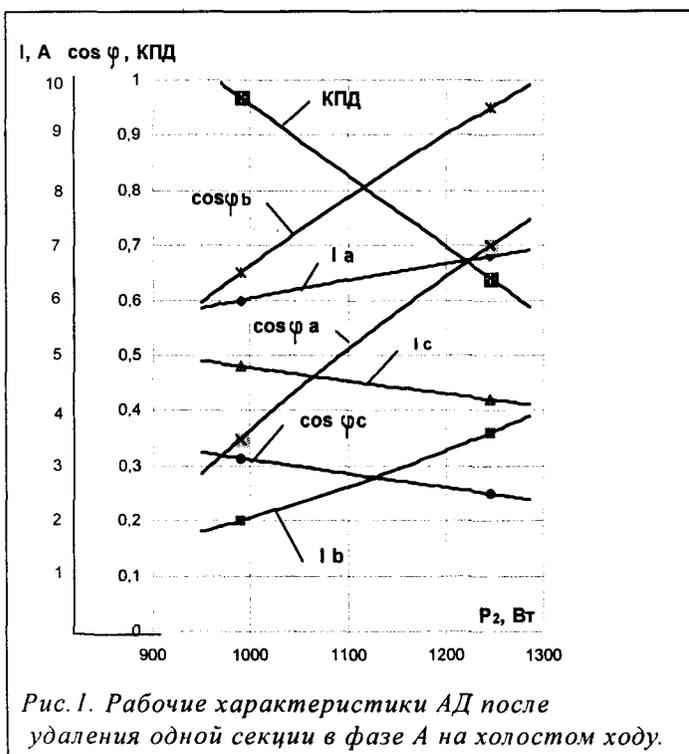


# К ВОПРОСУ ЧАСТИЧНОГО РЕМОНТА ОБМОТОК ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.П. СЕРДЕШНОВ, к.т.н., профессор; Т.Г. ПОДГАЙСКАЯ, студентка (БГАТУ)

**Ц**елесообразность частичного ремонта обмоток трехфазных асинхронных двигателей подтверждается продолжающимся в настоящее время старением изоляции парка этих машин в хозяйствах республики и, как правило, отсутствием в них запаса новых электродвигателей. В этих условиях выход из строя электромашины, при невозможности быстрой замены, нередко связан с большими материальными потерями.

Известная методика проведения ускоренного частичного ремонта обмоток двигателей путем простого выкусывания из катушечных групп поврежденной секции, описанная в технической литературе, в частности [1], вызывает резкое повышение тока в поврежденной фазе машины и такое же резкое понижение ее энергетических характеристик.



На рис. 1 приведены основные показатели трехфазного асинхронного двигателя серии 4А90Л4УЗ ( $P_n = 2,2$  кВт,  $U_n = 380/220$  В,  $I_n = 5,04$  А,  $n_n = 1425$  мин<sup>-1</sup>,  $\cos \varphi_n = 0,83$ , КПД = 80,0%) с удаленной одной секцией в катушечной группе обмотки фазы А, при работе на холостом ходу. На рисунке величины

токов ( $I$ ), и коэффициентов мощностей приведены пофазно; КПД ( $\eta$ ) дан средний для всех трех фаз.

Из рис. 1 ток х.х. ( $I_a$ ) при указанном частичном ремонте равен 6,0 А, т.е. уже более номинального тока двигателя, что, естественно, обуславливает перегрев машины даже на холостом ходу. Повышение нагрузки двигателя увеличивает величину токов в фазе А и В, но вместе с тем ведет к уменьшению его в фазе С, значит имеет место перераспределение нагрузки между фазами в целом перегруженного двигателя. При этом КПД резко падает, коэффициенты мощностей фаз А и В повышаются, но в фазе С уменьшается, хотя в среднем для всех трех фаз относительно несколько возрастает.

Из изложенного можно сделать только один вывод, что загрузка электрической машины после известного метода частичного ремонта обмотки не может быть полной, а работа ее - продолжительной, значительно увеличиваются потери электроэнергии в питающей сети и двигателе. Поэтому и применять метод следует только в экстремальных случаях, когда надо выйти из затруднительного положения.

Для улучшения рассматриваемого метода частичного ремонта обмоток трехфазных асинхронных двигателей предлагается новое усовершенствование, которое заключается в ограничении тока обмотки поврежденной фазы путем включения в ее цепь дополнительного сопротивления (рис. 2).

