

Статья «Основные вопросы выбора трансформатора и обеспечения качества электроснабжения» («Электротехнический рынок», № 5 (29), сентябрь-октябрь 2009 г.)

<http://market.elec.ru/nomer/27/osnovnye-voprosy-vybora-transformatora-i-obespeche/>

## Основные вопросы выбора трансформатора и обеспечения качества электроснабжения



В современных условиях высокой насыщенности предприятий, организаций, офисов или промышленных производств большим количеством сложной современной техники, вопрос обеспечения бесперебойного электроснабжения высокого качества с каждым днем становится все острее. Соответственно, при разработке системы электроснабжения любого объекта, «во главу угла» ставятся вопросы наиболее оптимального выбора трансформаторного оборудования, при

решении которых необходимо учитывать большое количество специфических факторов.

Попробуем разобраться, что необходимо принимать во внимание при выборе трансформатора, и какие основные факторы могут играть решающее значение в деле обеспечения качественного и надежного энергоснабжения объекта.

### **Силовой трансформатор: тип и конструктивные особенности, влияющие на выбор**

При оценке качества проектирования системы электроснабжения объекта, в первую очередь необходимо проверять правильность выбора силового трансформатора исходя из его характеристик, условий эксплуатации и технических особенностей конструкции. К сожалению, сегодня достаточно часто происходят ситуации, когда в проект включается не то оборудование, которое оптимально подходит заданным условиям конкретного объекта, а силовые трансформаторы «удобные» самим проектировщикам. Соответственно заказчик, «пропустивший» подобный проект, вынужден либо довольствоваться тем, что есть, либо пересогласовывать проект, что связано, в первом случае — с несоответствием технических характеристик оборудования требуемым условиям, а во втором — дополнительной тратой денег и времени.

При этом необходимо принимать во внимание, что неправильный выбор силового трансформатора обязательно повлечет за собой более высокие эксплуатационные расходы, а в целом может значительно снизить срок службы, как самой трансформаторной группы, так и сложного и дорогостоящего оборудования, от нее питающегося.

Приобретая тот или иной трансформатор, необходимо проводить комплексную оценку выбора по трем основным критериям: качество оборудования, его цена и прогнозируемые эксплуатационные расходы. При этом заказчики чаще всего учитывают первые два фактора, забывая, что в ряде случаев эксплуатационные расходы за период работы оборудования, могут составить более половины стоимости самого трансформатора, а иногда и больше. Тогда как более вдумчивый подход к выбору может значительно снизить подобные издержки, и в долгосрочной перспективе окажется более выгодным решением.

Так, достаточно часто, заказчики предпочитают приобретать более дешевое оборудование, бывшее в употреблении, которое на языке профессионалов обозначается как «трансформаторы с хранения». В ряде случаев это решение может быть вполне оправданным, если трансформатор приобретается у надежной компании, гарантирующей его работоспособность. Однако если поставщик не может предоставить надежной гарантии, то лучше предпочесть более дорогостоящий вариант, но избавить себя от скорого выхода трансформатора из строя ввиду его изначальной неработоспособности.

Теперь в отношении конструктивных особенностей. Сегодня на рынке предлагается два типа силовых трансформаторов: с обычным и более современным гофробаком. При этом каждый из этих типов имеет как свои плюсы, так и минусы.

Герметичные трансформаторы с гофробаком представляются потребителю как более современное решение. Благодаря развитию технологий и появлению новых материалов, производители получили возможность изготавливать гофрированные тонкостенные конструкции. Данное решение позволяет компенсировать расширение трансформаторного масла вследствие его нагрева и, как следствие, изготавливать трансформаторы с меньшими габаритами, так как вместо массивных радиаторов охлаждения здесь устанавливаются гораздо более компактные решения. Однако подобная гофрированная конструкция не может обеспечить достаточную механическую прочность, из-за чего в разы увеличивается риск повреждения оборудования и необходимости его последующего дорогостоящего ремонта. Поэтому в том случае, если размер трансформаторной группы не имеет решающего значения, лучше выбирать оборудование с обычным баком.

Так трансформаторы типа ТМ сегодня пользуются наибольшей популярностью на рынке. Их бак изготавливается из стального листа толщиной до 4 мм, но не менее 2,5 мм, и дополнительно усиливается ребрами жесткости. Компенсация расширения масла при нагреве происходит за счет активного сообщения с окружающей средой через специальный расширитель. При этом в расширитель устанавливается воздухоосушитель, который отвечает за очистку и осушение поступающего в трансформатор воздуха.

Однако силовые трансформаторы ТМ требуют более серьезного подхода к обеспечению их эксплуатации. Необходимо проводить дополнительные испытания трансформаторного масла на всех стадиях его хранения и использования, а так же контролировать степень насыщения влагой сорбента воздухоосушителя, и при достижении максимально допустимых значений влажности, своевременно производить его замену. Поэтому суммарные эксплуатационные расходы в течение всего срока службы трансформатора в среднем составляют 40-60% от его стоимости.

