

*П.В.Кушніров*

*Оценка погрешностей одно- и многопроходного торцового фрезерования плоскостей*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

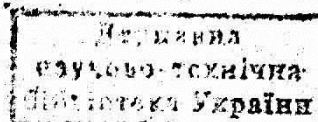
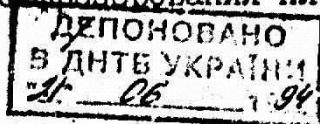
Сумський державний університет

УДК 621.914.1

РДАСНТІ 55.19.03

П.В.Кушніров

Оценка погрешностей одно- и многопроходного торцового фрезерования плоскостей



Суми 1994

116

Получаемые при торцовом фрезеровании плоскости могут иметь погрешности поверхности, к которым относят отклонения расположения и отклонения формы. Под отклонением расположения понимают отклонение реального расположения рассматриваемого элемента от его номинального расположения. Под отклонением формы понимают отклонение формы реальной поверхности или реального профиля от формы номинальной поверхности или номинального профиля. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся в практической работе погрешности расположения и формы, возникающие при одно- и многопроходном торцовом фрезеровании плоских поверхностей.

#### I. Погрешности при однопроходной обработке.

Однопроходное торцовое фрезерование осуществимо при условии, что ширина обрабатываемой заготовки меньше диаметра торцовой фрезы, т.е. при выполнении условия  $B < D_{фр}$ . Наиболее часто возникающие при этом погрешности — из-за неперпендикулярности оси вращения шпинделя станка плоскости стола. Принимаем, что обработка ведется в направлении продольной подачи  $S_{прод.}$ , величину угловой погрешности обозначим  $\theta$ .

I.I. Наличие угловой погрешности  $\theta$  в направлении поперечной подачи  $S_{пол.}$ .

Возникающая при этом погрешность величиной  $\Delta_1$  определяется из следующего выражения /рис. I.I./:

$$\Delta_1 = B \operatorname{tg} \theta$$

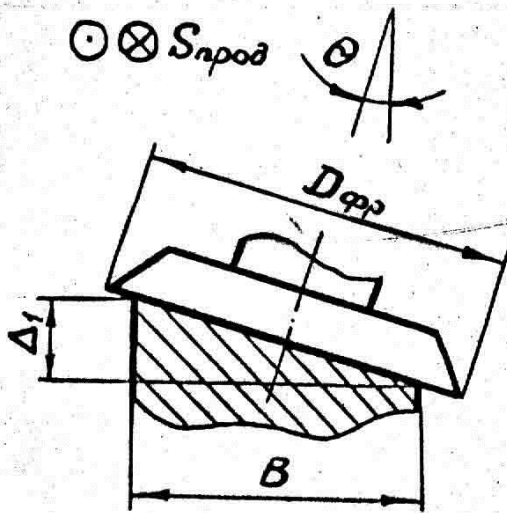


Рис. I.1. Схема для определения величины погрешности  $\Delta_1$ .

I.2. Наличие угловой погрешности  $\theta$  в направлении продольной подачи  $S_{прод}$ .

При таком наклоне оси шпинделя профиль поперечного сечения обработанной поверхности представляет собой эллиптическую выемку /рис. I.2. а, б/. Величина погрешности при этом равна:

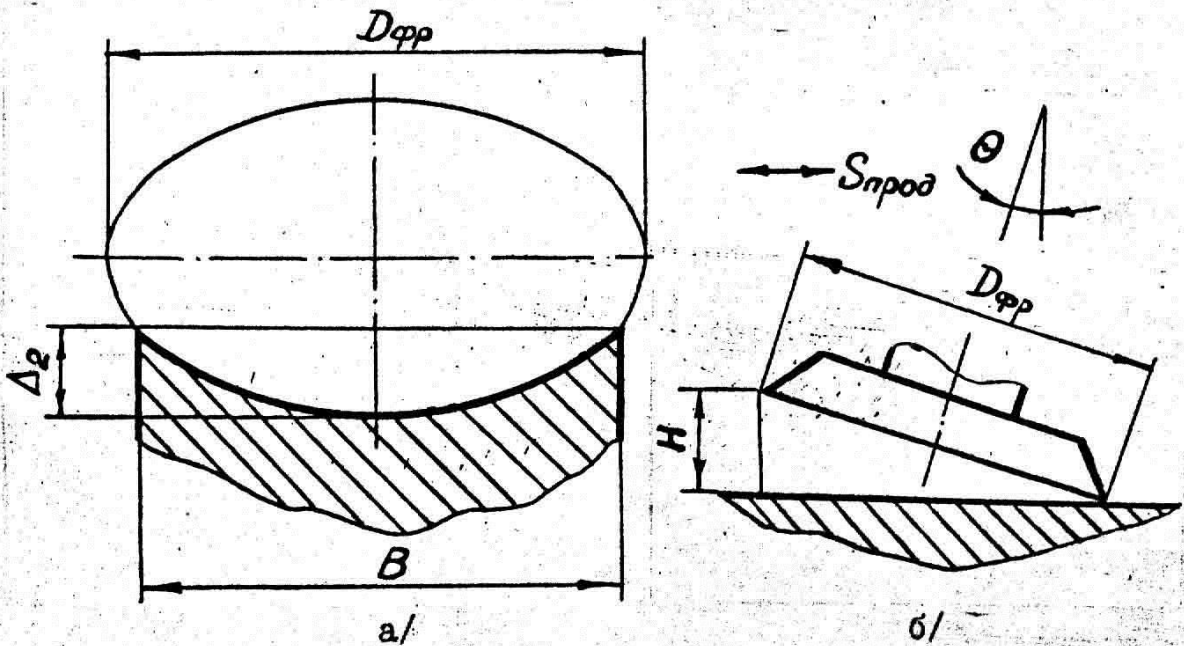


Рис. I.2. а, б-схемы для определения величины погрешности  $\Delta_2$ .

$$\Delta_2 = \frac{H}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{B}{D_{фр.}} \right)^2} \right) \quad \text{или}$$

$$\Delta_2 = \frac{D_{фр.} \sin \theta}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{B}{D_{фр.}} \right)^2} \right)$$

## 2. Погрешности при многопроходной обработке.

Плоские поверхности, имеющие большую ширину, часто обрабатывают в несколько проходов фрезой меньшего диаметра  $|B > D_{фр.}|$ . Наиболее распространенный при этом способ обработки - способ "маятниковой подачи", когда фрезерование ведется в направлении продольной подачи  $S_{прод.}$ , а установочное перемещение фрезы производится в направлении поперечной подачи  $S_{поп.}$ . Имеющиеся погрешности обработки приводят к появлению на обработанной поверхности ступенек-переходов, образующихся на стыке соседних проходов инструмента /рис.2.1/

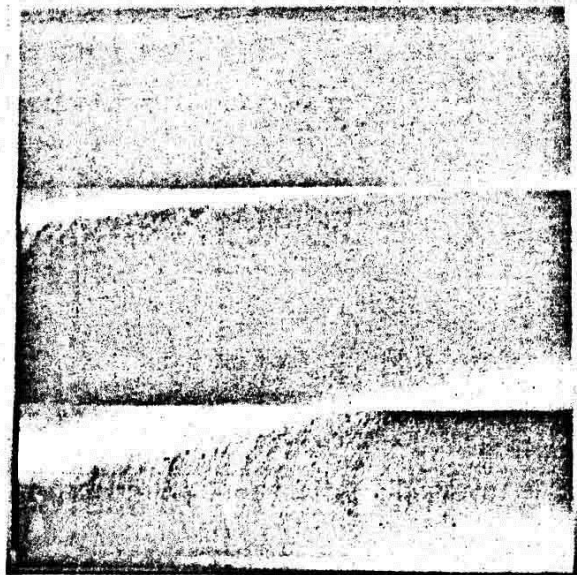


Рис. 2.1. Плоская поверхность, полученная трех-проходным торцовым фрезерованием.

Рассмотрим наиболее распространенные причины возникновения указанных ступенек.

2.1. Наличие угловой погрешности  $\theta$  в направлении поперечной подачи  $S_{\text{поп.}}$ .

Профиль обработанной при этом поверхности имеет "пилообразный" характер /рис. 2.2./.

