

# АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (АД)







# Привод станка



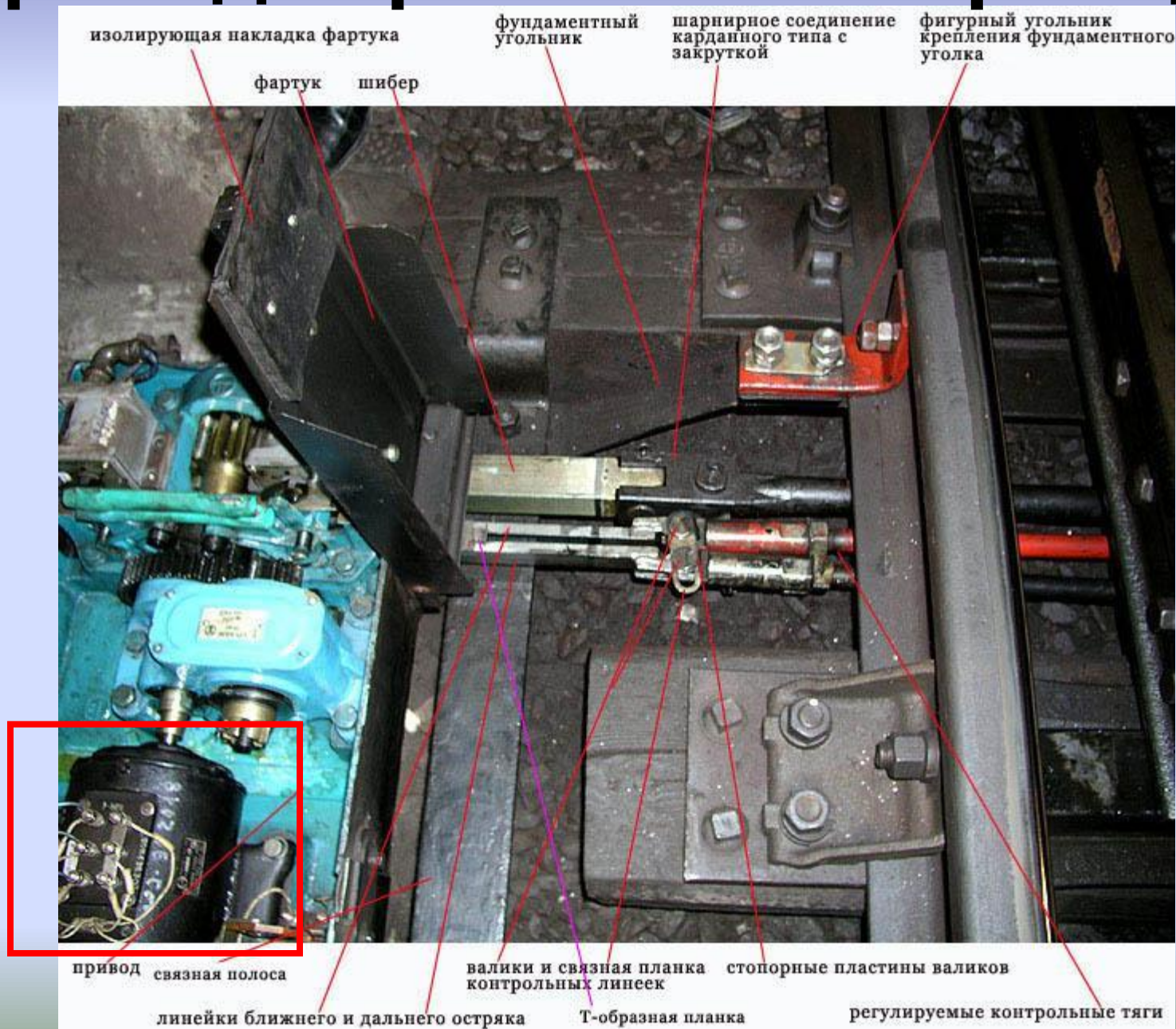
# Привод вентилятора



7 5 2008



# Привод стрелочного перевода

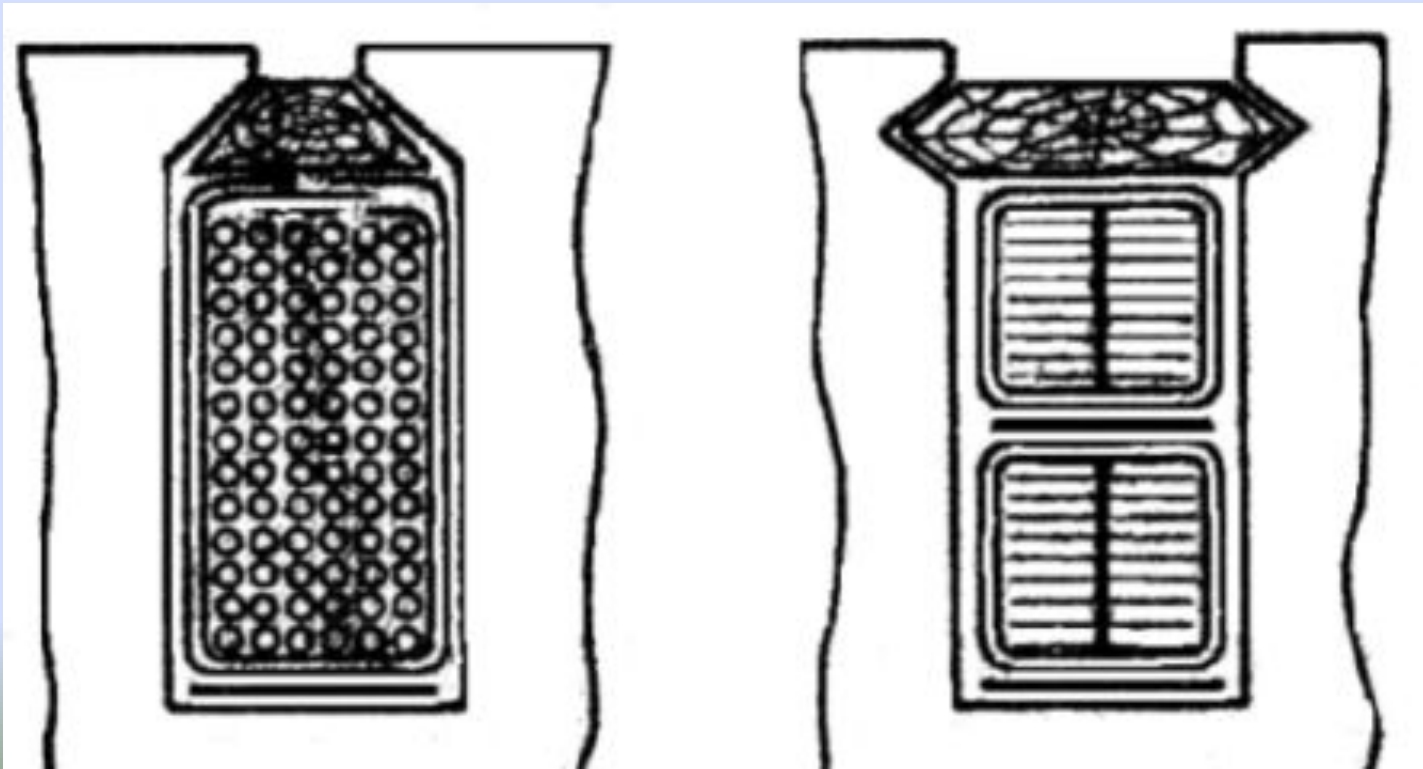


# Обмотки машин

В АД малой мощности применяют  
