

УДК 623.06.02

## Анализ схем расположения узлов направления режущих инструментов на автоматических линиях со спутниками

*Швидко А.Э., студент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации»*

*Научный руководитель: Колесников Л.А., к.т.н., доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана  
[bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru)*

### КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ КОНДУКТОРНЫХ ПЛИТ

На автоматических линиях со спутниками применяются три типа узлов направления режущих инструментов (кондукторных плит):

- I. кондукторные плиты, стационарно установленные в позициях;
- II. кондукторные плиты, стационарно установленные в спутниках;
- III. кондукторные плиты, подводимые при движении подачи агрегатной головки и фиксируемые по специальным элементам самих спутников.

Среди факторов, оказывающих влияние на точность расположения осей обрабатываемых отверстий в общем случае, следует назвать геометрическое  $\Delta_{ГИ}$  и упругое  $\Delta_{УИ}$  смещение оси инструмента, погрешность установки  $\varepsilon_y$ , отнесенную к определенной точке заготовки, погрешность  $\Delta\rho$  расположения оси направляющей втулки относительно базовых элементов для заготовки (параметр преемственности) и погрешность  $\Delta_{ГР}$ , полученную на предшествующем технологическом переходе обработки данного отверстия. Степень влияния погрешностей предшествующего перехода  $\Delta_{ГР}$  не зависит от конструкции спутника. Эта погрешность влияет на упругие отжатия инструмента.

Величина погрешности установки зависит от типа кондукторной плиты. Так, в одних случаях на смещение оси влияет суммарная величина погрешности установки  $\varepsilon_y$ , а в других – только часть ее  $-\varepsilon_{y3}$  погрешность установки заготовки в спутнике.

Характерные отличия в схемах образования погрешностей смещения осей отверстий возникают при определении геометрического  $\Delta_{ГИ}$  и упругого  $\Delta_{УИ}$  смещений оси и при определении параметра преемственности  $\Delta_{\rho}$ . Геометрическое  $\Delta_{ГИ}$  и упругое  $\Delta_{УИ}$  смещения обычно неразрывно связаны между собой, поэтому для компактности записи условимся обозначать их одним символом -  $\Delta_{ГУ}$ , имея в виду, что

$$\Delta_{ГУ} = f(\Delta_{ГИ}, \Delta_{УИ}).$$

Рассмотрим структуру погрешности расположения оси отверстия относительно базы для названных вариантов установки направляющих втулок.

КОНДУКТОРНАЯ ПЛИТА СТАЦИОНАРНО УСТАНОВЛЕНА В РАБОЧЕЙ ПОЗИЦИИ (рис.1).

При таком варианте число узлов направления (кондукторных плит, втулок) на автоматической линии минимально, т.к. соответствует числу рабочих позиций, нуждающихся в этих узлах, а не числу спутников. Спутники конструктивно просты и все поверхности заготовки доступны для обработки режущими инструментами любой позиции линии.

При рассматриваемой компоновке можно ожидать значительной величины геометрического и упругого смещения  $\Delta_{ГУ}^I$  оси режущего инструмента из-за большого вылета  $\ell_x$  конца инструмента за торец втулки, размещенной вне спутника в отдельно стоящей кондукторной плите.

