

Измерения и испытания

Измерение сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции.

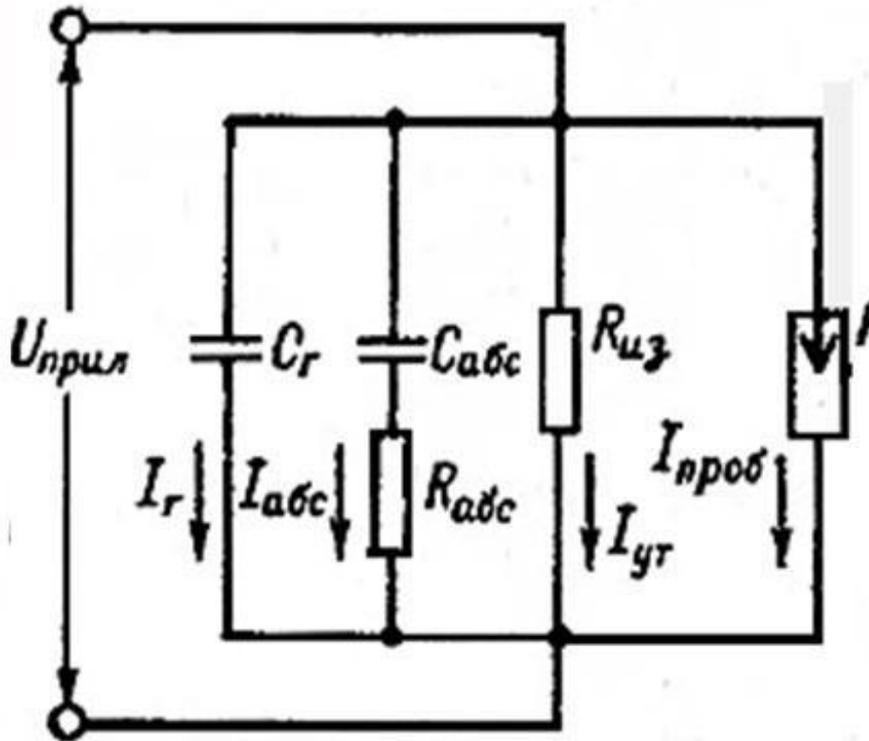


Рис. 8.11. Схема замещения изоляции электрооборудования

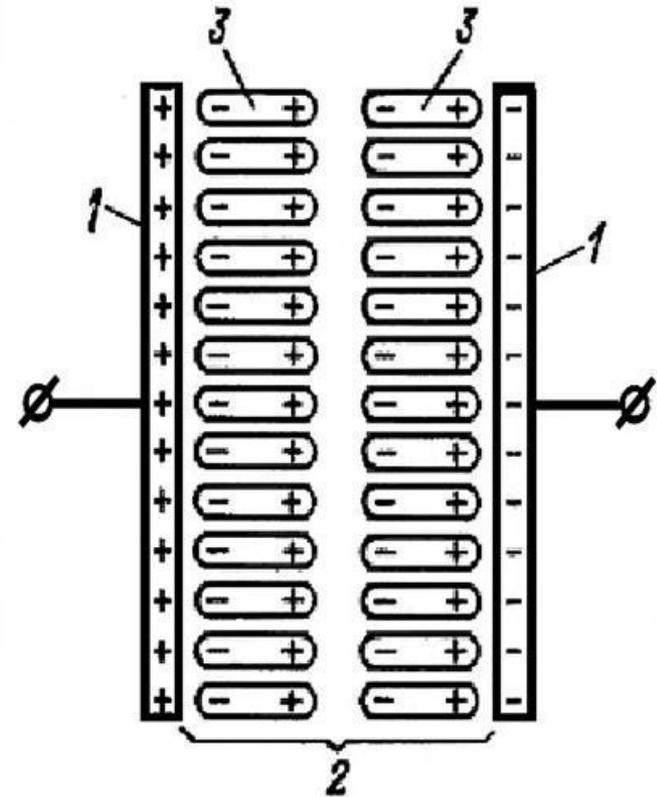


Рис. 8.12. Условная схема диэлектрика:

1 - обкладка конденсатора (на границах диэлектрика); 2 - диэлектрик - среда; 3 - диполь -

Измерения и испытания

$$I_{зар} = (U / R_{абс}) e^{-t/\tau}$$

где

$I_{зар}$ - ток заряда абсорбционной емкости;

U - приложенное напряжение;

t - время приложенного напряжения;

$\tau = R_{абс} C_{абс}$ - постоянная времени;

e - основание натуральных логарифмов.