полузакрытую форму паза (а)-

всыпная обмотка,

а у большей мощности – открытую-  
жесткая обмотка (б).

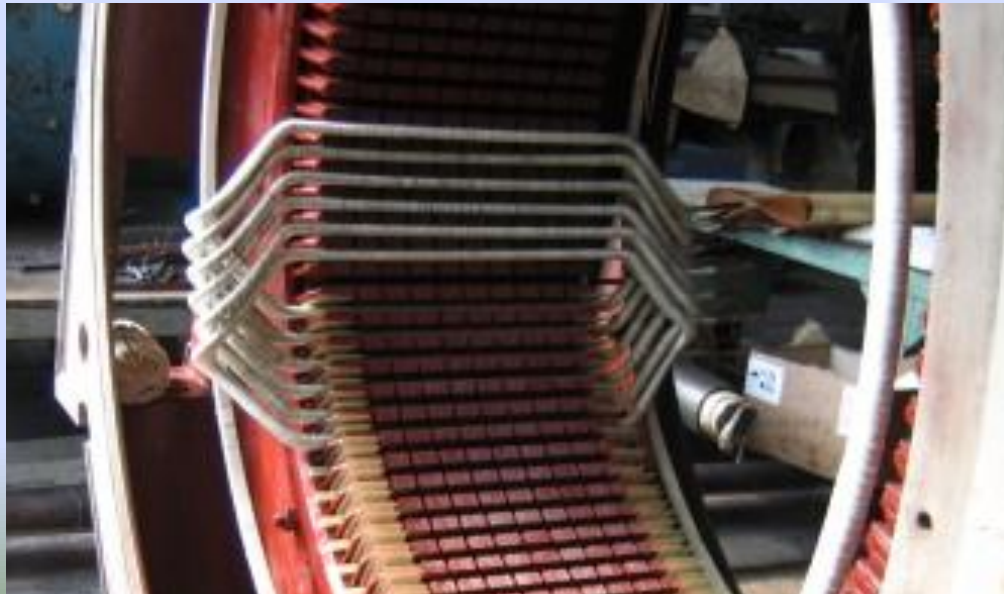




**всыпная обмотка,**



*жесткая обмотка.*



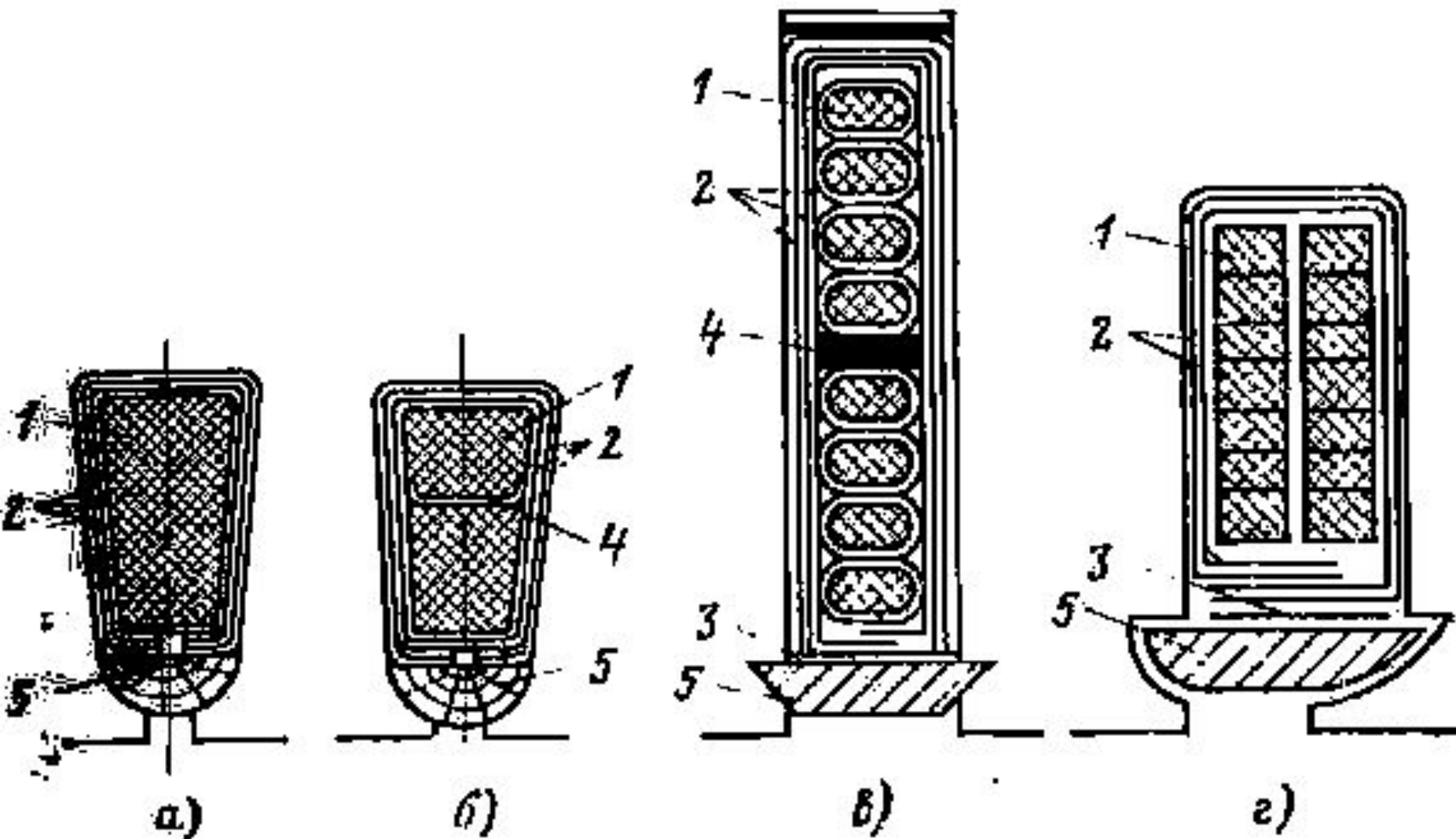
**Обмотки статора бывают двухслойными и однослойными.**