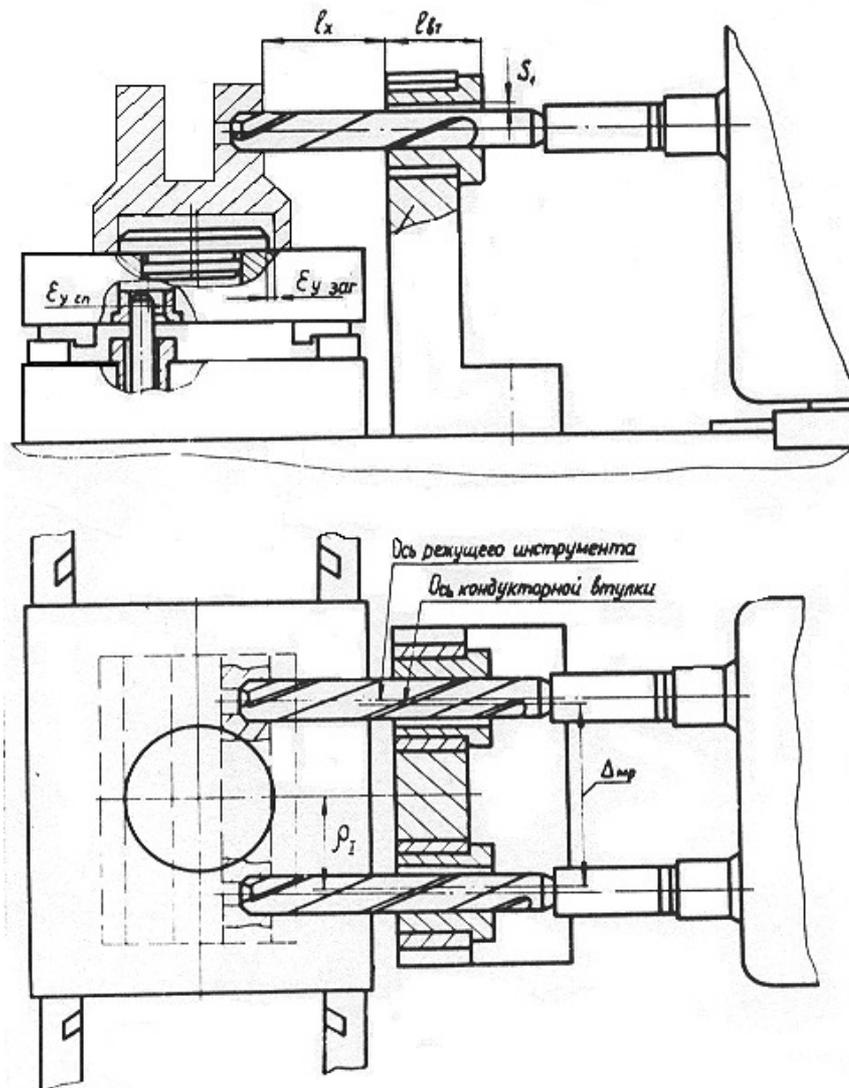


Рис. 1. Схема кондукторной плиты стационарно установленной в рабочей позиции (тип I).

На точность расположения оси обрабатываемого отверстия окажет непосредственное влияние погрешность установки  $\epsilon_y$ , включающая в себя погрешность установки  $\epsilon_{y_3}$

заготовки в спутнике и погрешность  $\epsilon_{y_c}$  установки спутников в позиции

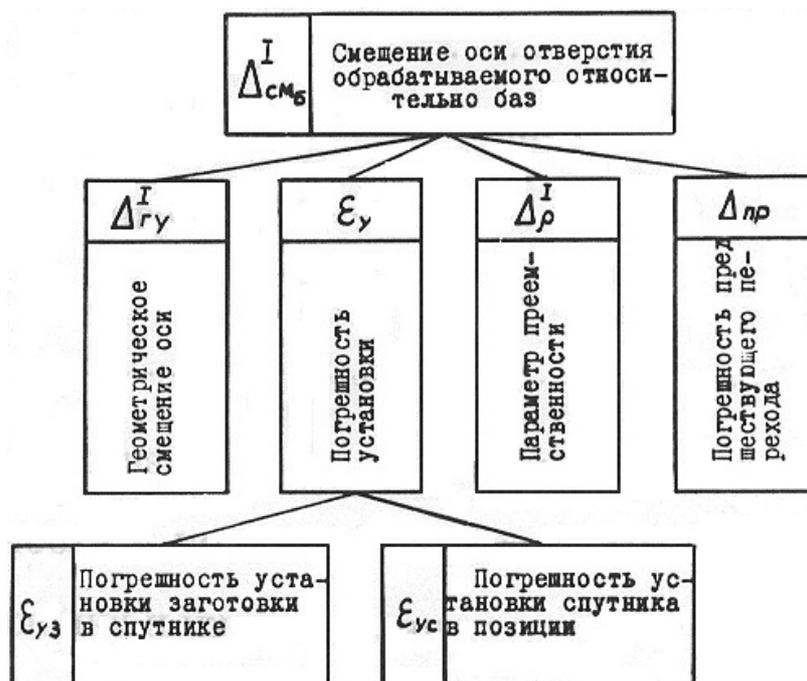


Рис. 2. Схема образования погрешности смещения оси отверстий относительно баз (кондукторная плита, тип I).

Погрешность  $\Delta \rho^I$  определяется величиной смещения оси кондукторной втулки стационарной плиты относительно установочных элементов позиции (ось цилиндрического фиксатора).

