

**“ХЮНДАЙ ХЕВИ ИНДЪСТРИС Ко.  
БЪЛГАРИЯ” АД**

**ИНСТРУКЦИЯ**

**ЗА ПОДДЪРЖАНЕ И РЕВИЗИЯ НА СИЛОВИ  
ТРАНСФОРМАТОРИ**

**ТЕ-102**

**СОФИЯ 1998**

# ИНСТРУКЦИЯ ЗА ПОДДЪРЖАНЕ И РЕВИЗИЯ НА СИЛОВИ ТРАНСФОРМАТОРИ

## 1. ПОДДЪРЖАНЕ

Основният фактор за правилното поддържане на трансформатора е правилната му експлоатация (правилното му използване). Условието за експлоатация на трансформатора са определени от номиналните условия на работа, съгласно договора за доставка и от техническите параметри на трансформатора, посочени на неговата табелка.

Всички защиты на трансформатора трябва да бъдат правилно настроени и да бъдат в изправност. Една част от защитите, като газовата, термичната, против свръхналягане, са предвидени в конструкцията на трансформатора и се доставят от завода - производител. Останалата част от защитите, като максималнотокова, диференциална, срещу постъпващи откън пренапрежения, заземителна и други се предвиждат в проекта на подстанцията, където ще работи трансформаторът.

Преди включването на трансформатора в работа, трябва да бъдат задействани всичките му защиты и да бъде установено правилното им действие.

Когато трансформаторът бъде изключен от някоя защита, която задейства при повреда активната част (магнитопровода и намотките) на трансформатора (газова, диференциална) или при неуспешно автоматично повторно включване, трансформаторът може да бъде включен само след установяване и отстраняване на причините.

При задействане на газовата защита на сигнал, веднага трябва да се вземе проба от отделящия се газ и да се провери дали той гори. Ако газът гори, трансформаторът трябва незабавно да бъде изключен.

През времето, през което трансформаторът работи, той подлежи на наблюдение от компетентни лица. Сроковете за извършване на огледите и обема на проверките се определят от организацията - притежател на трансформатора, така че да бъде предотвратено

допускането на повреди в трансформатора. Като препоръка се предлага огледът на трансформатора да се прави:

- при постоянно дежурство или местно - най-малко 1 път в денонощието;

- при всички останали случаи - най-малко 1 път в месеца.

При огледа трябва да се проверят и запишат:

- показанията на термометрите;

- състоянието на казана, евентуални течове;

- нивото на маслото в разширителя и съответствието му с температурата;

- състоянието на охладителната система и управлението ѝ;

- състоянието на силикагела в изсушителя на въздуха, и на нивото на маслото във филтъра му;

- състоянието на присъединителните клеми и отсъствието на външни признаци за прегряването им;

- състоянието на заземлението и заземителната система.

Изключването на трансформатора от мрежата е необходимо при установяване на следните неизправности:

- силен, непрекъснат шум или пукане, трещене вътре в трансформатора;

- изхвърляне на масло от казана или счупване на стъклената мембрана на предпазната тръба за освобождаване на свръхналягането в казана;

- ненормално и постоянно нарастващо загряване на трансформатора, при номинално натоварване и охлаждане;

- силен теч на маслото и спадане на нивото му под допустимото;

- рязко изменение на цвета на маслото;

- откъртване или пукнатина по порцелана на проходните изводи или наличие на повърхностно пропълзяване по тях или следи от такова;

- наличие в маслото на овъглени частици, вода, механическо замърсяване, увеличено киселинно число на маслото (mg KOH/g) или намаляване на пламната му точка с повече от 5°C спрямо тази при първоначалното му зареждане.

След отстраняване на причините за съответната неизправност,

трансформаторът се подлага на измерване и изпитване, както преди въвеждането му в експлоатация.

Обслужването, прегледа и поддържането на стъпалния регулатор, моторното му задвижване и принадлежностите му, като реле RS 1000, указателя на положенията и др. се извършват в съответствие с специалните за тях инструкции.

Текущият ремонт на трансформатора с изключването му от мрежата се извършва не по-рядко от 1 път в годината, по възможност през летния период.

