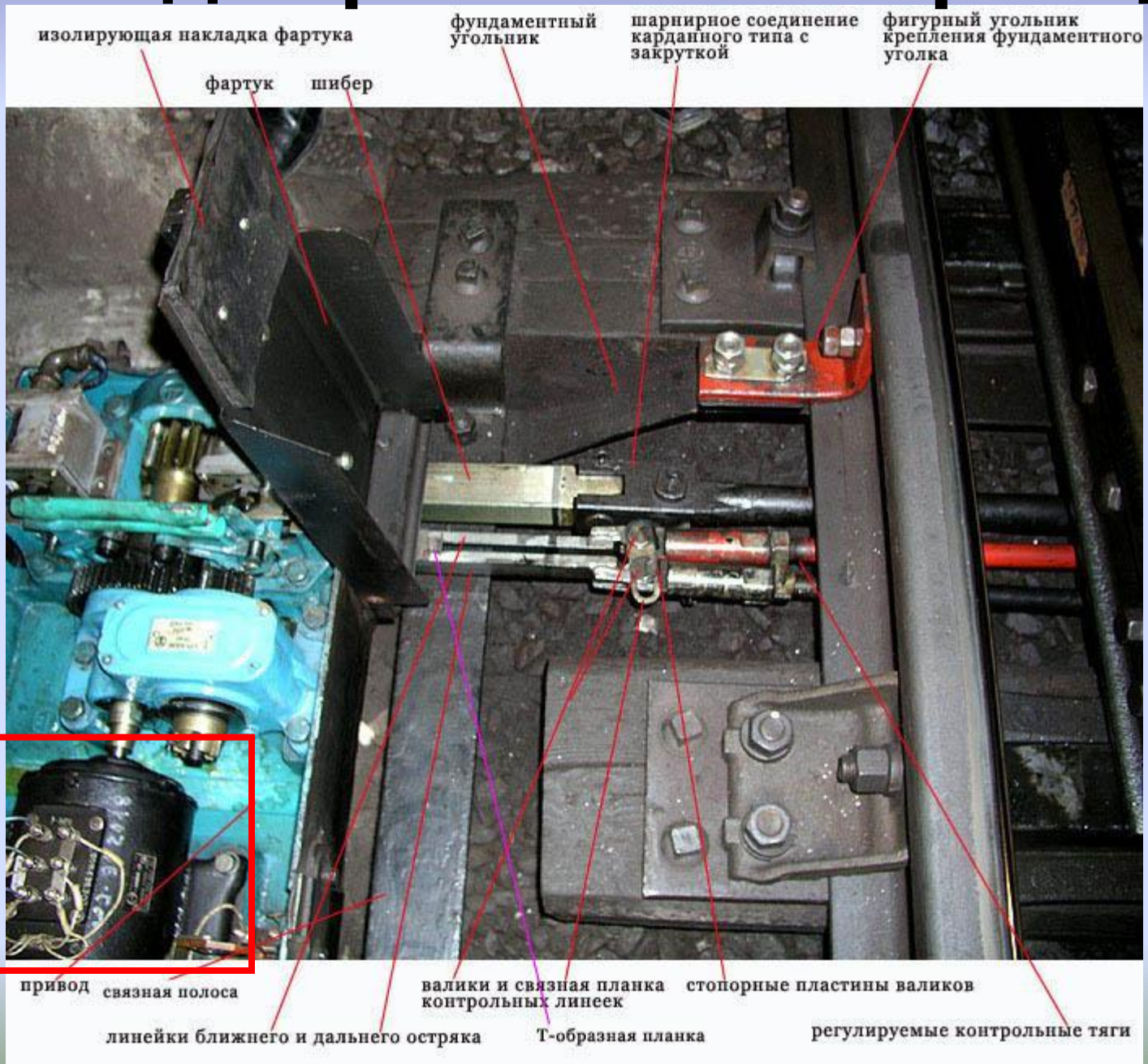
АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (АД)