**Однослойные выполняются при высоте оси вращения двигателя  $h \leq 160$  мм, а в двигателях с  $h > 160$  мм – двухслойные.**

**Однослойные обмотки имеют полный шаг, двухслойные – укороченный.**

**Укорочение шага улучшает форму кривой ЭДС, приближая ее к синусоиде, и дает экономию меди.**

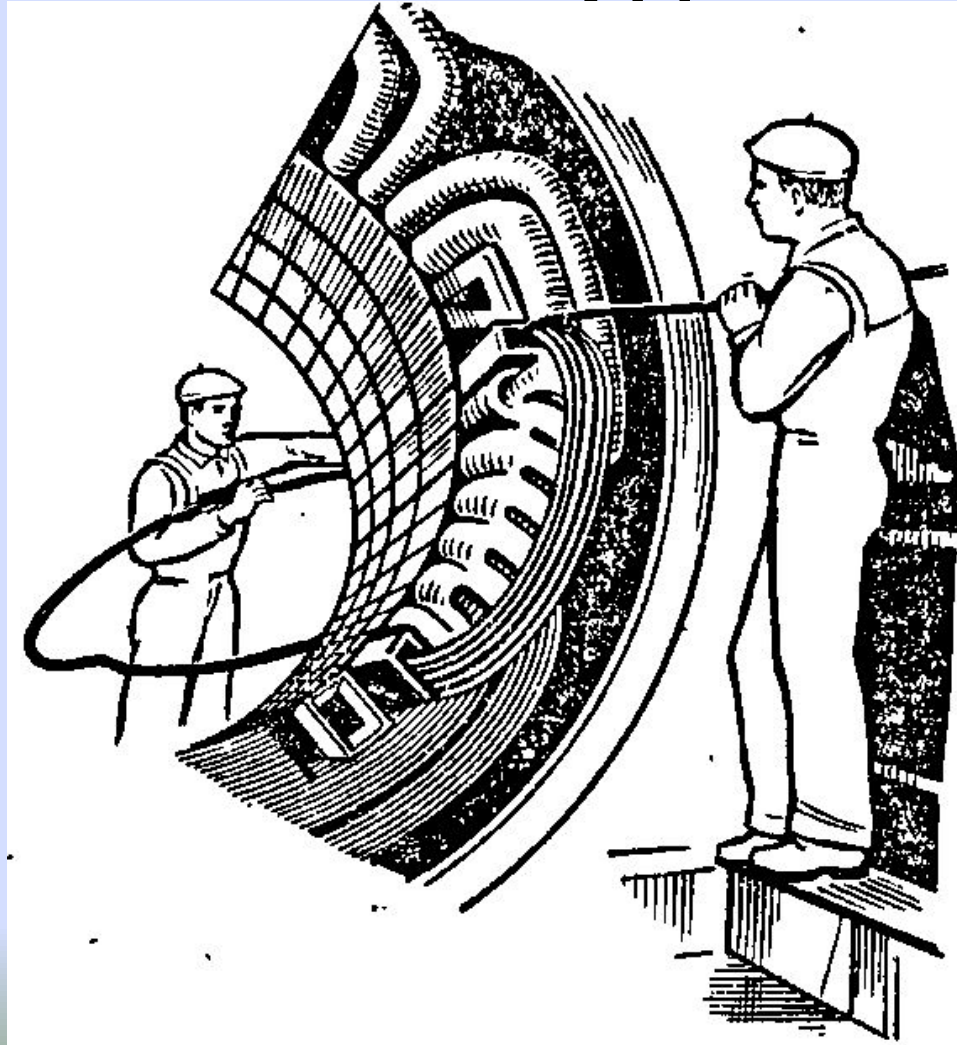




*a, г* — обмотка **однослойная**;  
*б, в* — обмотка **двухслойная**;