При текущият ремонт на трансформатора, свързан с изключването му, но без отваряне на активната част се проверява:

- проходните изводи - клемните им връзки, защитните искрища, порцелановите тела да са здрави, без следи от разразили се по повърхнината им електрически пропълзвания или електрически дъги, като се почистват със спирт и парцал от мек плат;

- Нивото на маслото в консерватора и работата на нивопоказателите;

- стъклената мембрана на тръбата за освобождаване на свръхналягането при авария;

- изпускат се утайките от утайниците на разширителя;

- газовото реле и всички пробки за обезвъздушаване;

- ръчно се задействат на сигнал и изключване контактите на термометъра, измерващ температурата на маслото;

- ръчно се задействат контактите на термометъра, който управлява охладителната, вентилационна система;

- подменява се греста в лагерите на двигателите на вентилаторите;

- оглежда се казана и всичките му принадлежности за теч, особено тези, които от нивото на терена не може да бъдат огледани;

- джобовите на термометрите, разположени на капака на казана и наличието в тях на необходимото количество масло, както и правилността на монтажа на активните елементи на термометрите;

- почистват се капака на трансформатора и охладителните радиатори;

- заземлението;
- изолационното състояние на трансформатора;
- изпитване на проба от маслото от двете нива на казана;
- ако е необходимо силикагелът на изсушителя се изсушаван или се заменя с нов;

- ако се налага и масленият филтър на изсушителя, трябва да се промие и зареди с ново и чисто масло.

## 2. РЕВИЗИЯ

Под ревизия на активната част на един трансформатор се разбира съвкупността от всички дейности, свързани с отварянето му, оглеждане, проверка на състоянието на активната му част, отстраняване на установените неизправности, затваряне на трансформатора и довеждането му до състояние, годно за експлоатация или съхранение.

Преглед на активната част на трансформатора се прави, когато са били нарушени някои от изискванията на инструкциите за транспорта и съхранението или след породили се обстоятелства, които довеждат до повреда на активната му част. Повод за ревизия на активната част на трансформатора може да бъдат също и констатации за неизправност при периодични (или инцидентни) измервания, отделяне на горящ газ, задействане на диференциалната защита и други. В зависимост от практиката на организацията - собственик на трансформатора, ревизия може да се извършва и периодически, без да има конкретен повод за това. Препоръчва се за трансформатори с мощност над 16 MVA с високи напрежения над 60 kV, да се прави ревизия на всеки 5 години.

По правило ревизия на активната част на трансформатора се извършва в закрито помещение, където може да бъдат създадени необходимите условия за нея.

Температурата на активната част на трансформатора през цялото времетраене на съприкосновението ѝ с въздуха трябва да бъде най-малко с 5°C по-висока от температурата на оросяването - за

препоръчване е тя да бъде над  $10^{\circ}\text{C}$ . Точката на оросяване на въздуха в зависимост от температурата и относителната му влажност е посочена в таблица 1.

Работата по ревизията трябва да се организира така, че времетраенето на съприкосновението на активната част на трансформатора с въздуха да бъде по възможност най-малко и във всеки случай не повече от: 16 часа при относителна влажност на въздуха до 75% - 10 часа при относителна влажност на въздуха до 85%.

При влажност по-голяма от 85%, ревизията трябва задължително да се проведе в закрито помещение, където относителната влажност може да бъде намалена до желаната стойност.

За начало на съприкосновението на активната част на трансформатора с въздуха се счита моментът, в който при източването на маслото на трансформатора нивото му ще спадне до горните ярмови изолации, а за край - моментът в който е достигнат предписания вакуум в трансформатора преди започване на пълненето му с масло. Когато трансформаторът се отваря без източване на маслото, времето се отчита от момента на изваждането на активната част от маслото, до потопяването ѝ в него, и то така, че всички изолации да са под нивото на маслото.

Маслото се източва в чисти, сухи, добре проверени съдове, в които да няма никакви отпадъци, които биха замърсили маслото механически, биха създали в него физическа смес или биха влезли с него в химическо взаимодействие. Преливането на маслото трябва да става без то да контактува с околния въздух. При тази манипулация (а и при пълненето) намотките и казана трябва да бъдат заземени.

На монтажния чертеж на трансформатора е показан начина на изваждане на активната му част от казана, както и минималната необходима височина на повдигателното съоръжение. Посочена е също устойчивостта на казана в празно състояние на вакуум изразен чрез остатъчното налягане в kPa.

