

Изобретение относится к электроиндукционным устройствам (силовым трансформаторам, реакторам), конкретнее к обмоткам высокого напряжения (ВН) большой мощности, на которые в процессе эксплуатации воздействуют перенапряжения грозового или коммутационного происхождения.

Известна обмотка высокого напряжения трансформатора, содержащая чередующиеся токонесущие и холостые экранирующие витки, образующие пары катушек с токонесущими, а также экранирующими витками, при этом токонесущие и холостые витки катушек соединены определенным образом, что дает возможность уменьшения межкатушечной изоляции за счет снижения амплитуды внутрикатушечных напряжений [1].

Известна обмотка высокого напряжения большой мощности для трансформатора, содержащая группу соединенных одна за другой катушек с номерами  $K_1$ - $K_2$ - $K_3$ - $K_4$  в порядке их последовательности в электрической цепи и размещенных одна за другой с пространственной очередностью  $K_1$ - $K_2$ - $K_3$ - $K_4$  вдоль обмотки, вмотанные в нечетную катушку  $K_1$  холостые витки соединены с вмотанными в четную катушку  $K_2$  холостыми витками, а вмотанные в нечетную катушку  $K_3$  холостые витки соединены с вмотанными в четную катушку  $K_4$  холостыми витками [2].

Эта обмотка имеет недостаток, который состоит в том, что с увеличением числа холостых витков в катушке перенапряжение между холостыми витками катушек  $K_2$  и  $K_3$  превышает перенапряжение между рабочими витками этих же катушек, что вынуждает увеличивать размер изоляции между катушками, и таким образом ограничивает область применения указанной обмотки (так как с определенного количества холостых витков увеличение их числа для снижения перенапряжений между рабочими витками приводит к более высокому перенапряжению между самими холостыми витками).

Задачей изобретения является минимизация объема изоляции обмотки посредством рационального соединения применяемых холостых витков для снижения перенапряжений между рабочими витками катушек при одновременном исключении повышенных перенапряжений между холостыми витками катушек.

Поставленная задача достигается тем, что обмотка индукционного устройства, содержащая группу по крайней мере из двух пар катушек, соединенных между собой в порядке их последовательности в электрической цепи, расположенных одна над другой вдоль обмотки и содержащих непрерывно намотанные рабочие и холостые витки, в которой согласно изобретению, рабочие и вмотанные в первую нечетную катушку группы, холостые витки соединены с соответствующими витками следующей нечетной катушки в порядке их последовательности в электрической цепи, а рабочие и, вмотанные в первую четную катушку группы холостые витки, соединены с соответствующими витками следующей четной катушки в упомянутой последовательности, при этом в каждой группе, состоящей из четырех катушек, первая четная катушка в порядке электрической цепи размещена вдоль обмотки на месте второй нечетной катушки в порядке электрической цепи.

На фиг.1 дана структура группы катушек по изобретению; на фиг.2 - пример обмотки по изобретению; на фиг.3 - схема физического процесса перенапряжений в группе катушек по изобретению.

На фиг.1 показана предлагаемая обмотка с последовательно соединенными в порядке электрической цепи катушками 1, 2, 3, 4 с электрическими номерами  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ .

Цифрами 73 ... 100 показаны витки группы катушек (номера витков указывают порядковый номер в электрической цепи и одновременно потенциал по отношению к заземленной нейтрали). Группы катушек по изобретению включают обычно в зоне высоких потенциалов, поэтому даны высокие номера витков.

Катушка  $K_1$  намотана из рабочих витков 73 ... 79, катушка  $K_2$  - из рабочих витков 80 ... 86, катушка  $K_3$  - из рабочих витков 87 ... 93, катушка  $K_4$  - из рабочих витков 94 ... 100. Катушки 1, 2, 3, 4 с электрическими номерами  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  соединены одна за другой переходами 5 - между рабочими витками 79 - 80, 6 - между рабочими витками 86 - 87, 7 - между рабочими витками 93 - 94 и размещены одна над другой снизу вверх вдоль обмотки с пространственной очередностью 1 - 3 - 2 - 4 и с электрическими номерами  $K_1$ - $K_2$ - $K_3$ - $K_4$ .

В катушку 1 (электрический номер  $K_1$ ) вмотаны холостые витки 8 (электрический номер  $X_{B1}$ ), которые соединены переходом 9 с такими же холостыми витками 10 (электрический номер  $X_{B3}$ ) катушки 3 (электрический номер  $K_3$ ).

В катушку 2 (электрический номер  $K_2$ ) вмотаны холостые витки 11 (электрический номер  $X_{B2}$ ), которые соединены переходом 12 (электрический номер  $P_2$ ) с такими же холостыми витками 13 (электрический номер  $X_{B4}$ ) катушки 4 (электрический номер  $K_4$ ).