Компоновка позиции позволяет сохранить неизменной достигнутую при выверке соосность  $\Delta_{\Sigma}$  оси шпинделя и направляющей втулки. В случае жесткого соединения инструмента со шпинделем станка эта особенность приобретает важное значение, т.к. оказывает влияние и на точность направления инструмента и на сроки службы кондукторных втулок.

Таким образом погрешность расположения оси отверстия относительно баз для I-го случая формируется под влиянием следующих факторов(рис.2)

$$\Delta_{СМБ}^I = f(\Delta_{Гу}^I, \varepsilon_y, \Delta \rho^I, \Delta_{пр})$$

(индекс I относится к плитам типа I).

### КОНДУКТОРНАЯ ПЛИТА РАСПОЛОЖЕНА В КОРПУСЕ СПУТНИКА (рис.3)

В данном случае число узлов направления соответствует числу спутников, даже если обработка отверстий выполняется всего в нескольких (3-х – 4-х) позициях линии. Направляющие втулки загружены мало и долго сохраняют точность.

Величина геометрического и упругого смещений оси режущего инструмента  $\Delta_{ГУ}^{II}$  может быть значительно снижена за счет уменьшения вылета  $\ell_x$  от торца втулки до поверхности заготовки и  $\Delta_{ГУ}^{II} < \Delta_{ГУ}^x$ .

Погрешность  $\Delta\rho^{II}$  оси кондукторной втулки спутника относительно установочных элементов для заготовки остается постоянной для каждого спутника и изменяется для комплекта спутников в пределах допуска на изготовление, поэтому  $\Delta\rho^{II} < \Delta\rho^x$ .

Степень влияния погрешности установки на погрешность расположения оси отверстия сравнительно невелика, т.к. оказывает влияние только погрешность установки заготовки  $\epsilon_{уз}$ , а не суммарная величина  $\epsilon_y$ ,  $\epsilon_{уз} < \epsilon_y$ .