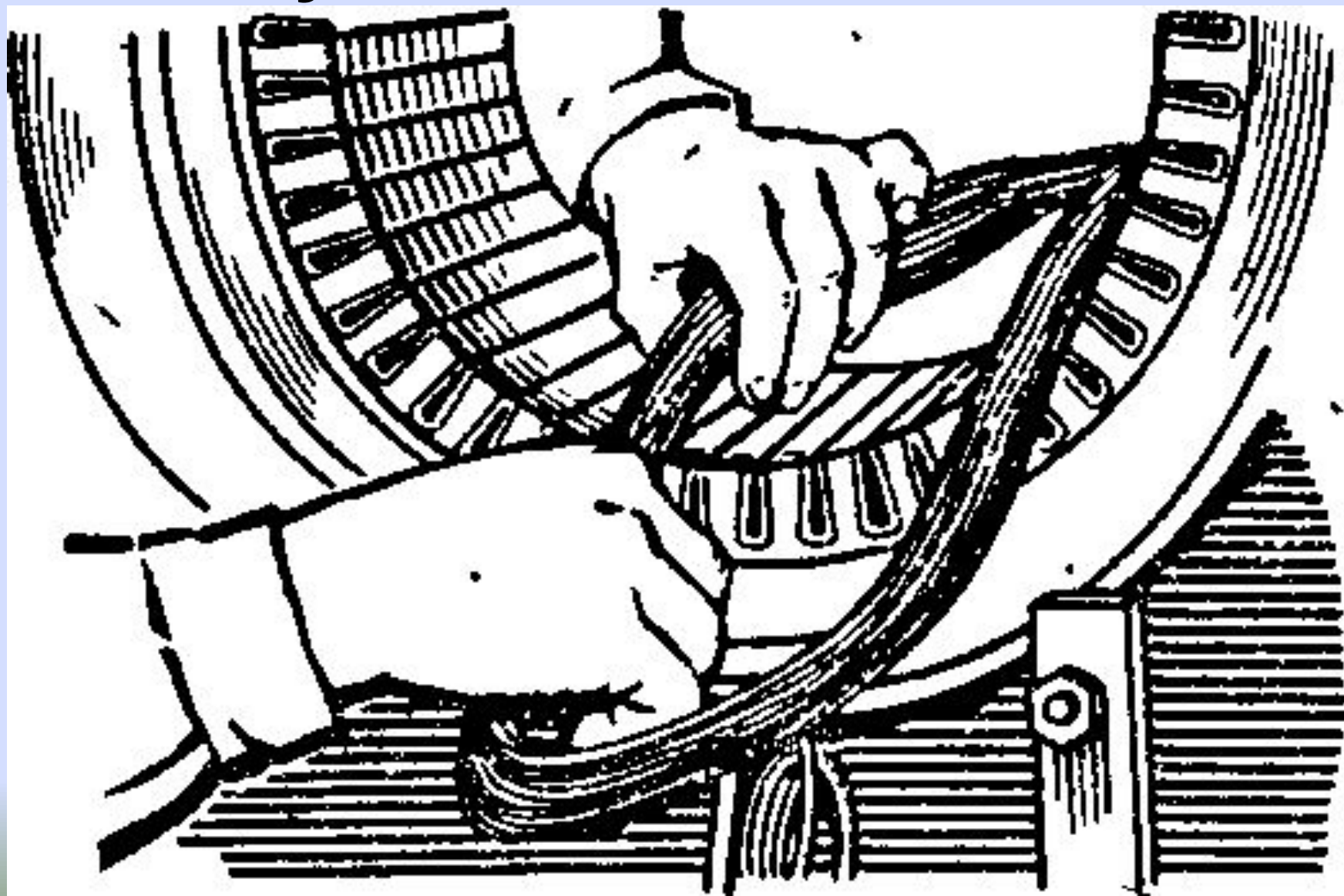
# Обмотчик электрических машин

Намотка катушек статора с закрытыми пазами сердечника

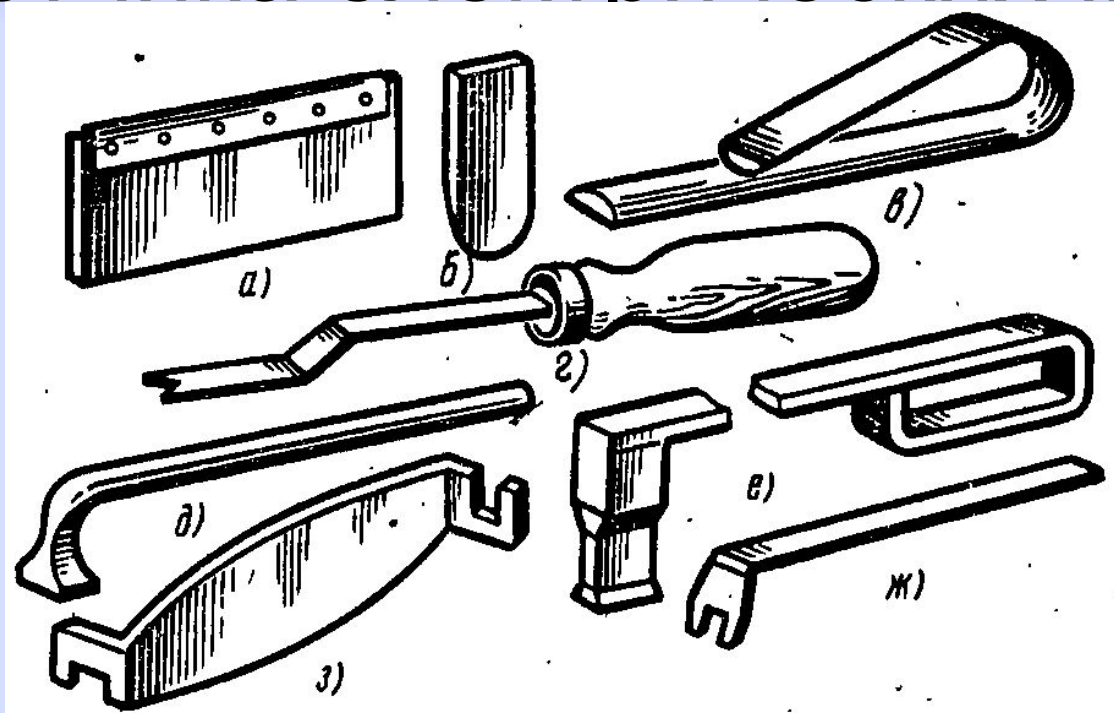




# Укладка в пазы сердечника проводов катушки всыпной обмотки



# Набор специального инструмента обмотчика электрических машин



**а - пластинка, б - «язык»,  
в - обратный клин, г - угловой нож,  
д - выколотка, е - топорик,  
ж,з-ключи для гнутья стержней ротора**