Привод станка

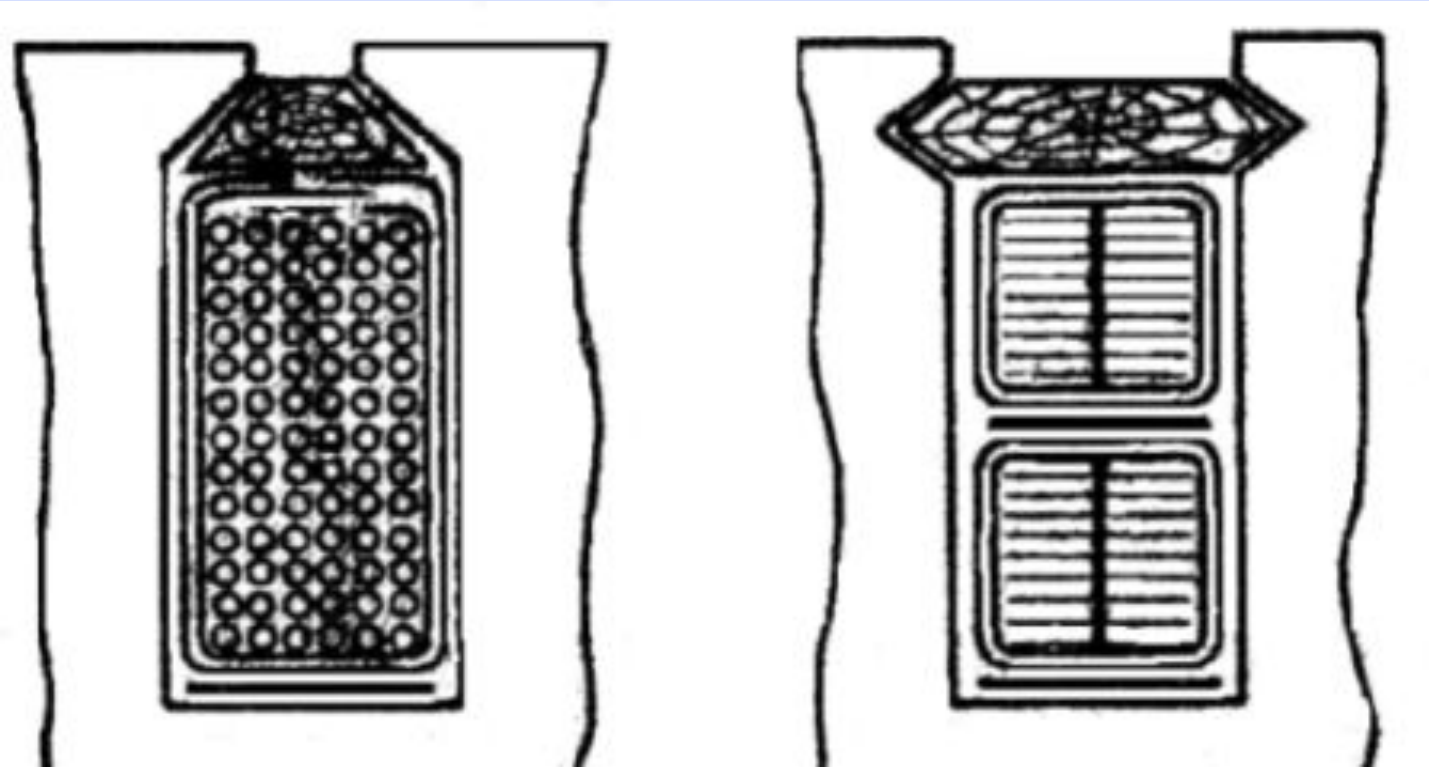
Привод вентилятора

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,