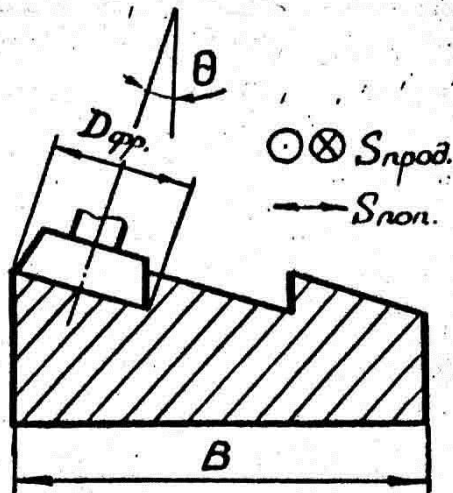


Рис. 2.2. "Пилообразный" профиль поверхности.

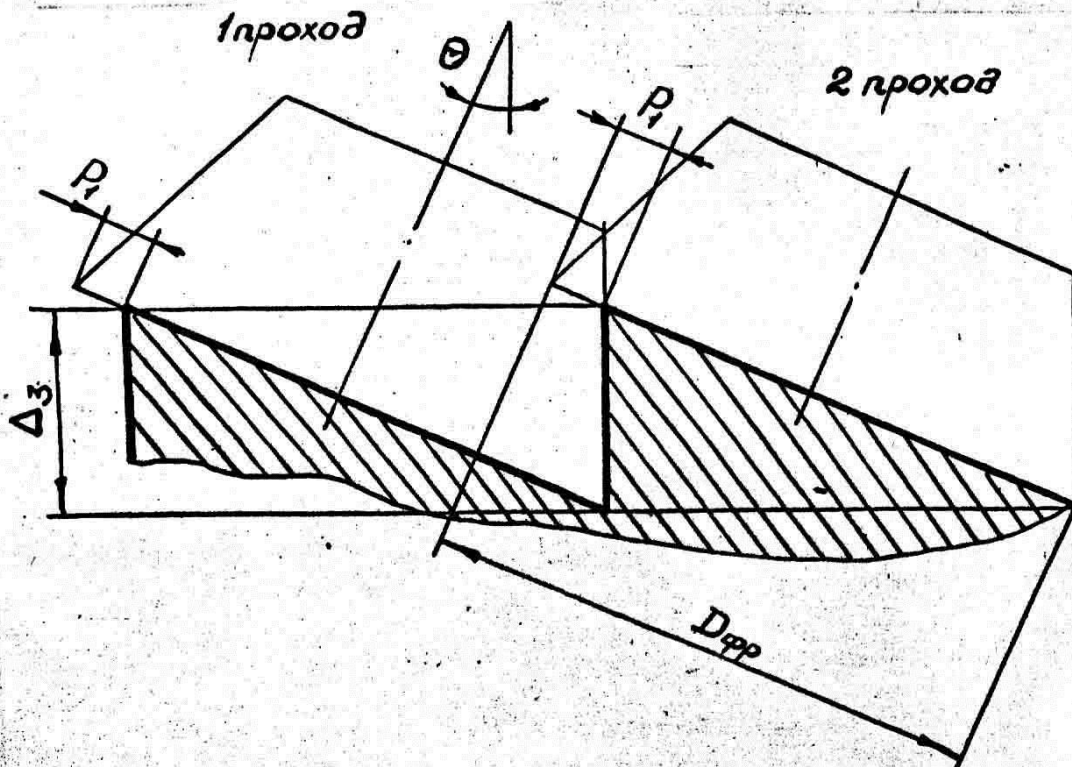


Рис. 2.3. Схема для определения величины погрешности  $\Delta_z$  при величине перекрытия  $P$ .

Появляющаяся при этом погрешность  $\Delta_3$  при величине перекрытия проходов  $P_1$  определяется по схеме на рис.2.3. и равна