**Обмотки статора  
характеризуются  
параметрами:**

**$z$  – число пазов в стали  
статора;**

**$m$  – число фаз статора ( $m=1$  или  
3);**

**$p$  – число пар полюсов;**

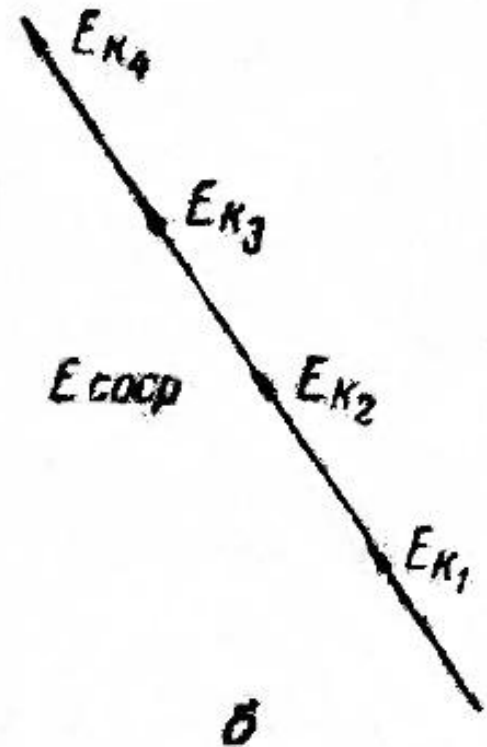
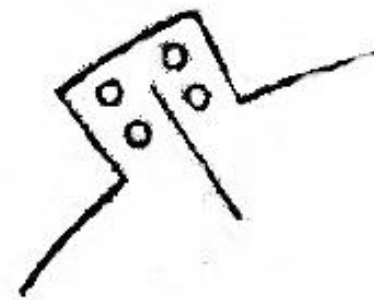
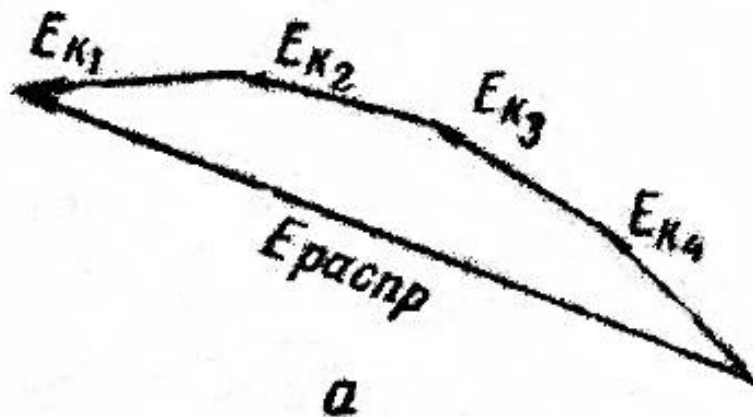
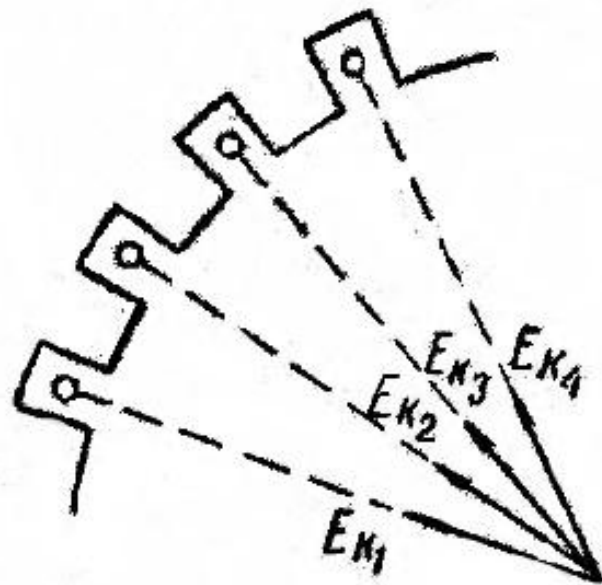
**$q$  – число пазов на фазу;**

Во всех АД обмотка статора выполняется **распределенной**, в ней  $q > 1$ ,  $q$  – число пазов статора, приходящихся на полюс и фазу

$$q = \frac{z}{2 p t}$$

где  $z$  – число пазов статора;  
 $t$  – число фаз статорной обмотки;  
 $2 p$  – число полюсов статорной обмотки





**ЭДС обмоток: а – распределенной;  
б – сосредоточенной.**



Сосредоточенная  
обмотка



**В сосредоточенной обмотке суммарная ЭДС группы катушек, размещенных в одном пазу под полюсом, равна алгебраической сумме ЭДС катушек**

$$E_{\text{соср}} = E_{k1} + E_{k2} + E_{k3} + E_{k4} = qE_k.$$



Распределенная  
обмотка

**В распределенной обмотке пазы  
сдвинуты друг относительно  
друга на угол  $\alpha$ , на такой же угол  
будут сдвинуты векторы ЭДС,  
которые индуктируются в  
катушках, расположенных в этих  
пазах**

$$\overline{E}_{\text{распр}} = \overline{E}_{k1} + \overline{E}_{k2} + \overline{E}_{k3} + \overline{E}_{k4}.$$



**Отношение ЭДС распределенной обмотки к ЭДС сосредоточенной обмотки называют коэффициентом распределения:**

$$k_p = \frac{E_{\text{распр}}}{E_{\text{соср}}} = \frac{E_{\text{распр}}}{qE_k}.$$

**Практически** коэффициент распределения (насколько ЭДС меньше по сравнению с сосредоточенной) определяют по формуле для ЭДС первой гармоники:

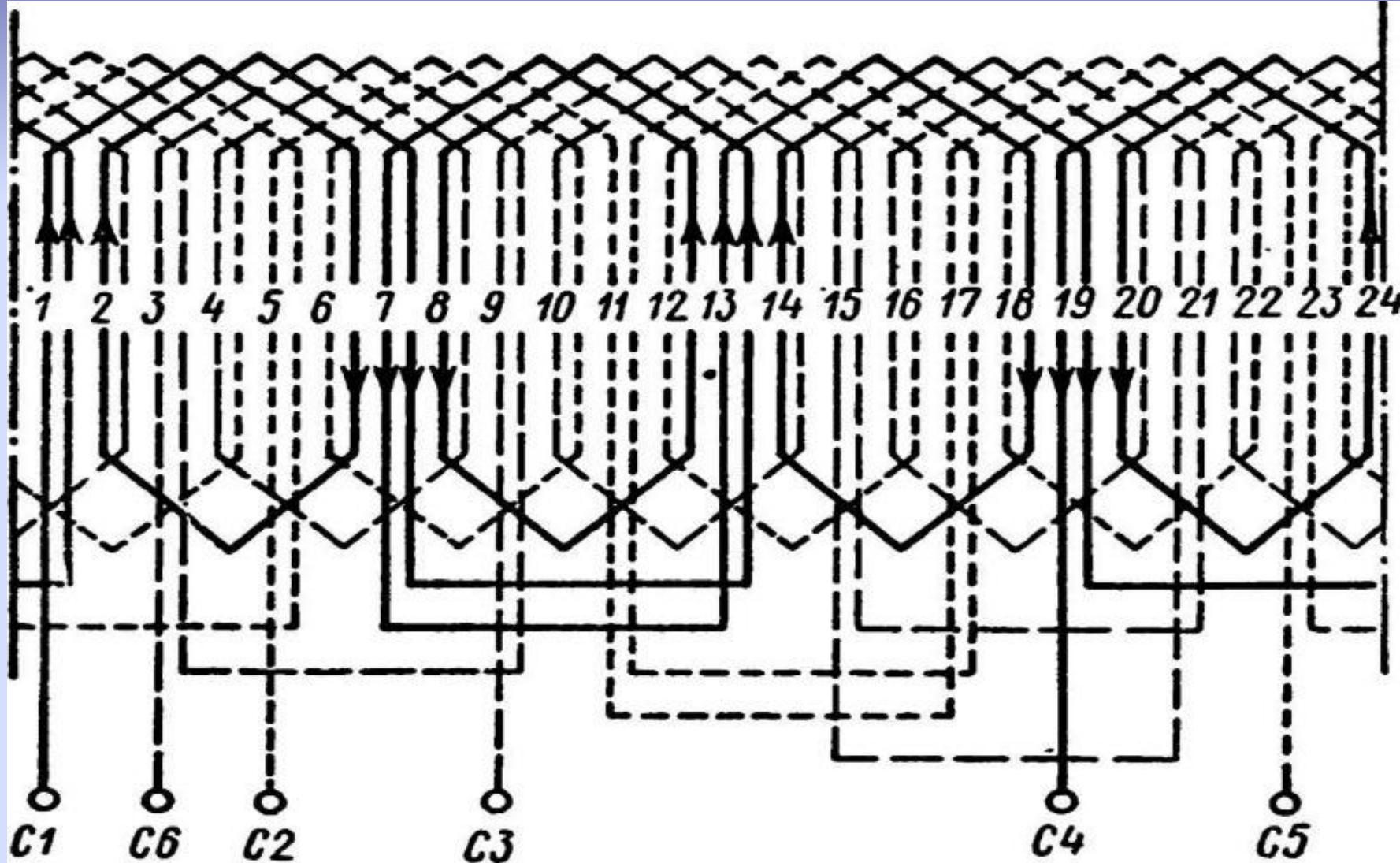
$$k_p = \frac{\sin q \frac{\alpha}{2}}{q \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Число, показывающее  
уменьшение ЭДС обмотки  
вследствие укорочения шага,  
называют коэффициентом  
укорочения  $k_y$ .

Произведение коэффициента  
распределения на коэффициент  
укорочения называют  
обмоточным коэффициентом:

$$k_{об} = k_y k_p$$





**Схема трехфазной двухслойной обмотки с укороченным шагом**

**В реальности обмотки выполняют распределенными двухслойными с укороченным шагом и с большим числом витков.**

**В двухслойных обмотках одна сторона катушки занимает нижнюю часть паза, а вторая – верхнюю. Укорочение шага улучшает форму ЭДС и позволяет экономить медь в лобовых соединениях.**

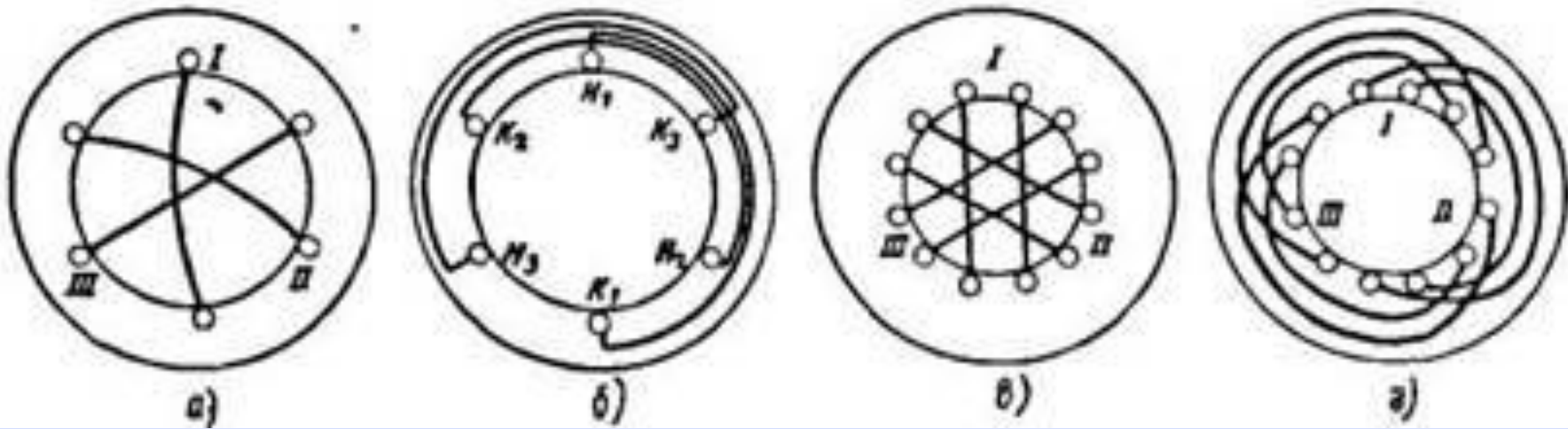
# Расстояние между сердечниками ПОЛЮСОВ $\tau$

