

дается более эффективным снижением потерь мощности в питающей сети.

Список литературы

1. Герман, Л. А. Поперечная емкостная компенсация в тяговой сети железных дорог. Промышленная энергетика. № 10 – 2009, с.30 – 35.
2. Серебряков, А. С., МАТНСАД и решение задач электротехники. Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта./ А. С Серебряков, В. В. Шумейко.// М.: Маршрут, 2005. – 240 с.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Д. А. Семенов, аспирант, преподаватель кафедры «Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства», НГИЭИ

Аннотация. Рассмотрены способы повышения надежности силовых трансформаторов. Приведены параметры исследования, на основании которых можно предположить, что объективную характеристику состояния изоляции могут дать измерения возвратного напряжения и напряжения саморазряда.

Ключевые слова: повышение надежности, коэффициент абсорбции, напряжение саморазряда, возвратное напряжение, сопротивление изоляции.

INCREASE OF RELIABILITY OF TRANSFORMERS IN DISTRIBUTIVE NETWORKS

*D. A. Semenov, the post-graduate student, the teacher
of the chair «Electrification and automation of agriculture»,
NGIEI*

Annotation. Ways of increase of reliability of power transformers are considered. Parameters of research on the basis of which it is possible to assume are resulted, that measurements of a returnable pressure and a pressure of the self-category can give the objective characteristic of a condition of isolation.

Keywords: increase of reliability, factor of absorption, a pressure of the self-category, a returnable pressure, resistance of isolation.

Распределительные сети (РС) оказывают большое влияние на устойчивость функционирования сельскохозяйственного производства. Наиболее важными аппаратами системы электроснабжения объектов агропромышленного комплекса в РС являются трансформаторы. Выход из строя трансформаторов вызывает перерыв в электроснабжении сельскохозяйственных потребителей. Это приводит в ряде случаев к порче и недоотпуску продукции, нарушению или прекращению технологических процессов и наносит значительный материальный ущерб на современных предприятиях по выработке продуктов животноводства на промышленной основе и крупных птицефабриках. Перерывы в электроснабжении отрицательно влияют на животных, а иногда могут быть причиной их гибели. Кроме того, при нарушении электроснабжения значительные неудобства испытывает и население современных сел и деревень.

Повышение надежности электроснабжения сельского хозяйства способствует увеличению качества и количества произведенной сельскохозяйственной продукции. Поэтому в настоящее время обеспечение надежного электроснабжения сельскохозяйственных районов является одной из важнейших задач. Повышение надежности распределительных трансформаторов является главной задачей для качественного электроснабжения различных потребителей. В предлагаемой статье рассмотрены основные пути повышения надежной работы трансформаторов.

На сегодня наиболее эффективным средством повышения надежности работы трансформаторного оборудования является внедрение методов и средств технической диагностики и мониторинга масляных трансформаторов. В качестве примера прибора для мониторинга можно указать прибор корпорации «Энергомаш (Екатеринбург) – Уралэлектротяжмаш» ТМТ-1, который позволяет: контролировать температуру верхних слоев масла трансформатора, определять максимальные и минимальные значения температуры за контролируемый период (день, неделю, месяц и год) и задавать систему охлаждения (Д, ДЦ, Ц или М). Он также может сигнализировать о возникновении нештатных ситуаций при превышении уставок по температуре. Прибор обеспечивает энергонезависимое хранение всех контролируемых параметров и может выдавать всю перечисленную информацию по интерфейсу в систему АСУ ТП. Кроме этого он позволяет точно контролировать температурные режимы, влияющие на срок службы трансформатора [1]. При этом, контролируя ток нагрузки и температуру масла по известной схеме теплового моделирования, определяется температура наиболее нагретой точки (ННТ) обмотки. Знание температуры ННТ позволяет рассчитывать остаточный ресурс трансформатора [3]. При известном ресурсе можно защититься от внезапных отказов,

а при необходимости своевременно заменить старый трансформатор на новый.