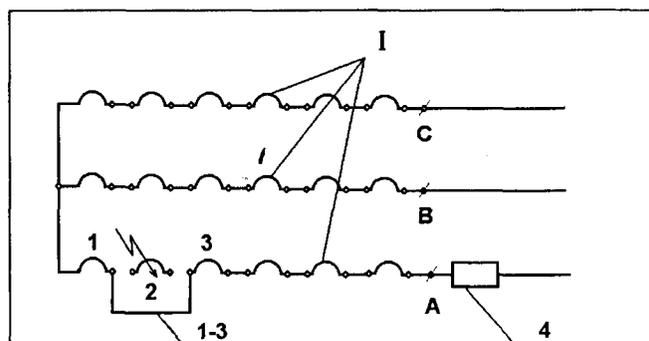


Рис. 2. Включение дополнительного сопротивления в цепь обмотки с поврежденной секцией: 1-обмотки, 2 - поврежденная секция, 1-3 - перемычка, 4 - сопротивление  $R_d$ .

Выполнение такого частичного ремонта обмотки рассмотрим на конкретном примере. Вначале известными методами [2] определяется место расположения поврежденной секции (пазы в расточке статора), в которых она лежит. Затем в лобовой части обмотки находятся ее концы, а также концы катушечной группы, в которую секция входит.

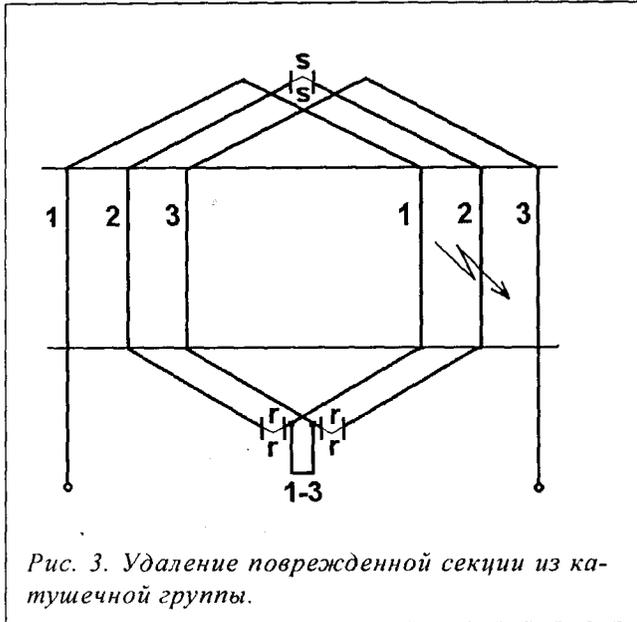


Рис. 3. Удаление поврежденной секции из катушечной группы.

На рис.3 показана трехсекционная катушечная группа, у которой вторая секция имеет витковые замыкания.

Порядок ремонта следующий:

1. Обмотка в печи или от сварочного трансформатора нагревается до 60...70°C.
2. Кусачками (плоскогубцами, бокорезами) отсекаются концы поврежденной секции (она «выкусывается») - сечение r-r.
3. Конец исправной первой секции соединяется сваркой или пайкой с началом третьей 1-3 (минуя концы второй поврежденной секции - 2).
4. Рассекаются все витки поврежденной секции 2 в лобовой части - сечение s-s. Это делается для того, чтобы ликвидировать замкнутые контуры короткозамкнутых витков.
5. Изолируются все оголенные, токоведущие части обмотки (в местах сечений и соединений).
6. Подключается дополнительное сопротивление  $R_0$  в цепь обмотки (фазы а), в которой удалена поврежденная секция.

Дополнительное сопротивление  $R_0$  может быть выполнено из жаростойких сплавов высокого электрического сопротивления: хромоникелевые (ранее нихромы), более дешевые хромоалюминиевые сплавы, фехрали и пр. Следует обратить особое внимание на то, что сечение проводов или лент этих материалов должно соответствовать фазному току асинхронного двигателя.

Число их витков определяется требуемой величиной сопротивления в сети экспериментально.