$$\tau = \frac{z}{2p}.$$

Фазовый шаг  $y_{\phi}$ , показывающий  
расстояние между началами фаз:

$$y_{\phi} = \frac{2}{3} \tau.$$



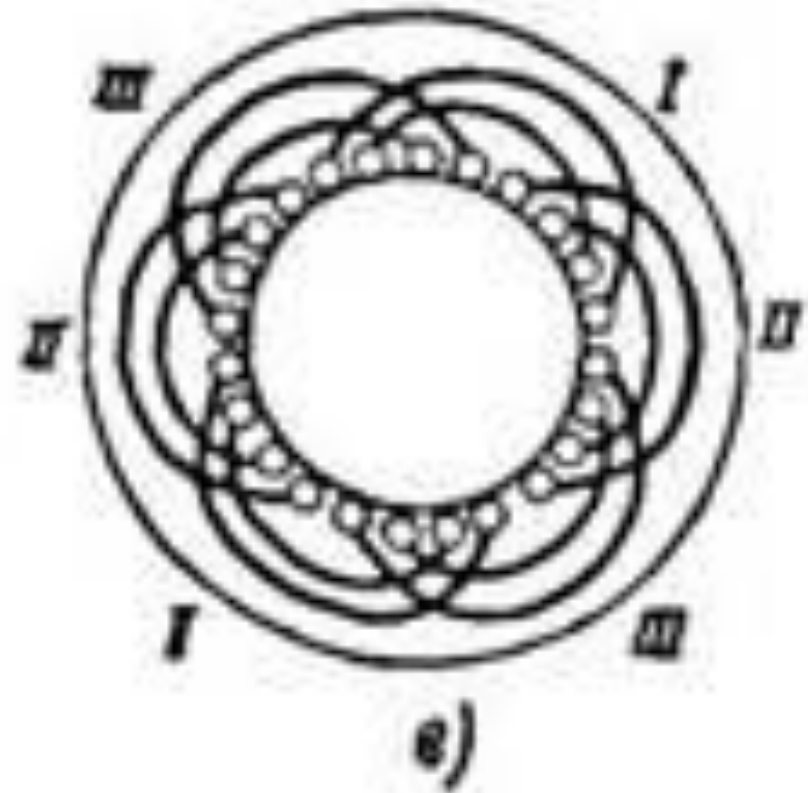
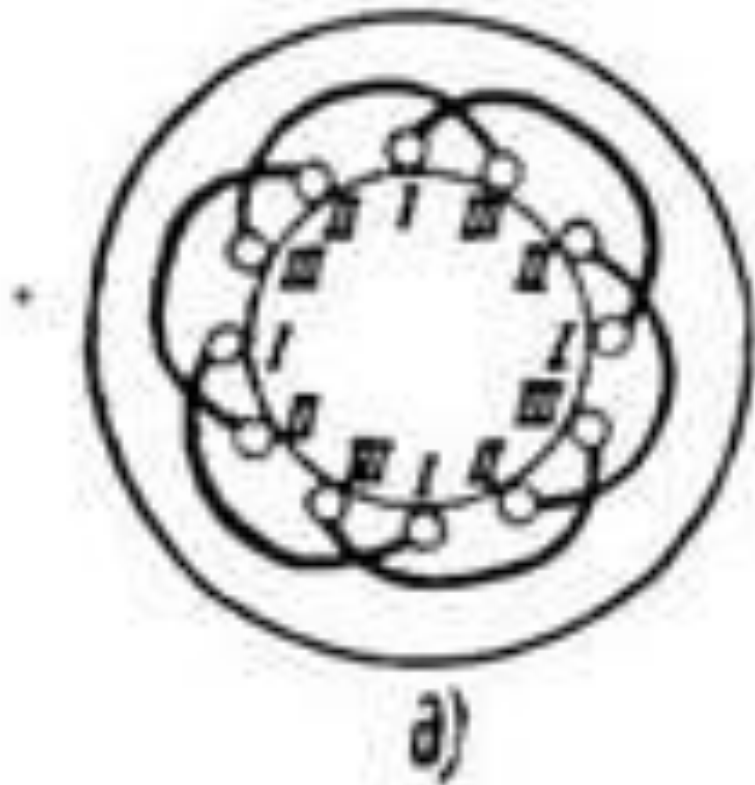


**каждая катушка состоит из двух проводников.**

**Но при намотке большого числа витков проводники закроют статор и ротор нельзя будет поставить на место.**

**Отгибая проводники по сторонам, получим обмотку, показанную на рис.**

**б.**



***д, е - то же, но для 1500 об/мин***

Различают углы **в геометрических и электрических градусах.**

В общем случае один геометрический градус соответствует  $p$  электрических градусов.

Полюсное деления  **$\tau$  всегда равно 180 электрическим градусам,** поэтому фазовый шаг обмотки  
 $y_{\phi} = 2/3 \tau = (2/3) \cdot 180 = 120$  эл. град.



# Трехфазные однослойные обмотки

Пример. Выполнить трехфазную  
сосредоточенную обмотку с  
данными:  $q = 1; m = 3; 2p = 4; z = 12$ .