Другой достаточно распространенный тип — ТМГ. Это трансформаторы с обычным баком в герметичном исполнении. Они не связаны с внешней средой через расширитель, а компенсация расширения масла происходит благодаря воздушной или азотной «подушке» — специального полого отделения в верхней части бака. Полная герметичность значительно снижает эксплуатационные расходы благодаря тому, что исключается контакт масла с воздухом, его окисление, увлажнение и шламообразование. Что сразу снижает эксплуатационные расходы, так как в течение всего срока эксплуатации не требуется проведения текущих, капитальных и профилактических ремонтов.

При этом при выборе трансформатора типа ТМГ достаточно часто заказчики приобретают оборудование с гофробаком. Однако здесь, как уже говорилось выше, необходимо принимать во внимание конкретные условия эксплуатации: минимизация возможных механических повреждений, жесткие требования к размеру оборудования и т.д. И в том случае, если заказчик не будет уверен в строгом соблюдении данных требований, более оптимальным вариантом будет выбор силового трансформатора с обычным баком.

### **Силовой трансформатор: сухой или маслonaполненный**

Другим важнейшим критерием выбора трансформатора является его тип с точки зрения «маслonaполненности». Т.е. сухой или масляный трансформатор. И хотя в последнее время активно распространяется мнение о более высоких эксплуатационных характеристиках сухих трансформаторов, это далеко не всегда является правдой.

Основное преимущество масляных трансформаторов — более надежная защита обмотки от любых внешних воздействий. Во-первых, это серьезно повышает надежность работы оборудования и уменьшает необходимость осуществления постоянного эксплуатационного

мониторинга. Во-вторых, в маслонаполненных трансформаторах очень низкое реактивное сопротивление, по сравнению с сухими аналогами с воздушной изоляцией.

Как известно специалистам, подавляющее большинство случаев выхода трансформаторов из строя происходят вследствие ослабления шинных соединений на выводных наружных контактах. При этом контакты всегда требуют серьезного контроля, вне зависимости от типа трансформатора. Между тем в случае масляного трансформатора, перегрев контакта вызовет только лишь разгерметизацию уплотнения или разрушение изолятора, ремонт которых не представляет особенной проблемы. Тогда как перегрев наружных контактов в случае сухого трансформатора повлечет за собой разрушение литой изоляции в зоне выводов из обмотки, ремонт которой, из-за необходимости замены всего блока обмоток, будет стоить гораздо дороже.

Помимо этого в сухих трансформаторах достаточно часто встречаются явления микроразрушения в блоках обмоток, происходящих из-за большого различия коэффициентов теплового расширения изоляции и проводника. В результате таких микроразрушений появляются частичные разряды, повышающие напряженность электрического поля и вызывающие непрерывные пробои в каждой микротрещине. Такие скрытые пробои без специального оборудования практически невозможно обнаружить. Они могут протекать неделями и месяцами, проявляясь лишь в своей финальной стадии разрушения: межслоевом или межвитковом коротком замыкании и, как следствие, выгорании обмотки.

В масляных трансформаторах, в силу особенностей их конструкции, этой проблемы не существует вовсе. Теоретически частичные разряды могут возникнуть при появлении пузырьков воздуха, однако в современных условиях производства такая вероятность практически полностью исключена.

### **Силовой трансформатор: выбор производителя и поставщика**

Производство трансформаторов высшего класса качества и надежности — это достаточно сложный технологический процесс, требующий обязательного соблюдения ряда условий. Во-первых, проектирование конструкции трансформаторов должно подразумевать использование самых современных конструктивных решений и последних достижений в данной области, а так же высокого качества самого подхода к проектированию, исключающего возможность пренебрежения основными требованиями в угоду определенных конструктивных решений.

Во-вторых, при производстве силовых трансформаторов должен полностью соблюдаться и качественно контролироваться технологический процесс, причем на всех его стадиях. Хороший производитель не только будет обеспечивать безусловное выполнение данного условия, но и постоянно внедрять новые методы испытания и контроля, способствующие выпуску продукции более высокого класса.

Однако не только производитель участвует в цепочке конечной поставки трансформатора потребителю. Не менее важное значение играет и правильный выбор поставщика. О поставке действительно качественного оборудования можно говорить только в том случае, если заказчик обращается в сертифицированную компанию, являющуюся авторизованным представителем конкретного производителя на местном рынке.

### **Требования к эксплуатирующей организации**

Выбор и поставка наиболее оптимального силового трансформатора достаточно часто зависит от корректности и профессионализма составления техзадания. Ведь именно исходя из представленного техзадания, проектировщики определяют несколько основных типов силового оборудования, которые в наибольшей степени будут подходить конкретным условиям эксплуатации. Соответственно, сделать наилучший выбор внутри техзадания — это уже, как говорится, «дело техники».