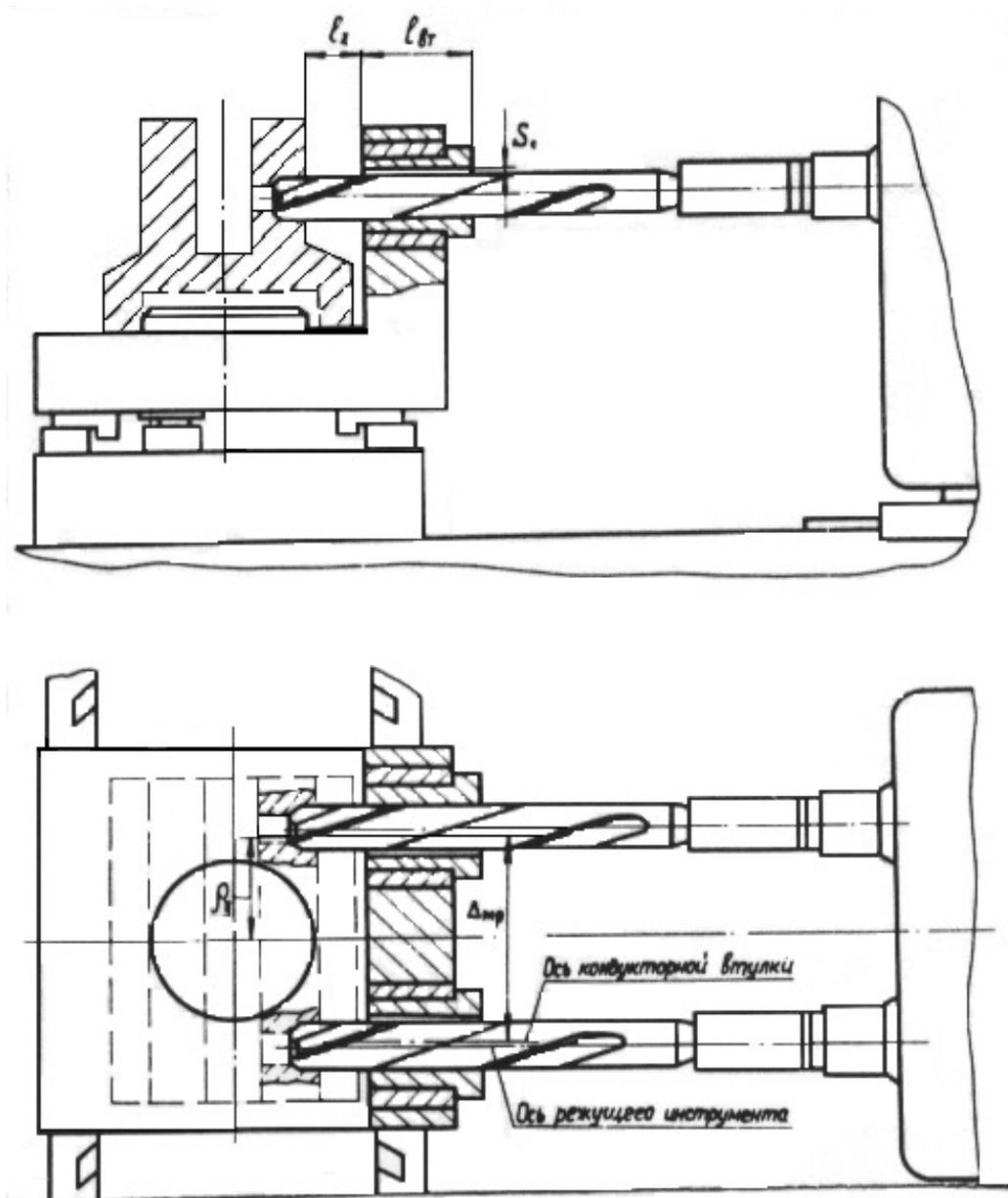


Рис. 3. Схема кондукторной плиты, расположенной в спутнике (тип II)



Рис.4. Схема образования погрешности смещения оси отверстий относительно баз (кондукторная плита, тип II).

Погрешность  $\epsilon_{УЗ}$  установки спутника в позиции лишь увеличивает смещение осей кондукторной втулки и инструментальной наладки, что может привести к увеличению упругих отжатый системы и к повышенному износу кондукторной втулки. Однако при плавающем соединении инструмента со шпинделем эта погрешность полностью устраняется.

Погрешность расположения оси отверстия относительно установочных баз заготовки для II-го случая (рис.4)

$$\Delta_{СМБ}^{II} = f(\Delta_{ГУ}^{II}, \epsilon_{УЗ}, \Delta\rho^{II}, \Delta_{ПР})$$

(индекс II относится к плите типа II).

ВТУЛКИ РАСПОЛОЖЕНЫ В ПОДВИЖНОЙ КОНДУКТОРНОЙ ПЛИТЕ, ФОРМИРУЕМОЙ НА СПУТНИКЕ (рис.5).

Структура погрешности расположения оси отверстия в этом случае аналогична случаю применения стационарно установленной кондукторной плиты, но имеет и отличительные особенности.

Особенность образования погрешности координат оси обрабатываемого отверстия связана с величиной погрешности расположения  $\Delta\rho^{III}$  оси кондукторной втулки относительно базовых элементов для заготовки. Погрешность  $\Delta\rho^{III}$  зависит от

погрешности  $\Delta_{\phi}$  фиксации кондукторной втулки на спутнике, погрешности взаимного расположения  $\Delta_{K\phi}$  осей кондукторной и фиксирующей втулок плиты, погрешности  $\Delta_{\phi\varepsilon}$  расположения установочных элементов для заготовки относительно втулок спутника, предназначенных для фиксации подвижной кондукторной плиты:

$$\Delta\rho^{III} = f(\Delta_{\phi}, \Delta_{K\phi}, \Delta_{\phi\varepsilon}), \quad \Delta\rho^{III} > \Delta\rho^I > \Delta\rho^{II}.$$

Расположение кондукторной втулки в подвижной плите, фиксируемой на самом спутнике, устраняет непосредственное влияние установки спутника в позиции и на положения оси отверстия сказывает влияние только погрешность  $\varepsilon_{уз}$  установки заготовки в спутнике.