*Решение.* Рассчитаем обмотку

$$y = \tau = \frac{z}{2p} = \frac{12}{4} = 3; \quad y_{\phi} = \frac{2}{3} \tau = \frac{2}{3} 3 = 2.$$

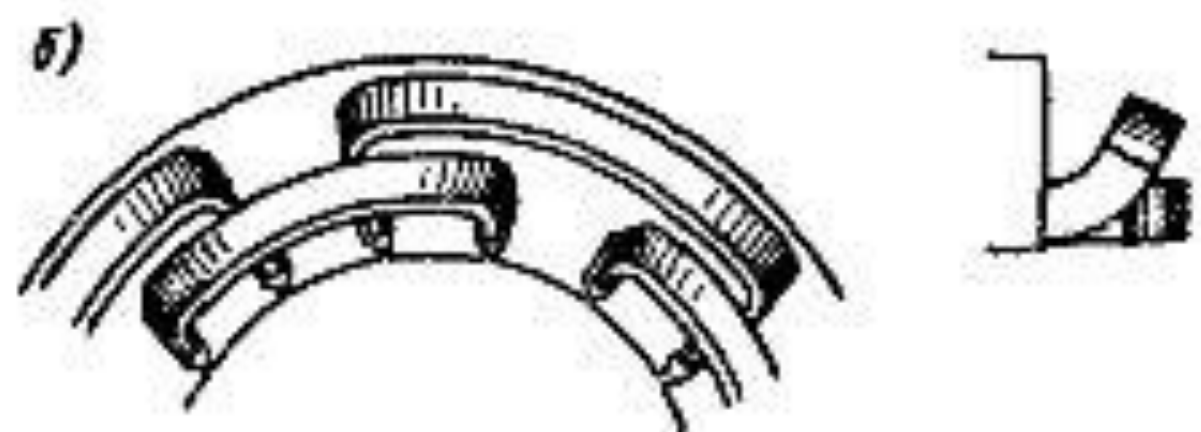
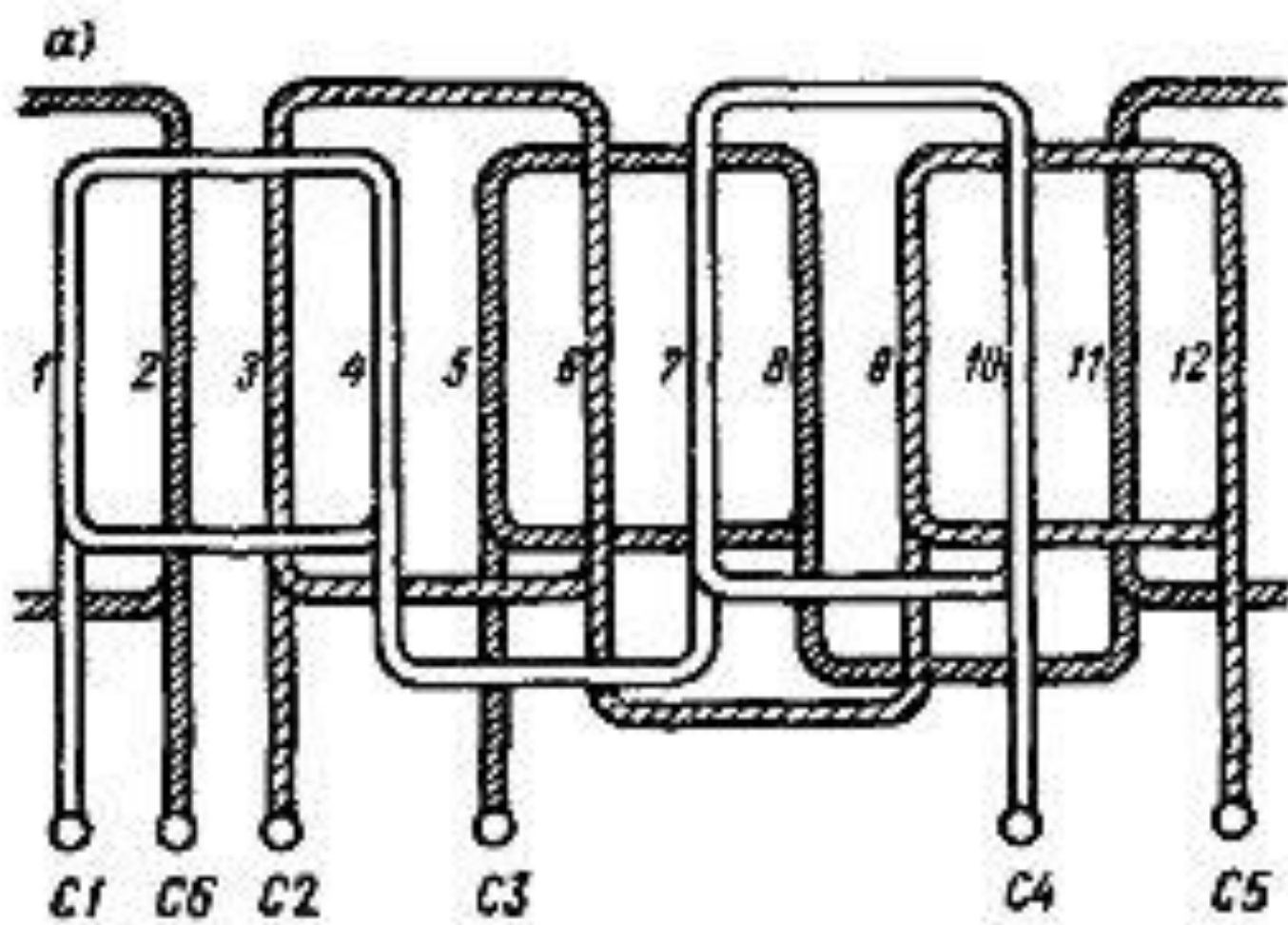
Начинаем укладывать обмотку первой фазы в первый паз.

Для определения номера паза, в которой нужно уложить начало обмотки второй фазы, к номеру паза, где лежит начало обмотки первой фазы, прибавляем  $y_{\phi}$ :

$$1 + y_{\phi} = 1 + 2 = 3.$$

Вторую и третью фазы выполняем аналогично первой.

Начала обмоток обозначаем буквами С1, С2 и С3, а концы - С4, С5 и С6.



**В реальности обмотки выполняют распределенными двухслойными с укороченным шагом и с большим числом витков.**

**В двухслойных обмотках одна сторона катушки занимает нижнюю часть паза, а вторая – верхнюю. Укорочение шага улучшает форму ЭДС и позволяет экономить медь в лобовых соединениях.**



**Электромагнитные процессы в асинхронном двигателе аналогичны процессам, происходящим в трансформаторе. Обмотку статора асинхронного двигателя можно рассматривать как первичную обмотку трансформатора, а обмотку ротора – как вторичную.**