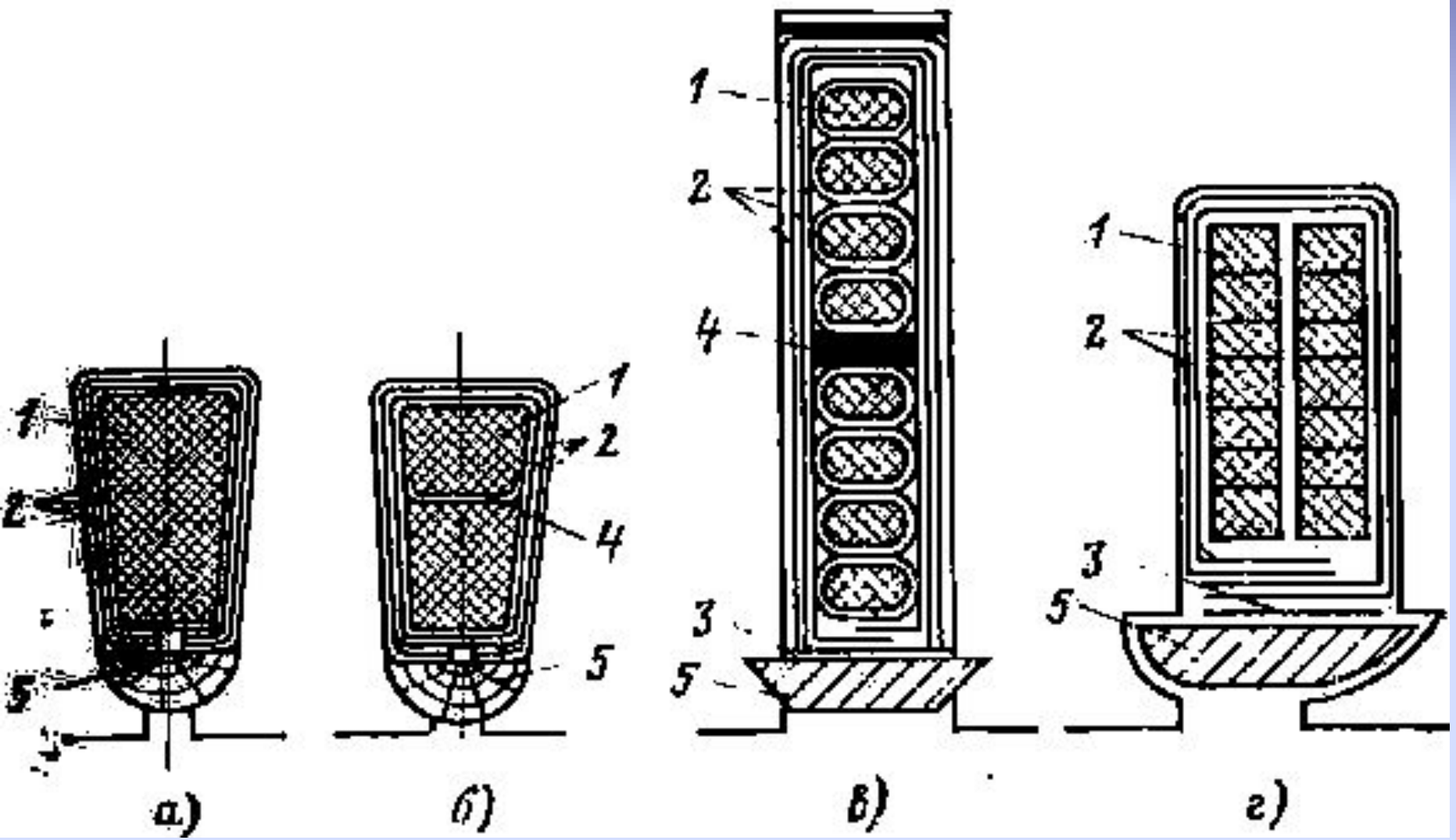
***жесткая обмотка*.**

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.