$$\Delta_3 = (D_{\text{фр.}} - P_1) \sin \theta$$

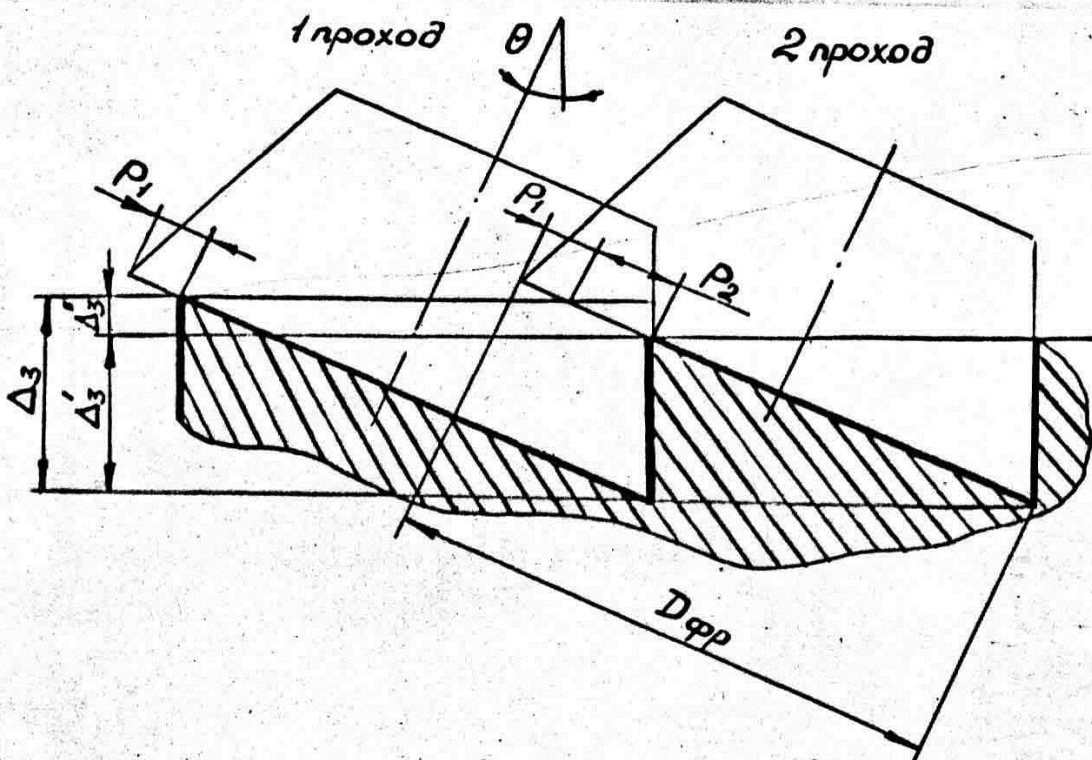


Рис. 2.4. Схема для определения величины погрешности  $\Delta'_3$  при величине перекрытия  $|P_1 + P_2|$ .

Если величина перекрытия проходов непостоянна и, например, больше величины  $P_1$  на значение  $P_2$ , т.е. равна  $|P_1 + P_2|$ , то получаемая погрешность  $\Delta'_3$  меньше значения  $\Delta_3$  на величину  $\Delta''_3$  /рис. 2.4./ и равна

$$\Delta'_3 = (D_{\text{фр.}} - P_1 - P_2) \sin \theta$$

Аналогично, при уменьшении величины перекрытия  $P_1$ , значе-

ние рассматриваемой погрешности соответственно увеличивается. Отсюда следует, что для получения поверхности с профилем, имеющим одинаковую высоту, необходимо строго следить за постоянством величины перекрытия для всех проходов.

2.2. Наличие угловой погрешности  $\theta$  в направлении продольной подачи  $S_{\text{прод.}}$ .

Получаемый при этом профиль обработанной поверхности состоит из ряда эллиптических выемок /рис. 2.5./.

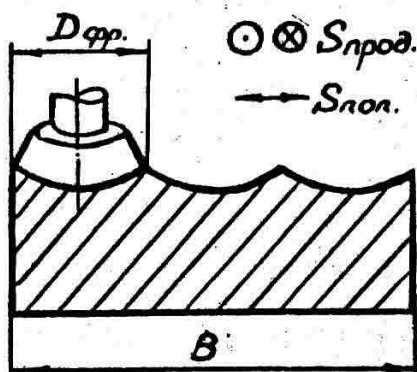


Рис. 2.5. Профиль поверхности, состоящий из ряда эллиптических выемок.

