

# ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СОБСТВЕННЫХ НУЖД НАПРЯЖЕНИЕМ 6 КВ БЕЛОВСКОЙ ГРЭС.

*Кукарцев А.Ю. (ОАО «Кузбассэнерго» Беловская ГРЭС, Белово)  
Лавринович В.А. (Томский политехнический университет, Томск)*

В данной работе рассматривается опыт эксплуатации электрооборудования собственных нужд напряжением 6 кВ Беловской ГРЭС, а также предпринята попытка анализа повреждаемости изоляции данного оборудования, с целью определения причин высокой повреждаемости и методов борьбы с ней.

## **Состав оборудования собственных нужд 6 кВ Беловской ГРЭС**

Питание собственных нужд блока генератор-трансформатор осуществляется от отпаечного трансформатора собственных нужд с расщеплённой обмоткой, типа ТРДН – 32000/35 напряжением 15,75/6,3/6,3 кВ. В общей сложности 189 присоединений на 6 блоков генератор-трансформатор. Примерный состав оборудования, присоединенного к одной секции КРУ приведен в табл.1. Возраст двигателей от 5 до 40 лет, с равномерным распределением по блокам. Всего секций КРУ - 12 (по две на каждый блок). Состав коммутационного оборудования приведен в табл.2.

*Таблица 1.*

**Типовой состав оборудования одной секции КРУ собственных нужд Беловской ГРЭС**

№ п/п	Наименование присоединения.	Тип двигателя	Р ном. (кВт)	Длина питающего кабеля (м)	Примерное количество пусков в год
Блочные двигатели					
1.	Питательный электронасос (ПЭН -А)	АТД-4000/6000	4000	95	50-100
2.	Питательный электронасос (ПЭН -Б)	4АЗМ-5000/6000	5000	70	50-100
3.	Дымосос (Д)	ДАЗО-1910-12/16 (двухскоростной)	900/400	170/170	100-150
4.	Дутьевой вентилятор (ДВ)	ДАЗО-1914-10/12 (двухскоростной)	620/360	160/160	100-150
5.	Мельничный вентилятор (МВ)	ДАЗО-13-67-6МУ1	630	90	250-450

6.	Мельница (М)	ДС-32209-60А	2460	110	250-450
7.	Конденсатный насос (КН)	АВ-113-4М	250	70	Около 50
8.	Циркуляционный насос (ЦН)	ВДД-170/34-16	520	220	Около 50
9.	Дымосос газовой рециркуляции (ДГР)	ДАЗО4-400х-6У1	315	170	100-150
10	Трансформатор сухой 6/0,4	ТС-630	630	100-200	4-5
<b>Общестанционные двигатели</b>					
10.	Молотковая дробилка (Дм)	АНЗ-2-17-57-12У3	1250	460	Около 500
11.	Багерный насос (БН)	А4-450Х-6У3	630	300	Около 50
12.	Сетевой насос теплофикации (СНТ)	АП-12-32-4	400	80	Около 50

*Таблица 2.*

### **Состав коммутационного оборудования**

№ КРУ	Тип выключателя	Количество выключателей	Год ввода выключателей в эксплуатацию
1	ВБЧ-С-М-10-20/630	31	1993
2	ВВТЭ-М-10-20/630	33	1996
3	ВВТЭ-М-10-20/630	14	1998; на пылесистеме с 2001
	ВМГ – 133 II	15	1965
4	ВВТЭ-М-10-20/630	8	1998
	ВМГ – 133 II	24	1965
5	ВМП – 10 К	42	1966
6	ВМП – 10 К	42	1967

### *Анализ повреждаемости*

На Рис.1 представлены данные повреждаемости оборудования собственных нужд Беловской ГРЭС за последние 15 лет.