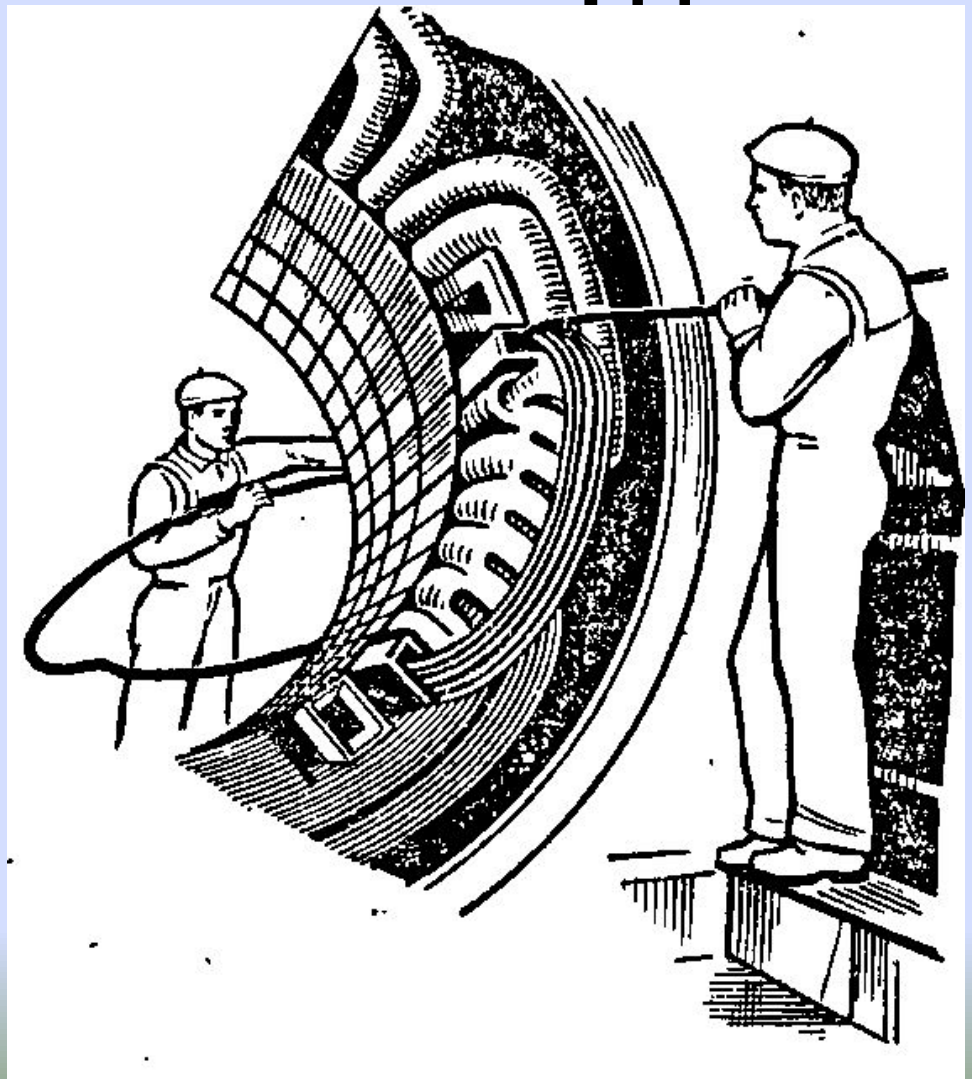


а, г —обмотка **однослойная**;

б, в —обмотка **двухслойная**;