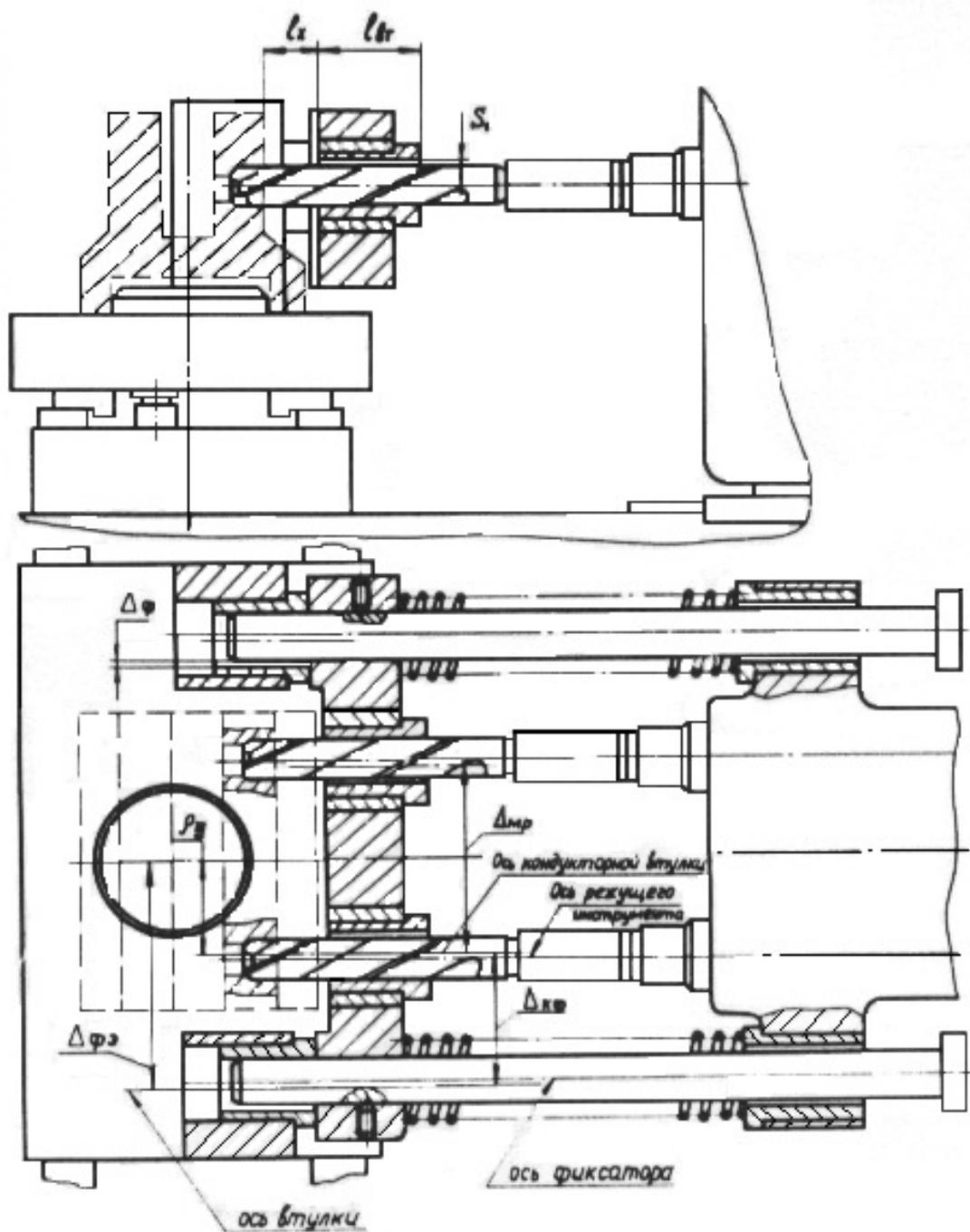


Рис.5. Схема кондукторной плиты, фиксируемой по спутнику (тип III).