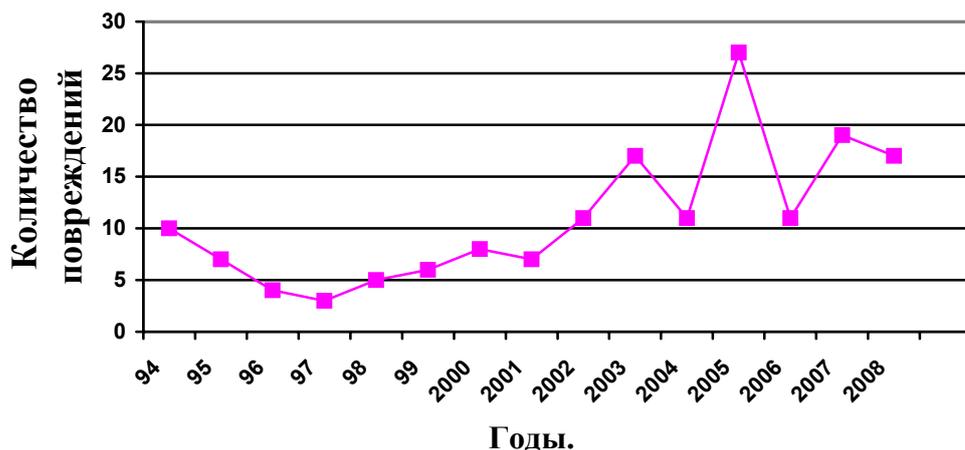


Рис. 1. Повреждаемость высоковольтного оборудования собственных нужд Беловской ГРЭС в процессе эксплуатации.

Из диаграммы видно что повреждаемость растет. Объяснить это можно старением изоляции в процессе эксплуатации, но при детальном рассмотрении каждого повреждения напрашивается вывод, что даже при очень солидном возрасте оборудования можно найти способы увеличения ресурса оборудования и снижения числа аварийных остановов.

На Рис.2 представлены данные о повреждаемости оборудования в период с 2000 – 2008г. в зависимости от типа приводимого оборудования и типа коммутационного аппарата. Механизмы двигатели которых повреждались за это время по одному-два раза на диаграмме не приводятся так как по единичным случаям трудно выявить закономерность.

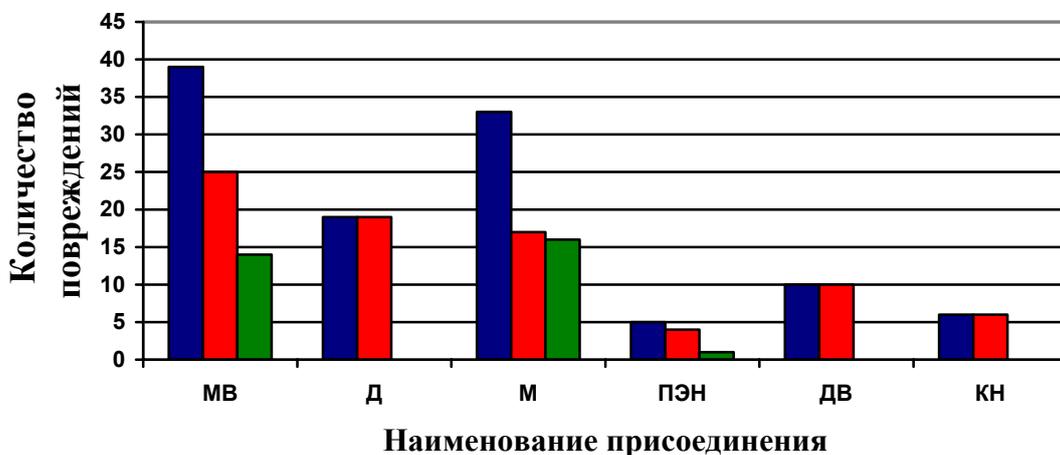


Рис. 2. Повреждаемость оборудования 6 кВ в 2000...2008 гг. в зависимости от типа приводимого механизма и типа выключателя: ■ — всего повреждений; ■ — оборудование коммутировалось вакуумным выключателем; ■ — оборудование коммутировалось маломасляным выключателем