Однако для большинства сельскохозяйственных районов средства оперативной диагностики слишком затратные и требуют высококвалифицированных специалистов. Эти районы из-за нехватки специалистов, а также стоимости такого оборудования отказываются от современных средств диагностики. В связи с этим становится актуальной задача получить более доступный и простой способ определения остаточного ресурса трансформаторов. Для этого в электротехнической лаборатории кафедры «Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства» НГИЭИ проводятся исследования по определению параметров, с помощью которых можно было бы объективно установить оставшийся ресурс работы трансформатора. С этой целью были проведены измерения параметров распределительных трансформаторов по Княгининскому району с помощью измерительного прибора модернизированного мегаомметра типа Ф4102/2. С помощью этого прибора были измерены сопротивление изоляции, напряжение саморазряда и возвратное напряжение. Данные измерений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип трансформатора	№ тр-ра. дата	Год		И _р , %	Показатели измерения	Время испытания, сек. при:							
		Выпуска	Начало экспл.			1000 В				2500 В			
						15	30	45	60	15	30	45	60
ТМ100/10-66УИ КТП-147, д. Урга	77903 2010г	1983	1985	4,3 2	R, МОм	4	4	4	4	6,25	6,25	6,25	6,25
					U _с , В	95	50	30	28	250	110	70	48
					U _в , В	65	40	30	25	150	100	60	48
					R _{обр} , МОм	4	4	4	4	6,25	6,25	6,25	6,25
ТП100/10 КТП-52, д. Урга	2010г	1994	1994	3,9	R, МОм	145	145	145	145	275	275	275	275
					U _с , В	400	300	280	250	500	400	300	250
					U _в , В	300	290	250	240	500	400	350	300
					R _{обр} , МОм	145	145	145	145	275	275	275	275

Продолжение таблицы 1

ТМ250/10 д. Соловь- ево ТП-57	2010г	1960	Ввод 1971 1998		R, мОМ	5	5	5	5	20	20	20	20
					U _{С, В}	500	400	350	300	1200	1050	930	850
					U _{В, В}	450	420	400	380	1150	1050	1000	920
					R _{обр, МОМ}	5	5	5	5	20	20	20	20
ТМ160/10- У1 Покров ТП-85	21.07. 10г.	1986	1986	4,7	R, мОМ	50	50	50	50	62,5	62,5	62,5	62,5
					U _{С, В}	30	22	15	12	75	35	22	15
					U _{В, В}	25	15	10	10	50	30	20	12
					R _{обр, МОМ}	50	50	50	50	62,5	62,5	62,5	62,5
ТП100/10 КТП-51, д. Урга	864А3 00, 12.07. 11г	1986	1991	4,7 5	R, мОМ	120	125	125	126	120	125	126	126
					U _{С, В}	40	20	16	14	66	28	24	20
					U _{В, В}	21	14	11	10	39	21	19	19
					R _{обр, МОМ}	120	126	126	127	120	125	126	126
ТМ100/10- 66УИ КТП-147, д. Урга	77903 14.07. 11г	1983	1985	4,3 2	R, мОМ	100	110	110	110	75	100	110	110
					U _{С, В}	70	34	26	18	150	70	40	30
					U _{В, В}	45	29	19	15	95	53	35	28
					R _{обр, МОМ}	100	105	110	110	75	100	110	115

Принято считать, что состояние изоляции определяют значения сопротивления изоляции и коэффициент абсорбции, но, как показали исследования, они не дают объективной оценки состояния трансформатора, что видно из рис 1.

Из таблицы видно, что у трансформатора на КТП-147 в 2010 году коэффициент абсорбции

$$K_{аб} = \frac{R_{40}}{R_{15}} = \frac{4}{4} = 1,$$

при этом сопротивление низкое. А у трансформатора на КТП-52 сопротивление выше при таком же коэффициенте абсорбции

$$K_{аб} = \frac{R_{40}}{R_{15}} = \frac{145}{145} = 1,$$

который должен быть не менее чем 1,3. Также спустя 1 год у трансформатора на КТП-147 мы видим, что сопротивление значительно увеличилось, и коэффициент абсорбции стал равен:

$$K_{аб} = \frac{R_{20}}{R_{15}} = \frac{110}{100} = 1,1.$$

А напряжение саморазряда и возвратное напряжение в 2011г по сравнению с 2010 годом снизилось, это видно из рис. 2.