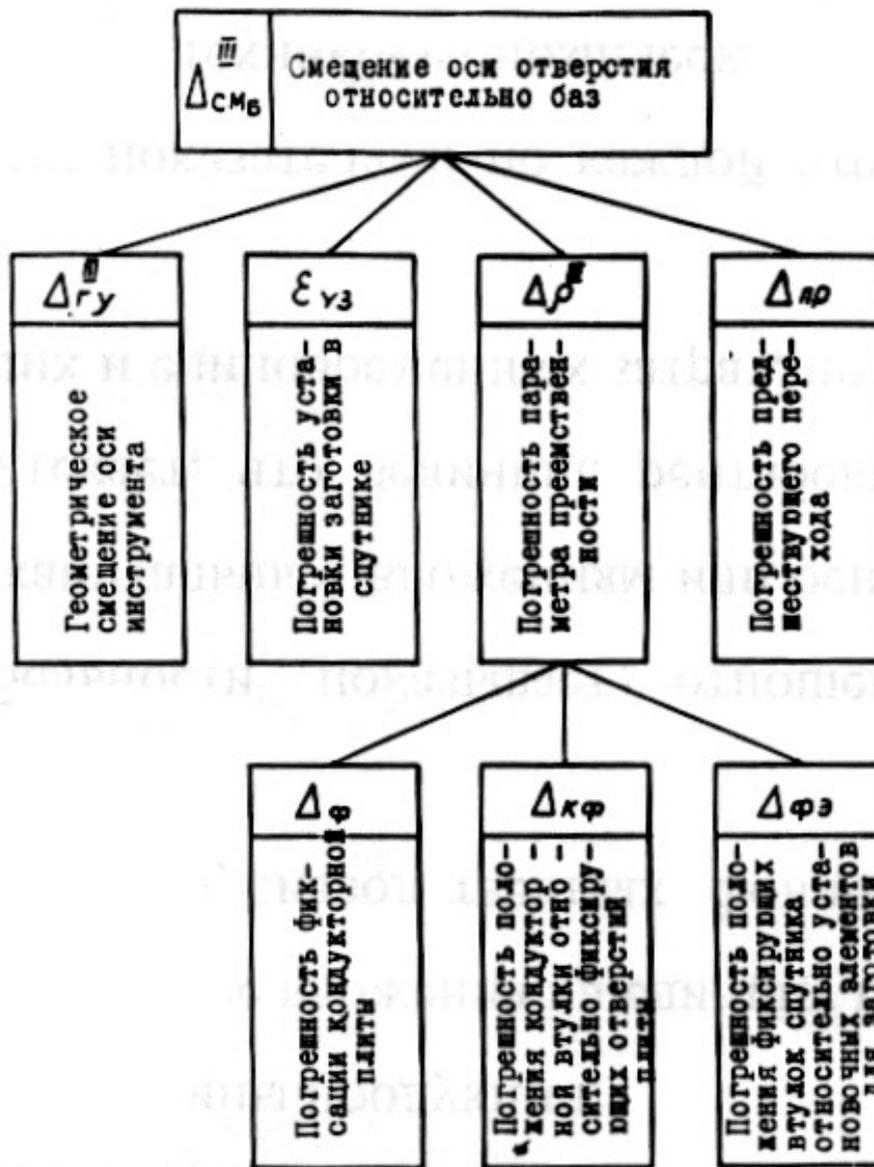


Рис. 6. Схема образования погрешности смещения оси отверстий относительно баз (кондукторная плита, тип III)

Для III-го варианта (рис.6)

$$\Delta_{СМБ}^{III} = f(\Delta_{ГУ}^{III}, \varepsilon_{УЗ}, \Delta\rho^{III}, \Delta_{ЯР})$$

(индекс III относится к плитам типа III).

Анализ условий формирования расположения оси отверстия, координированного относительно баз заготовки показал точностные преимущества II-й кондукторной схемы. При установке направляющих втулок на спутнике возможно эффективное снижение величины геометрического смещения оси инструмента за счет приближения втулки к обрабатываемой поверхности. Кроме того, размещение на корпусе спутника элементов фиксации спутников в позиции и узла направления инструмента исключает влияние на положение оси обрабатываемого отверстия погрешности установки спутника в позиции.

Однако при размещении направляющих втулок на спутнике увеличивается количество втулок, усложняется конструкция и увеличивается вес спутников, ограничивается доступность поверхности для обработки; погрешность установки спутников в позиции оказывает влияние на величину несовпадения осей инструмента и втулки, что создает неблагоприятные условия для работы инструмента и втулок.

Анализ применяемых на автоматических линиях со спутниками конструктивных вариантов узлов направления инструментов показал, что кондукторные плиты, устанавливаемые на спутнике, имеют преимущества по условиям достижения точности расположения осей отверстий. Однако с учетом условий работы автоматической линии и затрат на изготовление кондукторных плит, наиболее целесообразно применение стационарных плит, устанавливаемых в позиции и лишь отдельные кондукторные втулки (особенно для обработки отверстий сверху) целесообразно размещать в корпусе спутника.

#### **Список литературы**

1. Колесников Л.А., Кенигсберг Э.В. Точность установки приспособлений-спутников на автоматических линиях. Известия ВУЗов, Машиностроение, М., №11, 1975.
2. Колесников Л.А. Точность установки заготовок на автоматических линиях. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. Пятое издание. М., 2001 с.382-384.