Из диаграммы Рис.2 видно что есть ряд механизмов повреждаемость которых в разы выше чем у остальных, это Мельничные вентиляторы (МВ), Мельницы (М), Дымососы (Д), Дутьевые вентиляторы (ДВ). Все это механизмы с тяжелыми условиями пуска и с большим числом коммутаций, для Д и ДВ это 100 – 150 в год, а для МВ и М это 250 – 450 в год на разных блоках. Д и ДВ повреждались только на тех блоках где они они

оборудованы вакуумными выключателями, а вот М и МВ повреждаются примерно поровну на всех блоках не зависимо от того каким выключателем они коммутируются.

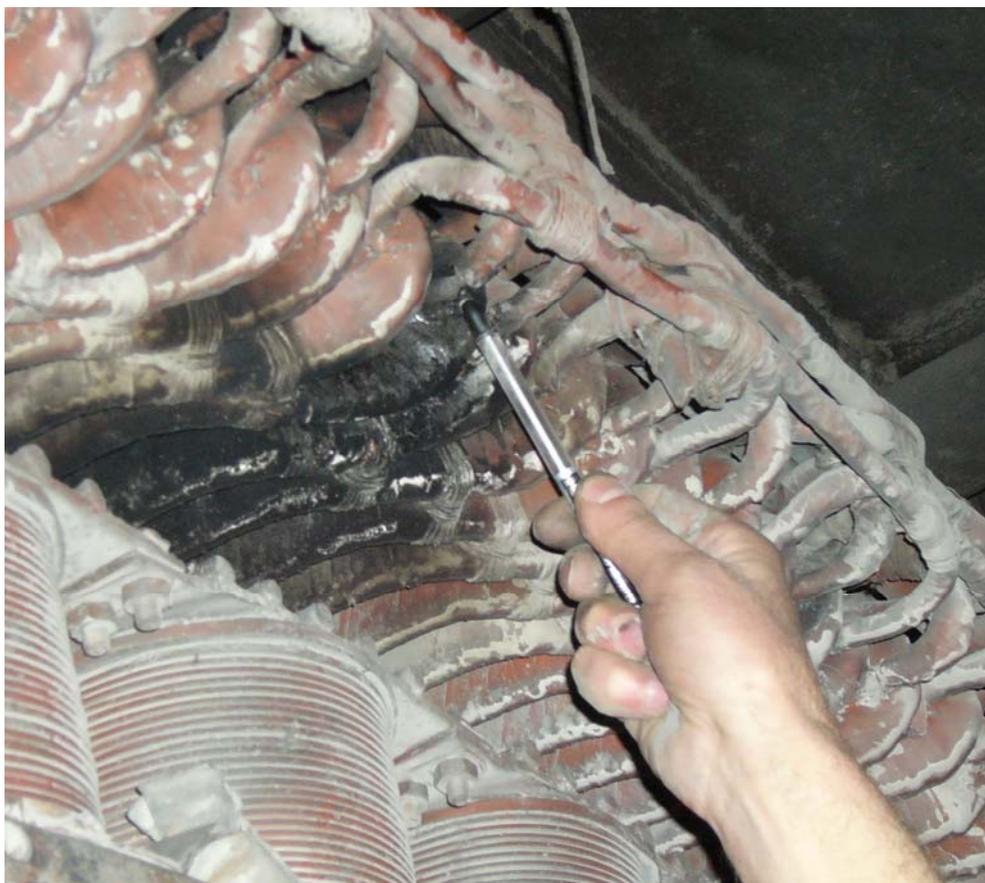
### ***Повреждаемость двигателей Дымососов и Дутьевых вентиляторов***

У Д и ДВ повреждения происходили как в двигателе так и на питающем кабеле, в двигателе обмотка статора повреждалась в пазу, на выходе из паза, а так же перегорали перемычки между секциями обмотки. Практически все повреждения начинались с однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), более половины развивалось в междуфазные и двойные.