Проведенные исследования использования добавочного сопротивления  $R_0$  в цепи обмотки фазы А

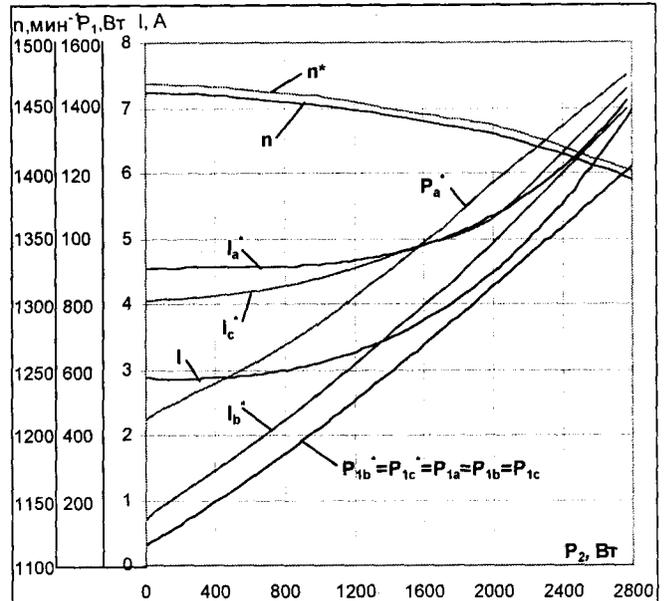


Рис. 4. Влияние частичного ремонта обмотки с  $R_0$  на параметры  $I$ ,  $P_p$ ,  $n$ .

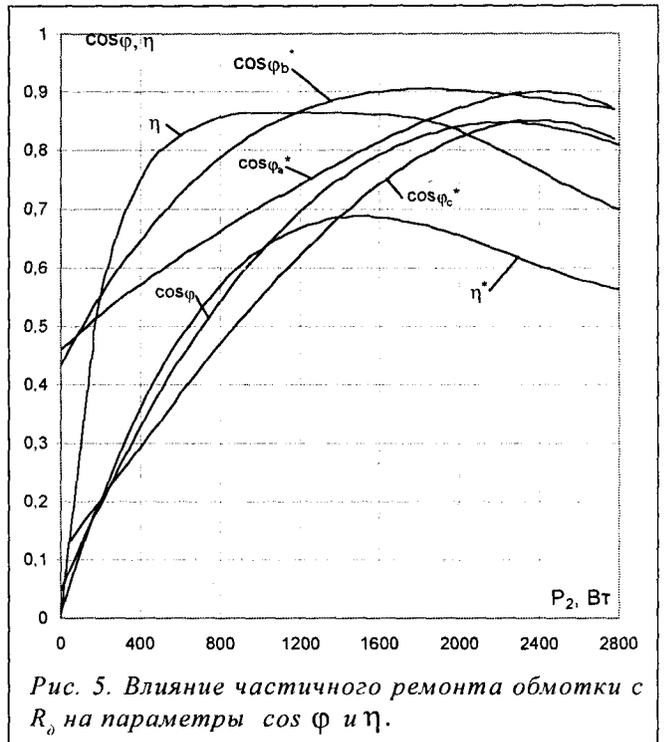


Рис. 5. Влияние частичного ремонта обмотки с  $R_0$  на параметры  $\cos \varphi$  и  $\eta$ .

(в которой была удалена одна секция) трехфазного асинхронного двигателя серии 4А90Л4У3 мощностью 2,2 кВт, дали результаты, приведенные на рис.4. и рис.5. На них  $P_2$  – это мощность на валу трехфазного асинхронного двигателя, Вт. На рис.4 шкала активной потребляемой мощности из сети  $P_1$  дана для

одной фазы. Величины  $n$ ,  $P_1$ ,  $I$  даны в именованных единицах, на рис.5  $\cos \varphi$  и  $\eta$  в относительных к номинальному значению. Экспериментальные значения показаны с индексом (\*). Для наглядности на тех же рисунках (4 и 5) приведены те же параметры:  $I$ ,  $P_1$ ,  $n$ ,  $\cos \varphi$  и  $\eta$  того же двигателя до частичного ремонта обмотки фазы А. Сравнение параметров  $P_1$  и  $I$  показывает, что потребляемые мощности  $P_1$  в фазах В и С после ремонта практически не изменились ( $P_{1b}^* = P_{1c}^* = P_{1a} = P_{1b} = P_{1c}$ ), потребляемая мощность в фазе А повысилась ( $P_{1a}^* > P_{1a}$ ). Распределение токов по фазам резко изменилось. Если при нормальном режиме работы двигателя  $I_a = I_b = I_c$ , то после ремонта ток в фазе А  $I_a^*$  резко возрастет, хотя значительно меньше, чем при отсутствии  $R_d$ . Ток в фазе С -  $I_c^*$  также увеличился, ток в фазе В -  $I_b^*$  значительно уменьшился, однако при загрузке двигателя он возрастает значительно быстрее, чем в фазах А и С, что объясняется перераспределением нагрузки между фазами при увеличении загрузки на валу.