При величине перекрытия проходов  $P$  величина погрешности  $\Delta_4$  будет меньше определенной ранее погрешности  $\Delta_2$  на значение  $\Delta'_4$  /рис. 2.6., рис. 1.2./ и определится из выражений

$$\Delta_4 = \frac{H}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{B-P}{D_{фр.}} \right)^2} \right) \quad \text{или}$$

$$\Delta_4 = \frac{D_{фр.} \sin \theta}{2} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{B-P}{D_{фр.}} \right)^2} \right)$$

Необходимо отметить, что если сохранять постоянной ширину фрезерования на промежуточных проходах и на первом /а также последнем / проходах, т.е. при  $B_1 = B_2 = \dots = B_n$ , то края обработанной поверхности будут находиться выше вершин

промежуточных проходов на величину  $\Delta'_4$ . Для исключения этого явления необходимо на первом и последнем проходах сделать дополнительное перекрытие со стороны необработанных краев заготовки на величину  $P/2$ , т.е. уменьшить на это значение ширину фрезерования  $B_1$  и  $B_2$ .

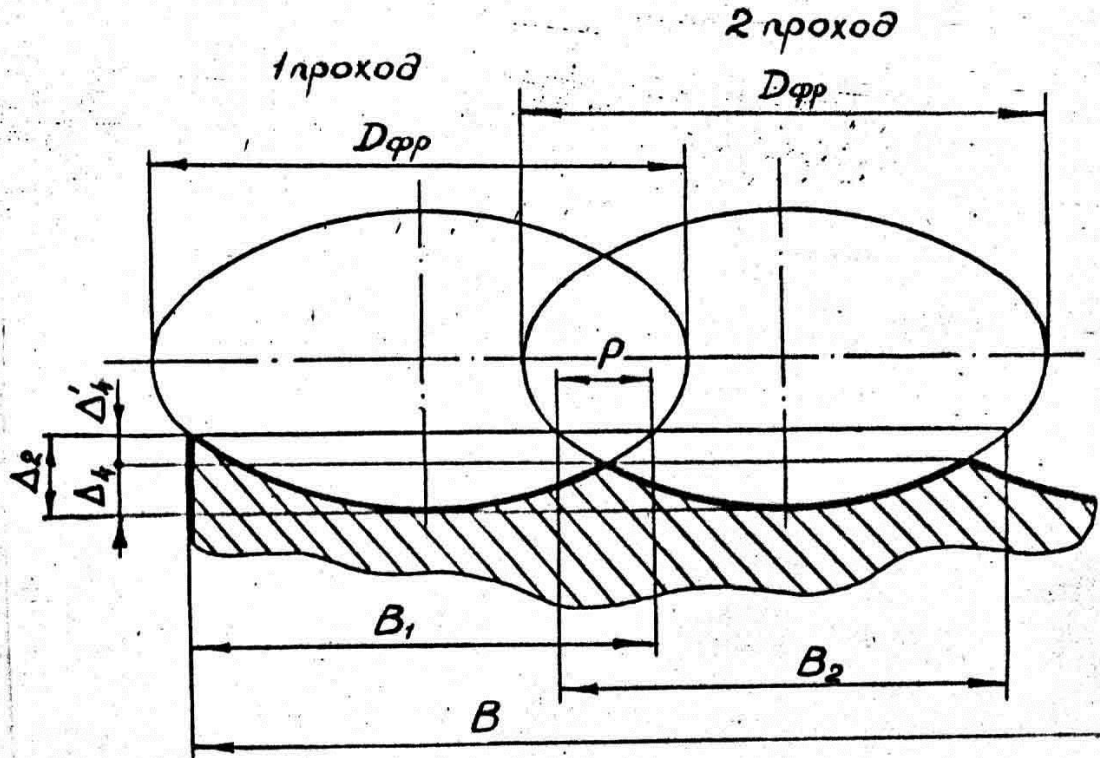


Рис. 2.6. Схема для определения величины погрешности  $\Delta_4$ .

2.3. Непараллельность направляющих поперечного перемещения плоскости стола станка, износ выше допустимого направляющих фрезерной бабки или стола на величину угловой погрешности  $\theta$ .

Профиль обработанной при этом поверхности имеет вид "лесенки" /рис. 2.7./.

При постоянной для всех проходов величине перекрытия  $P$



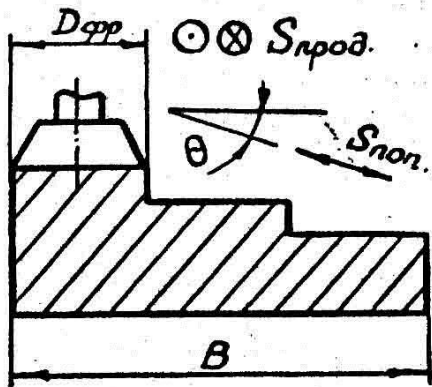


Рис. 2.7. Профиль поверхности в виде "лесенки".