Такое разнообразие мест и видов повреждений говорит о практически полном исчерпании ресурса изоляции обмоток статоров Д и ДВ, что подтверждалось при ремонтах с заменой обмоток, изоляция демонтируемых обмоток находилась в очень плохом состоянии и осыпалась при демонтаже. А тот факт что все повреждения Д и ДВ происходили на двигателях и кабелях оборудованных вакуумными выключателями говорит о том что электродвигатели коммутируемые вакуумными выключателями нуждаются в обязательной защите от перенапряжений.

### ***Повреждаемость двигателей Мельниц***

Учитывая то что за наблюдаемый период с 2000 – 2008г. из 33 повреждений двигателей М, 30 – составили перегорания перемычки между секциями обмотки Рис.3, можно предположить что это одно из самых слабых мест данного двигателя.



*Рис. 3. Повреждение двигателя мельницы (перегорание перемычки).*

Тщательное расследование каждого повреждения двигателя М показывает что все начинается с дугowego замыкания на землю при пуске двигателя.

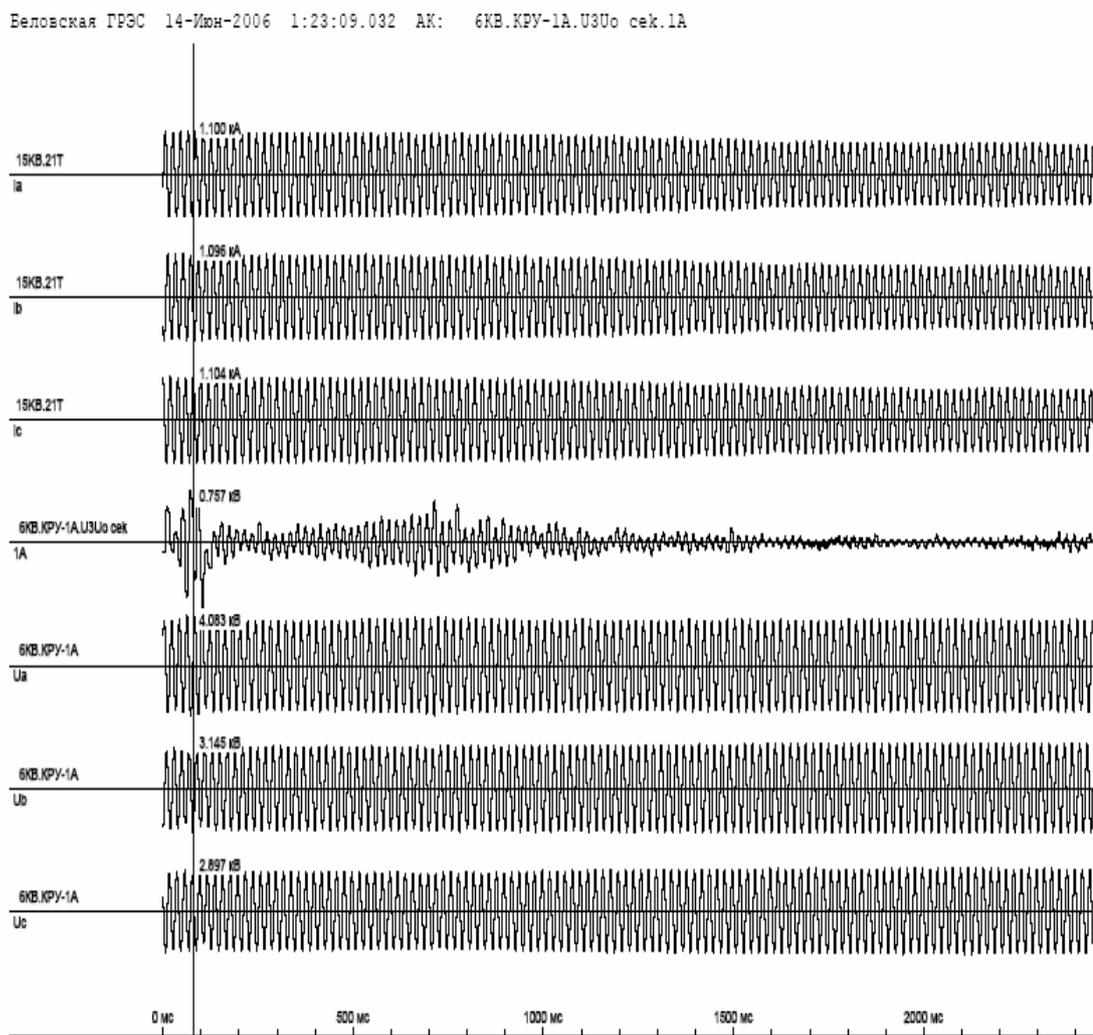


Рис. 4. Осциллограмма повреждения двигателя мельницы М-1А (перегорание перемычки) 14 июня 2006г..

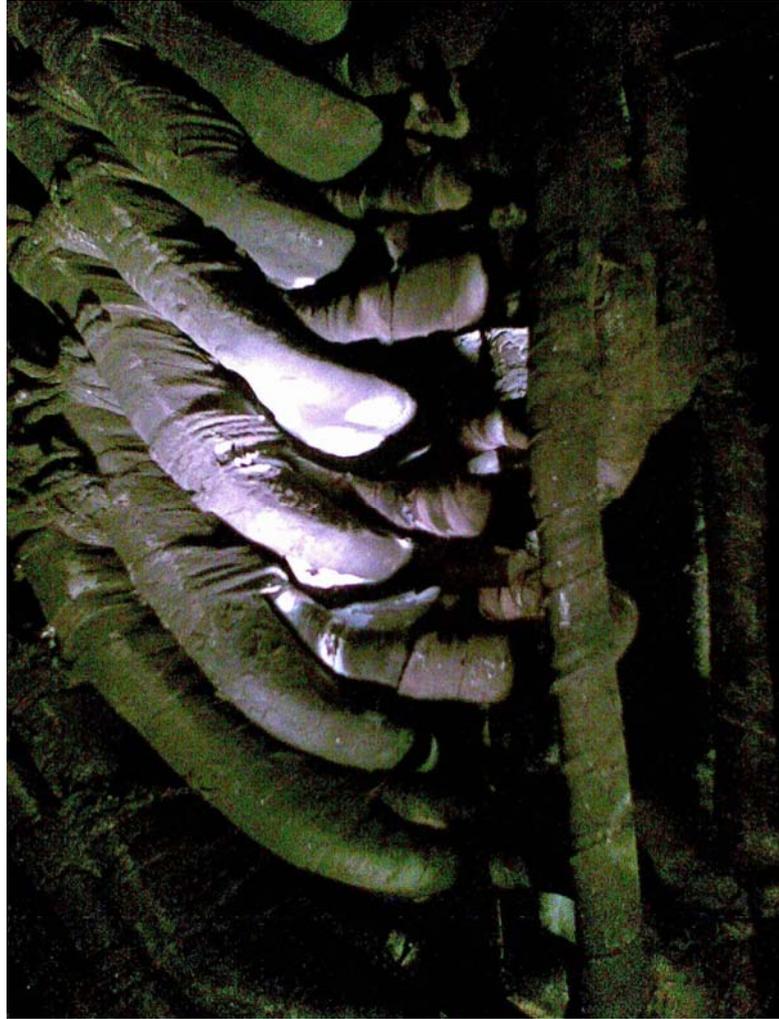
На Рис.4 приведена осциллограмма записанная регистратором аварийных событий «Черный ящик» 14.06.2006г. припуске М – 1А. На Осциллограмме показаны токи высокой стороны питающего трансформатора 21Т (пусковой ток мельницы), напряжение секции КРУ - 1А и напряжение 3U<sub>0</sub> на секции свидетельствующее о возникновении ОЗЗ при пуске двигателя. Зачастую ОЗЗ переходит в междуфазное и сопровождается возгоранием обмотки. В данном случае двигатель был отключен аварийной кнопкой.