Когато прегледът на активната част на трансформатора се извършва по определен повод (наличие на признаци за някаква повреда), най-напред се извършва оглед и проверка, като включително

се правят възможните измервания за установяване на повредата и изясняването на причините, довели до повредата. След това, а даже и в случай, че ревизията не е по повод на определена повреда се започва с почистването на утайки и други замърсявания. Проверката се извършва в определена последователност. Първо се прави преглед на изправността на цялата система за заземяване (свързване към "Маса") на всички метални елементи, като магнитопровод, греди, притегателни пръстени, елементи, притягащи гредите, общото зазем-ление към казана. След това чрез последователно премахване на за-земленията се проверява изправността на изолацията на изброените елементи, доколкото в конструкцията е предвидена такава, при което се проверяват всички изолационни елементи. Преглежда се стъпалния регулатор на напрежението под товар или регулатора на напрежението за превключване без възбуждане, като се прави проверка на механичката му здравина, за следи от евентуални пробиви, нагар по контактната им система, разхлабени клемни съединения и други. След това се пристъпва към проверка на всички винтови съединения, които евентуално се притягат и законтрят.

При необходимост активната част на трансформатора може да бъде отделена от капака.

По време на цялата тази дейност, трябва да се внимава да не се стъпва по уплътнителите, изолационните и дървени детайли, да не се причинява замърсяване и механически повреди на изолациите.

За да не се допусне оставането на инструмент или какъвто и да било чужд предмет в трансформатора е необходимо преди отварянето му да се направи списък на всички инструменти, уреди, приспособления, материали и други, които ще бъдат използвани, и накрая на работата да бъде проверено наличието им.

Запълването на трансформатора с изолационно масло трябва да става под вакуум при остатъчно налягане в казана в празно състояние, посочено в монтажния план на трансформатора, приложен в техническата клиентска документация. Вакуумпомпата се свързва към крана, разположен на капака на трансформатора, предназначен за филтриране на маслото.

Създаването на остатъчно налягане, а също и нарушаването му трябва да става бавно (например по 13 кРа за 15 мин.). Когато се достигне предписаното остатъчно налягане, затваря се крана към вакуумпомпата и последната се спира. Отчита се остатъчното налягане в трансформатора и се записва. В това състояние трансформаторът се държи в продължение на 1 час, след което остатъчното налягане отново се отчита. Ако то се е увеличило (вакуумът се е влошил) с повече от 1 кРа, причината за утечката трябва да се открие и отстрани.

След като се убедим, че трансформаторът е добре херметизиран, при поддържане на предписаното остатъчно налягане, през долния изпускателен кран на казана се вкарва изолационното масло при съблюдаване на указанията, дадени в инструкция ТЕ-202.

Електрическите и физикохимическите характеристики на изолационното масло за зареждане на трансформатора трябва да отговарят на БДС 13357-76 "Масла нефтени Електроизолационни - Техничес-ки изисквания при експлоатация".

Остатъчното налягане, температурата на маслото и дебитът на постъпването му в трансформатора трябва да бъдат следени през цялото време на пълненето му.

Останалите дейности по пълното възстановяване на трансформатора са описани в инструкция ТЕ-100, раздел 3 "Монтиране на трансформатора на обекта и приготвянето му за въвеждане в експлоатация".

Всички външни принадлежности на трансформатора: порцелановата част на проходните изводи, газовото и струйни релета, магнитните нивопоказатели, моторното задвижване на стъпалния/те регулатор/и и на напрежението под товар, шкафа за управление на вентилаторите, кутиите за защитите им, двигателите на вентилаторите (включително подмяната на греста в лагерите им), контактните термометри, заземяването и зануляването им, а също така и някои кранове и пробки (ако за последните това е възможно) трябва да бъдат проверени, докато активната част не е още в контакт с околния въздух. Останалите кранове и пробки, чиито ревизии са възможни само, когато трансформаторът е без масло се ревизират едновременно с



ревизирането на активната част. Работата трябва да бъде организирана така, че техният преглед и евентуален ремонт да не станат причина за удължаване времето на престоя на активната част в съприкосновение с въздуха. Проходните изводи се проверяват за изправност на клемните съединения, предпазните изкрища, по отношение откъртване от порцелановите тела, следи от електрическа дъга или повърхностни пробиви и др. След огледа порцелановите тела се почистват с мек памучен плат и спирт.

