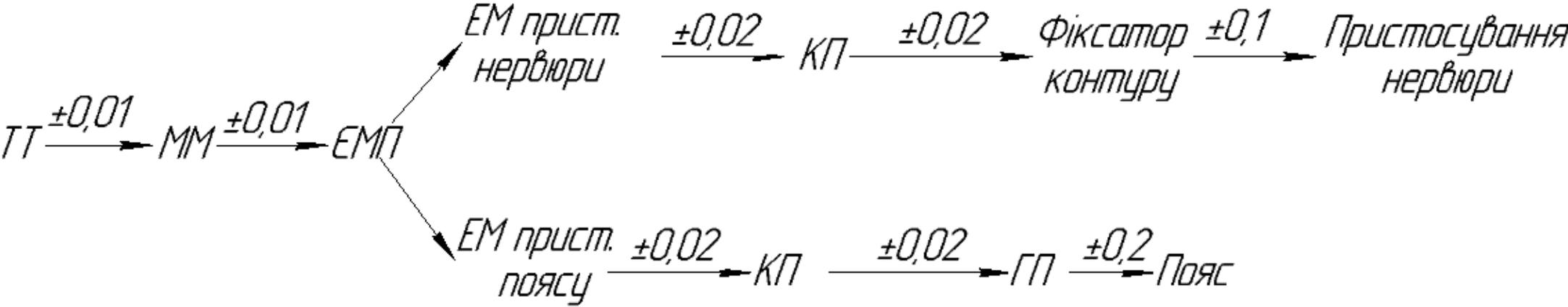


Допуск на узел для ПРИМ

$$C_{\text{п.агр}} = \pm \sqrt{0,01^2 \cdot 2 + 0,02^2 \cdot 4 + 0,1^2 + 0,15^2} = \pm 0,185 \text{ мм}$$

$$\delta_{\text{вуз}} = \pm (2 - 0,185) = \pm 1,815 \text{ мм}$$

Схема увязки в ПРИМ для определения точности сборки



Результаты расчетов для ПРИМ

Похибка носія розмірів:

$$\frac{\delta_{\text{пр}}}{2} = \sqrt{0,02^2 \cdot 2 + 0,1^2} = \pm 0,104 \text{ мм};$$

Похибка контуру пристосування-деталь:

$$C_{\text{контур пр-дет}} = \pm \sqrt{0,01^2 \cdot 2 + 0,02^2 \cdot 4 + 0,1^2 + 0,2^2} = \pm 0,227 \text{ мм};$$

Оскільки крива розподілення похибок підпорядковується нормальному закону розподілення, то верхнє і нижнє відхилення однакові:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{СК}} &= 0,104 + 0,227 + 0,4\delta_{\text{СК}}; \\ 0,4\delta_{\text{СК}} &= \pm 0,331 \text{ мм}; \quad \delta_{\text{СК}} = \pm \frac{0,331}{0,4} = \pm 0,827 \text{ мм} \end{aligned}$$

Анализ полученных данных по точности увязки и изготовления

Метод увязки	$\delta_{агр. ТУ}$	$C_{пр.крыло-лонж}$	$\delta_{узл. ТУ}$	$\delta_{сб}$
КШМ	+/-1	+/-0,51 мм	+/-0.49	+/-0.387 мм
ЭШМ	+/- 1	+/- 0.28 мм	+0,72 -0,72	$= -0,1 \pm 0,324 \text{ мм}$
ПрИМ	+/- 1,5	+0,549 -0,149	+0,951 -1,351	+0,789 - 0,246

Спасибо за внимание

- Лекция окончена
- Какие есть вопросы?