Набранные при расследованиях повреждений материалы позволили предположить следующее.

При протекании пусковых токов по обмотке происходит нагрев меди и изоляции, в месте выхода перемычки из секции обмотки в результате её труднодоступности изоляция тоньше и к тому же она менее однородна (не плотное прилегание слоев изоляции друг к другу), перемычка более подвержена воздействию электродинамических усилий при протекании пусковых токов, чем расклиненная и бандажированная обмотка. При взаимодействии выше перечисленных факторов происходит ускоренное старение изоляции именно в этом месте. А открытое исполнение двигателя и наличие в цеху загрязнения в виде токопроводящей пыли (угольной) значительно ускоряет этот процесс.

Повреждение двигателя мельницы М-2А 1.07.2008г. Рис.5, позволило подтвердить это предположение. ОЗЗ перешедшее в междуфазное КЗ отключилось «Дифференциальной защитой» мельницы. Протекание тока короткого замыкания по обмотке ускорило процесс который длится годами при нормальной работе мельниц. На Рис.5 видно как в результате нагрева перемычки током короткого замыкания обуглилась и осыпалась её изоляция, а изоляция катушке пострадала не значительно от воздействия дуги.

Учитывая сказанное выше, думается что проведение при профилактических ремонтах, таких работ как переизоляция перемычек, надежное их крепление (бандажирование), возврат к замкнутой системе вентиляции двигателей, или периодическая продувка и удаление отложений пыли, позволят значительно продлить срок эксплуатации двигателей мельниц между перемотками и сократить число аварийных остановов .



*Рис. 5. Повреждение двигателя мельницы М-2А 1 июля 2008г.*

### ***Повреждаемость двигателей Мельничных вентиляторов***

Причины высокой повреждаемости Мельничных Вентиляторов является несоответствие двигателя приводимому механизму.

Мельничные вентиляторы типа ВМ – 160/850У имеют максимальный маховой момент, равный  $2500 \text{ кГ/м}^2$ , двигатель ДАЗО 12-13 габарита, мощностью 630 кВт, 1000 об/мин, имеют допустимый моментом механизма не более  $3200 \text{ кГ/м}^2$ . При среднем статическом значении момента сопротивления за время пуска  $0,3M_{\text{ном}}$  и моменте инерции механизма превышающем 10% от значения предельно допустимого, число пусков из холодного состояния 2 при интервале 5 мин. между пусками, из горячего состояния 1, интервал между последующими пусками для этих условий составляет 3 часа. За период эксплуатации допускается не менее 2000 пусков, но не более 250 пусков в год, для условий менее жестких по  $M_{\text{ном}}$  и моменту инерции эти показатели составляют 10000 и 500 соответственно.

По данным счетчиков на выключателях, некоторые МВ в год имеют свыше 500 пусков что является двукратным превышением допустимого и ведет к выработке ресурса двигателя за 5 – 10 лет, после чего происходит повреждение двигателя связанное с ОЗЗ или междуфазным замыканием. В результате ремонта исключается или заменяется поврежденная секция обмотки и двигатель вводится в работу или в резерв, после такого ремонта двигатель еще работает в течении года – двух, а бывает и в течении нескольких

месяцев, затем все повторяется, с каждым разом время работы между ремонтами сокращается.

Определение оптимального количества пусков, после которого двигатель отправляется в полную перемотку, позволит значительно сократить число аварийных остановов оборудования связанных с повреждениями МВ.

### ***Выводы***

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы:

- тщательное расследование повреждений оборудования позволяет, принимать обоснованные решения по поводу причин возникновения повреждений;
- имея статистику повреждений и зная точные причины их возникновения, даже при солидном возрасте оборудования, можно значительно продлить срок его эксплуатации и сократить число аварийных остановов;
- при применении вакуумных выключателей должна обеспечиваться защита от коммутационных перенапряжений.