След ревизията трансформаторът се подготвя за въвеждане в действие или съхранение, в съответствие с наличните инструкции ТЕ-100 или ТЕ-101.

Таблица 1

Определяне точката на оросяване на въздуха в зависимост от температурата и влажността му

Отно- сител- на	Температура на въздуха, °С													
	0	5	10	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
влаж- ност	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
	(%)													
90	-10	3.5	8.5	13.3	14.3	15.7	16.4	17.3	18.2	19.2	23.0	21.2		
	22.1	23.3	24.2	25.1	26.0	27.1	28.2	29.1	30.1	31.0	31.8	33.0		
85	-2.0	2.5	7.5	12.4	13.3	14.3	15.2	16.4	17.3	18.3	19.3	20.3		
	20.9	22.2	23.1	24.2	25.0	25.8	27.0	28.2	29.1	29.8	30.9	31.7		
80	-3.0	1.8	6.5	11.0	12.2	13.2	14.3	15.2	16.1	17.2	18.3	19.3		
	20.3	21.1	22.1	22.8	23.2	24.9	25.3	27.0	28.0	29.0	29.8	30.5		
75	-3.5	0.8	5.8	10.2	11.3	12.2	13.3	14.3	15.3	16.3	17.2	18.3		
	19.3	20.2	21.0	22.0	22.8	23.8	24.8	26.0	26.8	27.8	28.6	29.5		
70	-4.4	-0.2	4.5	9.5	10.3	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0		
	17.8	19.0	20.1	20.8	21.8	22.6	23.8	24.5	25.5	26.5	27.3	28.3		
65	-5.0	-1.0	3.4	8.3	9.0	10.0	10.9	11.8	12.7	13.8	14.8	15.7		
	16.6	17.7	18.7	19.6	20.3	21.3	22.3	23.2	24.2	25.3	26.1	26.8		

60	-6.8	-2.0	2.8	7.0	8.0	8.6	9.8	10.5	11.5	12.4	13.4	14.4			
	15.4	16.4	17.3	18.2	19.1	20.1	21.3	22.4	22.8	23.7	24.6	25.4			
55	-7.5	-3.8	1.0	5.7	6.5	7.5	8.3	9.8	10.2	11.0	11.8	13.0			
	13.9	14.8	15.8	16.8	17.6	18.6	19.7	20.5	21.4	22.3	23.4	23.9			
50	-8.5	-4.3	-0.5	4.3	5.0	6.0	6.8	7.8	8.6	9.5	10.5	11.5			
	12.4	13.2	14.3	15.4	16.0	17.0	17.9	19.3	19.8	20.7	21.5	22.3			
45	-9.8	-5.5	-1.8	2.5	3.5	4.5	5.8	6.1	7.0	8.0	8.8	9.7			
	10.6	11.5	12.4	13.3	14.3	15.2	16.1	17.0	18.0	18.9	19.8	20.5			
40	-11.0	-7.0	-3.8	1.0	1.8	2.4	3.5	4.4	5.3	6.3	7.0	8.0	8.9		
	9.8	10.5	11.5	12.4	13.3	14.2	15.3	16.0	17.2	17.9	18.5				
35	-12.8	-9.0	-4.5	-1.0	-0.3	8.8	1.5	2.4	3.2	4.3	5.0	6.0	6.9		
	7.6	8.5	9.5	10.3	11.0	11.8	13.3	13.5	14.8	15.5	16.3				
30	-14.5	-10.5	-6.5	-3.0	-2.0	-1.5	-0.5	0.5	1.0	2.0	3.0	3.5	4.5		
	5.5	6.3	7.0	8.0	8.6	9.5	10.3	11.0	12.0	13.3	13.8				
25	-16.5	-13.0	-9.0	-4.8	-4.3	-3.5	-3.0	-2.3	-1.5	-0.7	0.0	1.0	1.8		
	2.5	3.5	4.3	5.0	6.0	6.9	7.6	8.5	9.3	10.0	10.7				
20	-19.0	-15.3	-11.8	-8.0	-7.0	-6.5	-5.5	-4.8	-4.3	-3.5	-3.0	-2.0	-1.2		
	-0.2	0.0	1.0	2.0	2.5	3.0	4.5	5.0	6.0	6.5	7.3				