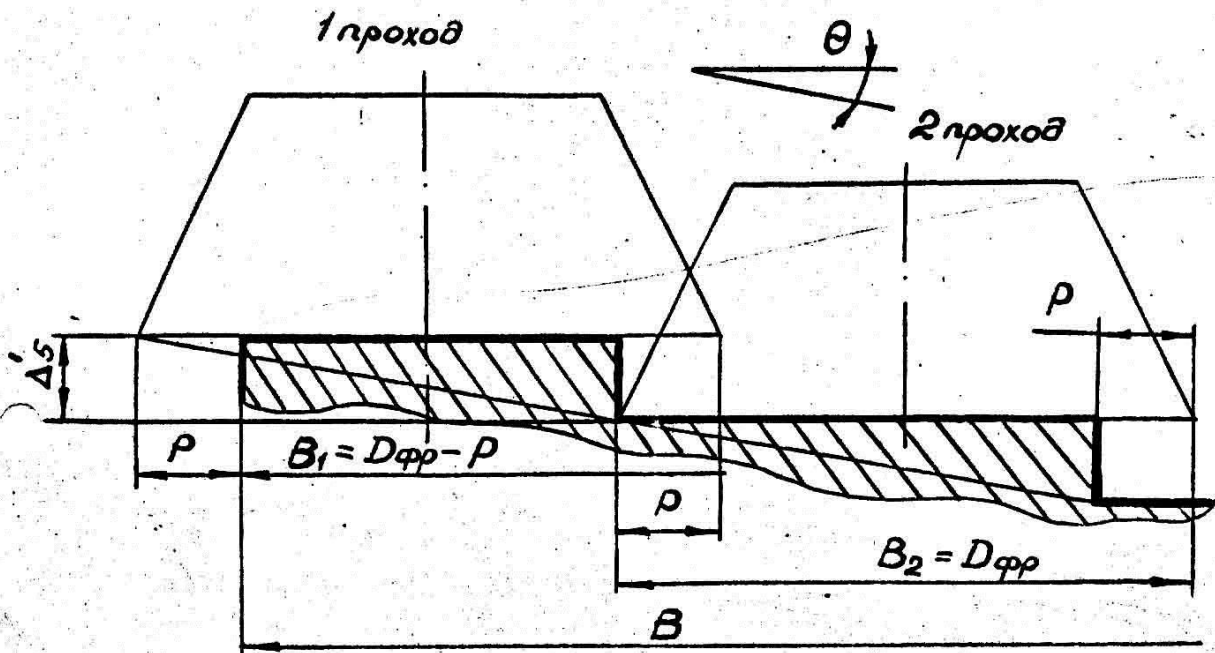


Рис. 2.8. Схема для определения величины погрешности  $\Delta'_5$ .

получим, что на первом и последнем проходах ширина фрезерования равна:  $B_1 = B_n = D_{фр} - R$ , т.е. она меньше ширины фрезерования на промежуточных проходах на величину  $R$ .

Величина погрешности  $\Delta'_5$  между двумя любыми проходами определяется из выражения /рис. 2.8./:

$$\Delta'_5 = (D_{\text{фр}} - P) \operatorname{tg} \theta .$$

Величина общей суммарной погрешности между первым и последним проходами равна

$$\Delta_5 = \Delta'_5 (n - 1) = (D_{\text{фр}} - P) \operatorname{tg} \theta (n - 1)$$

где  $n$  - число проходов.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что при многопроходном торцовом фрезеровании плоскостей уменьшение величины погрешности /высоты ступенек-переходов/ возможно только благодаря увеличению величины перекрытия между проходами / см. п. 2.1., п. 2.2./, что ведет к снижению ширины фрезерования на каждом проходе и, соответственно, к снижению производительности обработки. Кроме того, возможно также накопление погрешностей при нескольких проходах и увеличение общей суммарной погрешности /см. п. 2.3./. Поэтому предпочтительнее производить однопроходное фрезерование плоскости, а для уменьшения погрешностей обработки, - как для одно-, так и для многопроходной, - необходимо тщательно следить за точностными параметрами оборудования, проводить шабрение направляющих, а также планово - предупредительный ремонт станков.