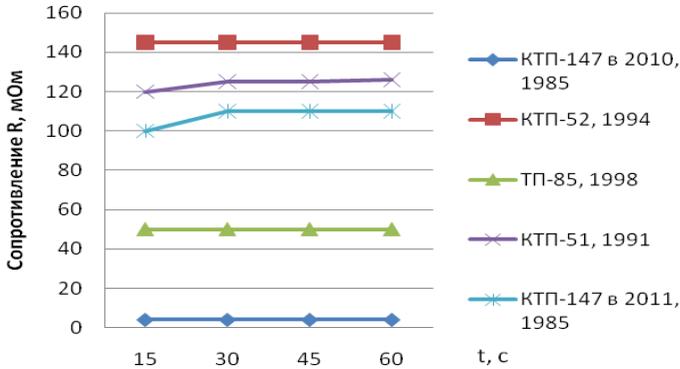


Рис. 1. Параметры сопротивления изоляции трансформаторов при заряде ее от источника напряжения 1000 В

Поэтому более объективную оценку можно получить, если наряду с измерением сопротивления изоляции измерять напряжение саморазряда и возвратное напряжение [2]. Напряжение саморазряда измеряют на объекте испытания в течение одной минуты после отключения его от источника испытательного напряжения.

Возвратное напряжение измеряют также в течение одной минуты после кратковременного разряда на землю предварительно заряженной изоляции. Оба параметра, и напряжение саморазряда и возвратное напряжение обусловлены накоплением зарядов абсорбции внутри изоляции. Поэтому их называют абсорбционными параметрами изоляции. С увеличением времени эксплуатации транс-

форматора сопротивление изоляции не всегда снижается пропорционально времени эксплуатации рис. 1. В то же время напряжение саморазряда более тесно коррелируется с износом изоляции. На рис. 3 хорошо видно, чем больше трансформатор находится в эксплуатации, тем ниже его значение напряжения саморазряда и возвратного напряжения.

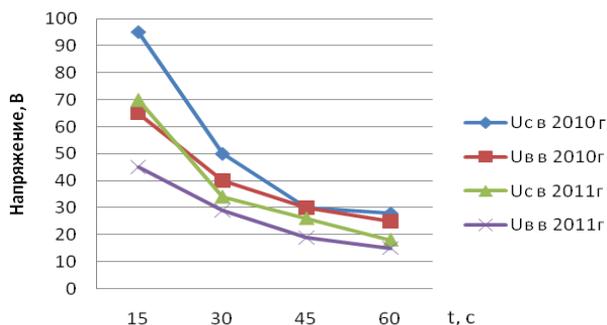


Рис. 2. Напряжение саморазряда и возвратное напряжение КТП-147 в 2010 и 2011 гг.

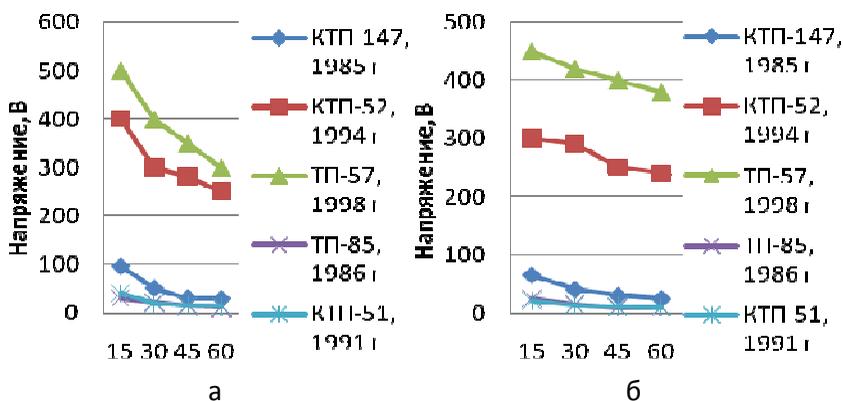


Рис. 3. Сравнение напряжения саморазряда (а) и возвратного напряжения (б) в зависимости от года эксплуатации

На основании вышеизложенного мы можем предположить, что объективную характеристику состояния изоляции можно получить, измеряя возвратное напряжение и напряжение саморазряда. Тем самым предупредить отказ трансформатора и своевременно принять необходимые меры. Для подтверждения нашей гипотезы исследования продолжаются.

Список литературы

1. Приборы мониторинга силовых трансформаторов. <http://www.energyland.info/analitic-show-56370>.
2. Серебряков, А. С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 280с.
3. Серебряков, А. С. Трансформаторы. Учебное пособие. – Княгинино: НГИЭИ, 2010. – 300 с.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВА СИЛОСА ИЗ ОДНОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВ

Н. Н. Кучин, зам. директора по научной работе, д. с.-х. н., профессор ГНУ ННИИСХ;

А. П. Мансуров, к. с.-х. н., профессор кафедры «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» НГСХА;

И. А. Шишкина, аспирант, ст. преподаватель кафедры «Механизация переработки продукции животноводства» НГСХА

Аннотация. Представлена совершенствуемая технология товарного производства, обеспечивающая эконо-