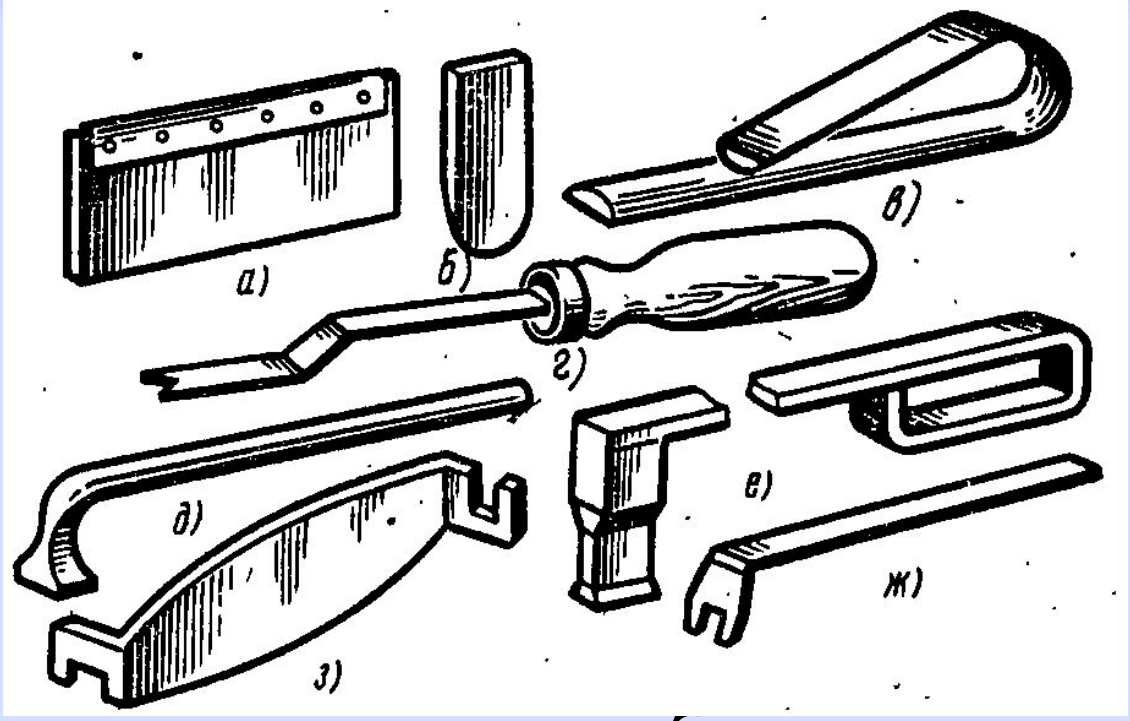
Обмотчик электрических машин

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;**

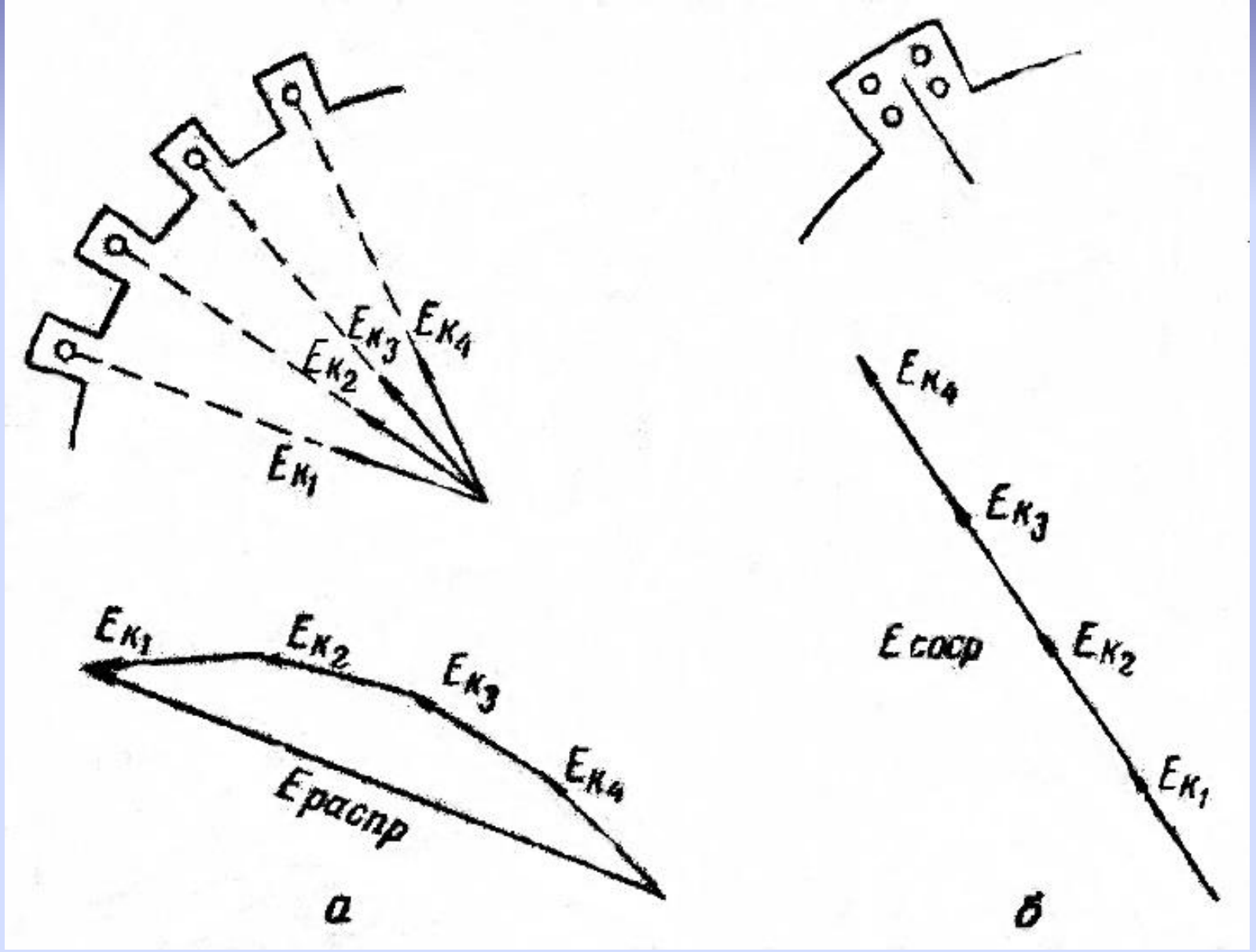
Во всех АД обмотка статора выполняется распределенной, в ней $q > 1$, q – число пазов статора, приходящихся на полюс и фазу

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

где z – число пазов статора;

***m*–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 α, 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:

$$k_{\text{р}} = \frac{E_{\text{распр}}}{E_{\text{соср}}} = \frac{E_{\text{распр}}}{qE_{k}}.$$

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

$$k_{\text{р}} = \frac{\sin q \frac{\alpha}{2}}{q \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Число, показывающее уменьшение ЭДС обмотки вследствие укорочения шага, называют коэффициентом укорочения $k_{у}$.

Произведение коэффициента распределения на коэффициент укорочения называют обмоточным коэффициентом:

$$k_{об} = k_{у} k_{p}$$

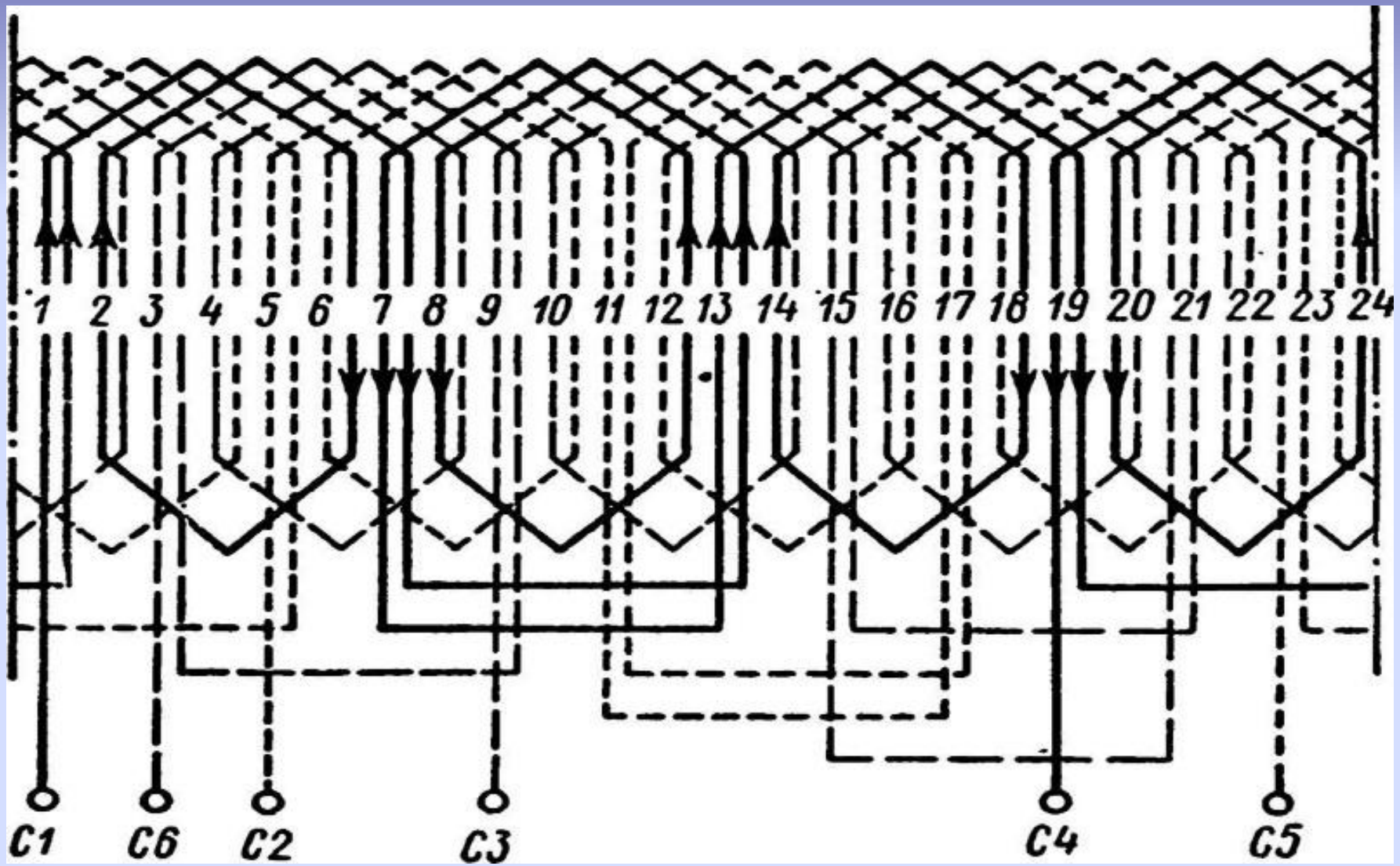


Схема трехфазной двухслойной обмотки с укороченным шагом

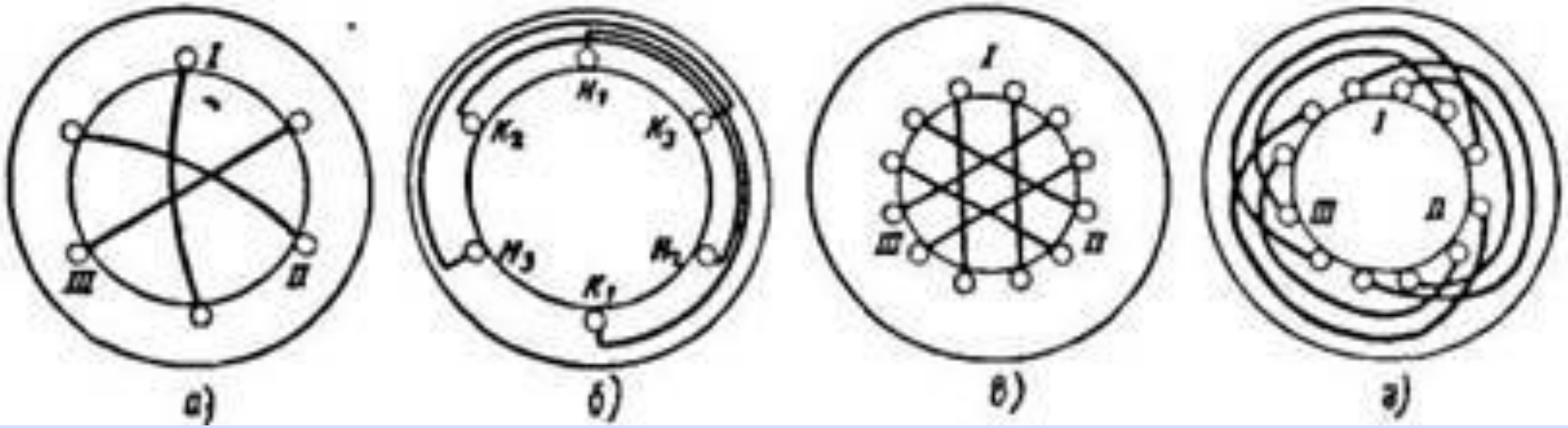
В реальности обмотки выполняют распределенными двухслойными с укороченным шагом и с большим числом витков.
В двухслойных обмотках одна сторона катушки занимает нижнюю часть паза, а вторая – верхнюю. Укорочение шага улучшает форму ЭДС и позволяет экономить медь в лобовых соединениях.