Катушки 1 - 4 изолированы одна от другой изоляцией 14.

Пример обмотки по изобретению (фиг.2) представляет обмотку из рабочих витков 0 ... 100, обмотка содержит две группы катушек по изобретению (группа Г1 из рабочих витков 45 ... 72 и группа Г2 из рабочих витков 73 ... 100); в группе Г1 в каждой катушке по два холостых витка, в группу Г2 в каждой катушке по четыре холостых витка; остальная часть обмотки из рабочих витков 0 ... 44 выполнена непрерывной без холостых витков в катушках. Потенциалы холостых витков (холостые витки имеют малую толщину и зачернены) указаны цифрами с индексом X, разности потенциалов холостых витков соседних катушек не превышают разностей потенциалов между рабочими витками соседних катушек (наибольшая разность потенциалов между рабочими витками соседних катушек составляет 14 единиц, такая же наибольшая разность потенциалов между холостыми витками соседних катушек).

Фиг.3 объясняет эффект снижения перенапряжения на группе катушек по изобретению путем выделения составляющей высокочастотного тока I при перенапряжениях.

Указанные на фиг.3 символы обозначают:

$C_{px}$  - емкость между рабочим и холостым витками;

$C_{pp}$  - емкость между рабочими витками;

ЛР - линия из рабочих витков;

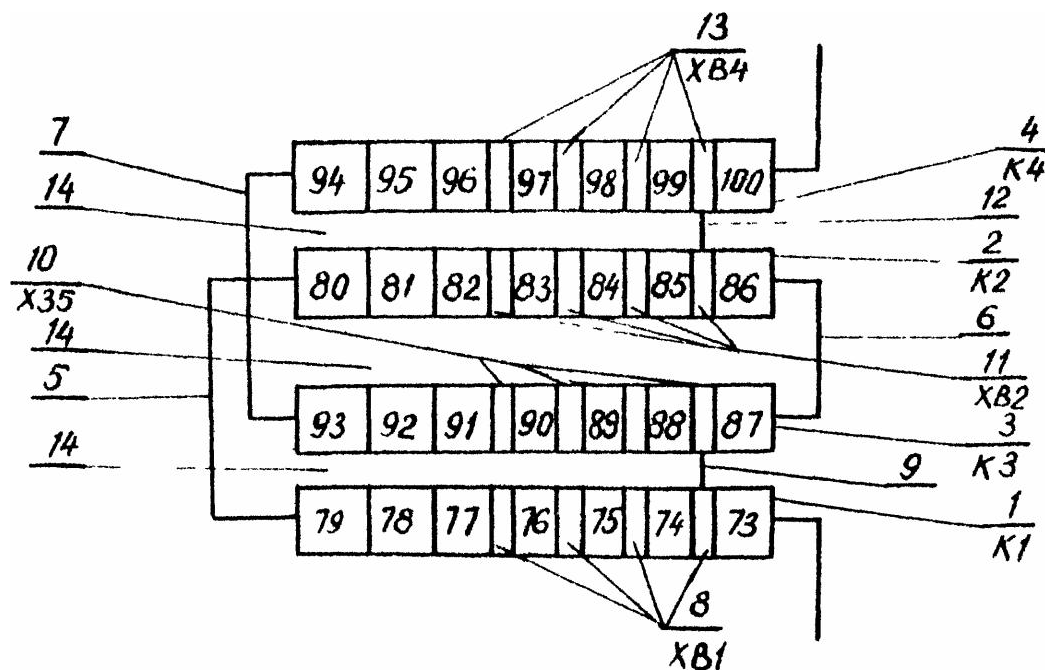
ЛХ - линия из холостых витков.

Рабочий ток обмотки протекает только по рабочим виткам магнитно согласно. При перенапряжениях возникает ток высокой частоты (импульсный ток), цепь которого состоит из рабочих витков, примыкающих к холостым виткам и образующих с ними емкости  $C_{рх}$  (рабочие витки представлены в схеме линиями ЛР), из емкостей  $C_{рх}$  и холостых витков (холостые витки представлены линиями ЛХ); ток  $I$  высокой частоты течет по линиям ЛР рабочих витков, через емкости  $C_{рх}$  и возвращается встречно по линии ЛХ холостых витков; при этом емкость группы катушек значительно возрастает за счет прибавления к  $C_{рр}$  емкостей  $C_{рх}$ , а индуктивность значительно уменьшается за счет встречного тока в холостых витках - поэтому волновое сопротивление группы катушек на порядок снижается и на этой группе падение перенапряжения снижается (так как последовательно с указанной группой катушек включены другие группы катушек с большим волновым сопротивлением); получено снижение падения перенапряжения на группах катушек, находящихся возле линейного вывода А обмотки, где это падение перенапряжения наибольшее, при этом падение перенапряжения на холостых витках не превышает падения перенапряжения на рабочих витках. Эффект непревышения падения перенапряжения между холостыми витками падения перенапряжений между рабочими витками достигнут благодаря новым признакам изобретения:

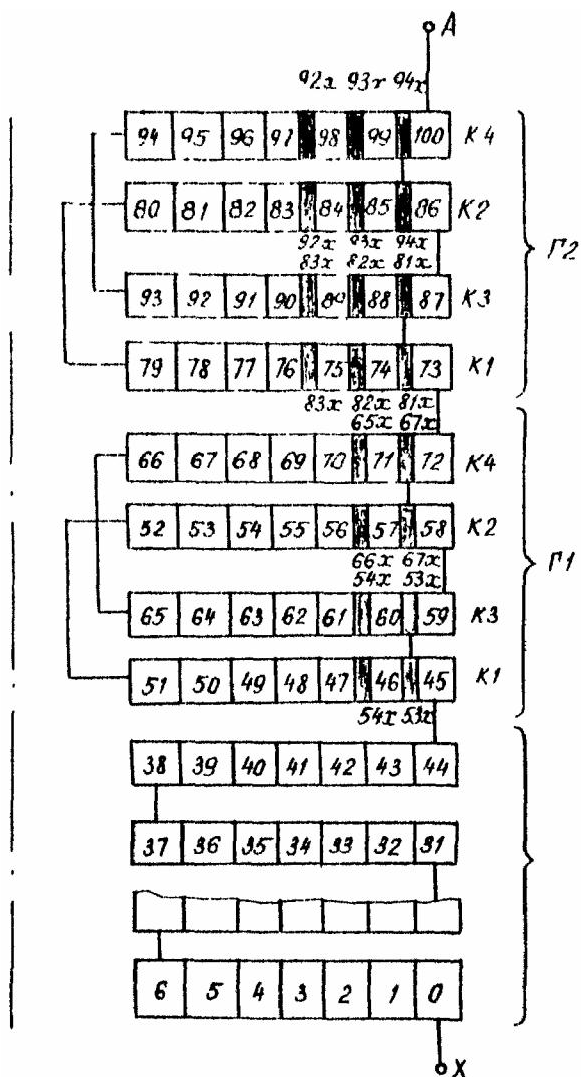
- размещение рядом катушек одного вида (четная с четной и нечетная с нечетной, разница между ними видна при сравнении направлений роста потенциалов рабочих витков - в одной потенциалы растут слева направо, в другой наоборот); соединение холостых витков катушек одного вида; размещение соединений холостых витков возле крайних рабочих витков, образующих поверхность обмотки, куда входит виток с линейным выводом А; одинаковость соединяемых холостых витков (холостые витки катушек К1 и К3 одинаковы по геометрии, длине, плотности вмотки и т.п.).

Полученный физический эффект позволяет уменьшить изоляцию между катушками, снизить габариты и массу обмотки и трансформатора; также позволяет применять конструкцию обмотки по изобретению для трансформаторов самых высоких классов напряжения (400, 500, 750кВ).

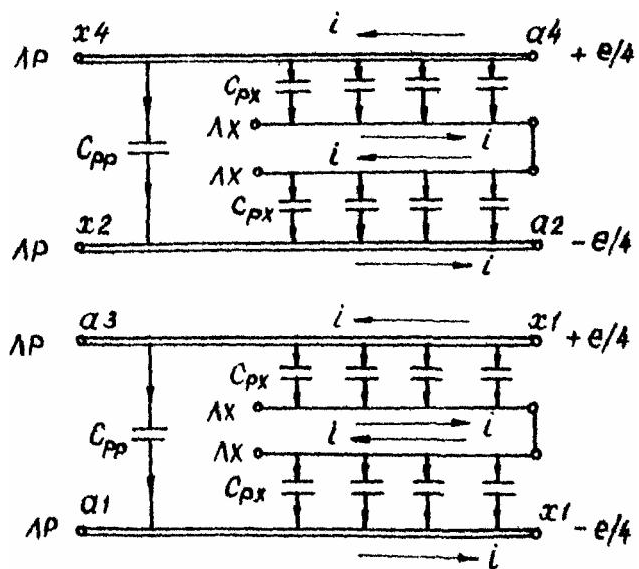
Физический эффект проверен на полноразмерной обмотке диаметром 2,3м (наружный) и 2,1м (внутренний), высотой 2м, изоляция на рабочих и холостых витках 2мм, межкатушечная изоляция 6 - 10мм.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3