Коэффициент полезного действия ( $\eta^*$ ) при частичном ремонте обмотки, который приводится суммарный для всех

трех фаз, значительно ниже, чем до ремонта и, насколько можно судить, изменился в первую очередь за счет увеличения потерь в стали магнитопровода машины.

Характер изменения коэффициентов мощностей ( $\cos \varphi^*$ ) пофазно приближенно отражает картину изменения токов и естественно связан с их индуктивной составляющей. Исходя из токовой нагрузки наиболее загруженной фазы исследованного асинхронного двигателя с  $P_n = 2,2$  кВт, можно сделать заключение, что его нагрузка на валу после ремонта не должна превышать 1,78 кВт, т. е. приближенно 80% от номинального. При сохранении нагрузки на валу в номинальном объеме срок работы двигателя будет, конечно, меньше.

Более точное заключение о допустимой загрузке двигателя с добавочным сопротивлением  $R_d$  можно сделать только после дополнительной экспериментальной проверки по температуре нагрева изоляции электромашины.

В заключение следует отметить хорошие пусковые возможности отремонтированного двигателя и его устойчивую работу.

### Вывод.

Технический результат, получаемый при установке дополнительного сопротивления  $R_d$  по сравнению с другими методами частичного ремонта заключается в следующем:

1. Сокращается время на выполнение ремонта и его стоимость по сравнению с методом замены поврежденной секции.
2. Улучшаются энергетические характеристики машины ( $\cos \varphi$  и КПД) и снижается расход электроэнергии в сети и двигателе (за счет снижения потерь).
3. Повышается допустимая загрузка двигателя по сравнению с методом выкусывания поврежденной секции без установки  $R_d$ .
4. Повышается надежность работы асинхронного двигателя.

### Литература

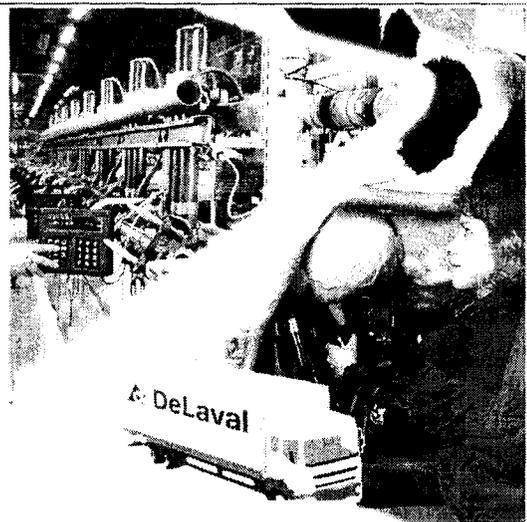
1. Сердешнов А. П. Частичный ремонт обмоток асинхронных двигателей. – Агропанорама, №4, 1997.
2. Сердешнов А. П., Янукович Г. И. Техобслуживание и ремонт электрооборудования в сельском хозяйстве. – Мн.: Урожай, 1993.
3. Маршак Е. Л., Уманцев Р. Б. Ремонт электрических машин общепромышленного применения. – М., Энергия, 1972.

# DeLaval

Доильная установка МидиЛайн разработана командой высокопрофессиональных инженеров ДеЛаваль в соответствии с международными стандартами ISO.

Россия, 196084, г. Санкт-Петербург,  
Московский проспект, 65  
Тел. (812) 325 5309  
Факс (812) 325 2733  
E-mail: alaspb@mail.wplus.net

Россия, 141070, Московская область,  
г. Королев, ул. Советская, 73  
Тел. (095) 232 2350  
Факс (095) 232 2351  
E-mail: delaval.zao@delaval.com



[www.delaval.com](http://www.delaval.com)