Расстояние между сердечниками полюсов τ

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

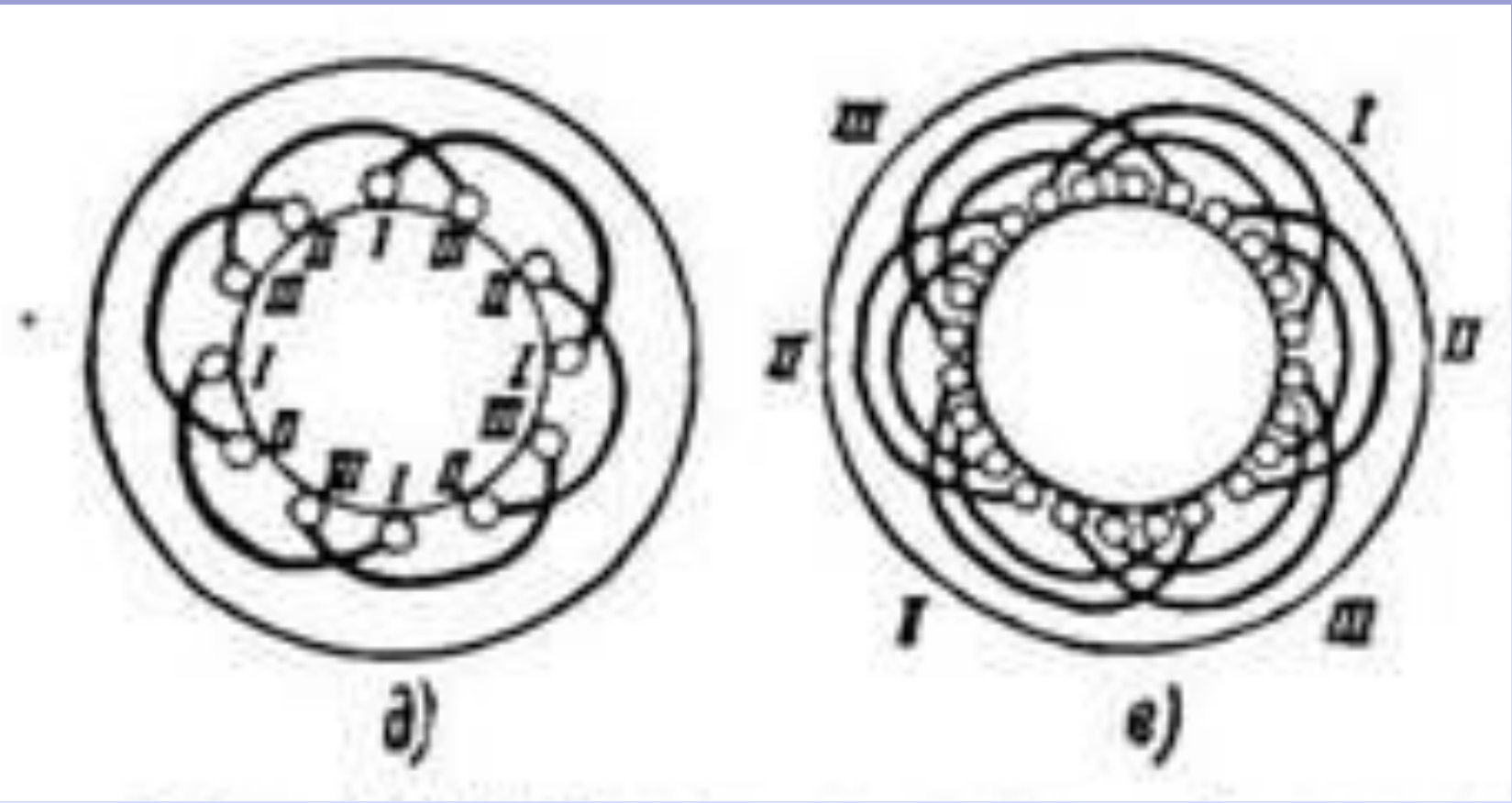
Фазовый шаг $y_ф$, показывающий расстояние между началами фаз:

$$y_ф = \frac{2}{3}\tau.$$



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 τ всегда равно 180 электрическим градусам, поэтому фазовый шаг обмотки $y_ф$=2/3 τ =(2/3)·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**

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

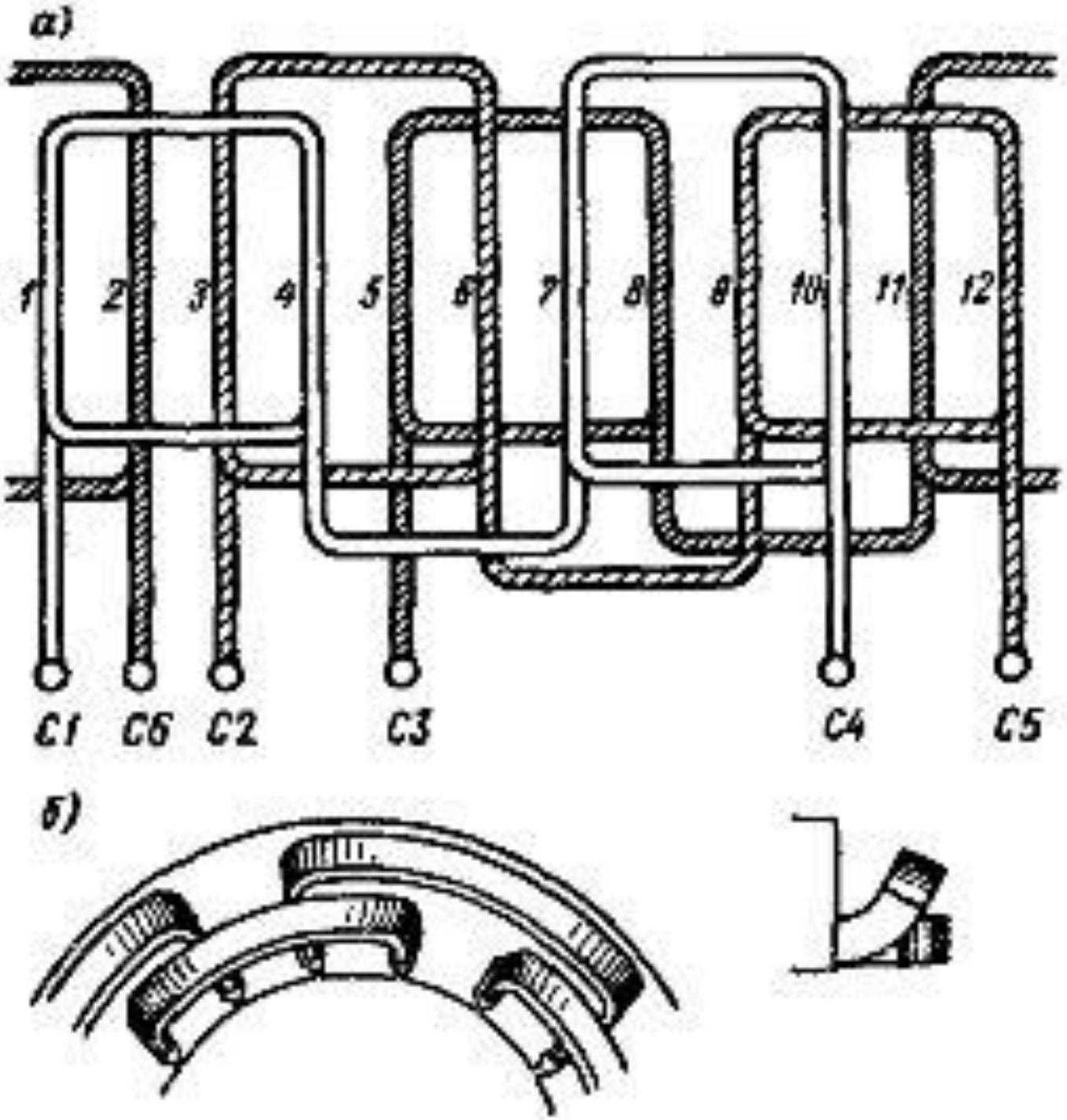
Начинаем укладывать обмотку первой фазы в первый паз.

Для определения номера паза, в которой нужно уложить начало обмотки второй фазы, к номеру паза, где лежит начало обмотки первой фазы, прибавляем $y_ф$:

$$1 + y_ф = 1 + 2 = 3.$$

Вторую и третью фазы выполняем аналогично первой.

Начала обмоток обозначаем буквами *C*1, *C*2 и *C*3, а концы – *C*4, *C*5 и *C*6.


а)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
С1
С6
С2
С3
С4
С5
б)

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.