Измерения и испытания

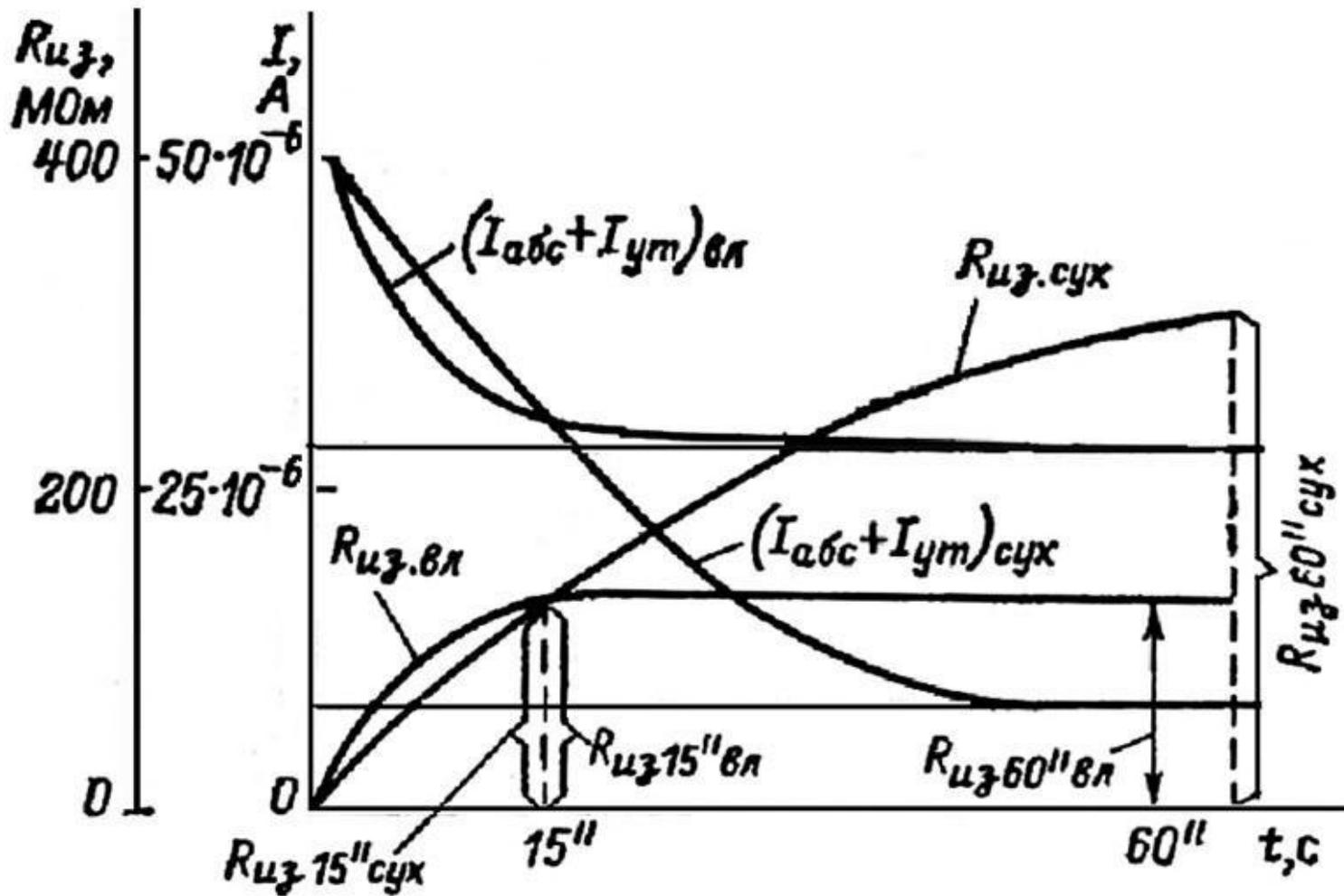


Рис. 8.13. Кривые изменения во времени токов и $R_{из}$ сухой и влажной изоляции при подведении к ней выпрямленного напряжения

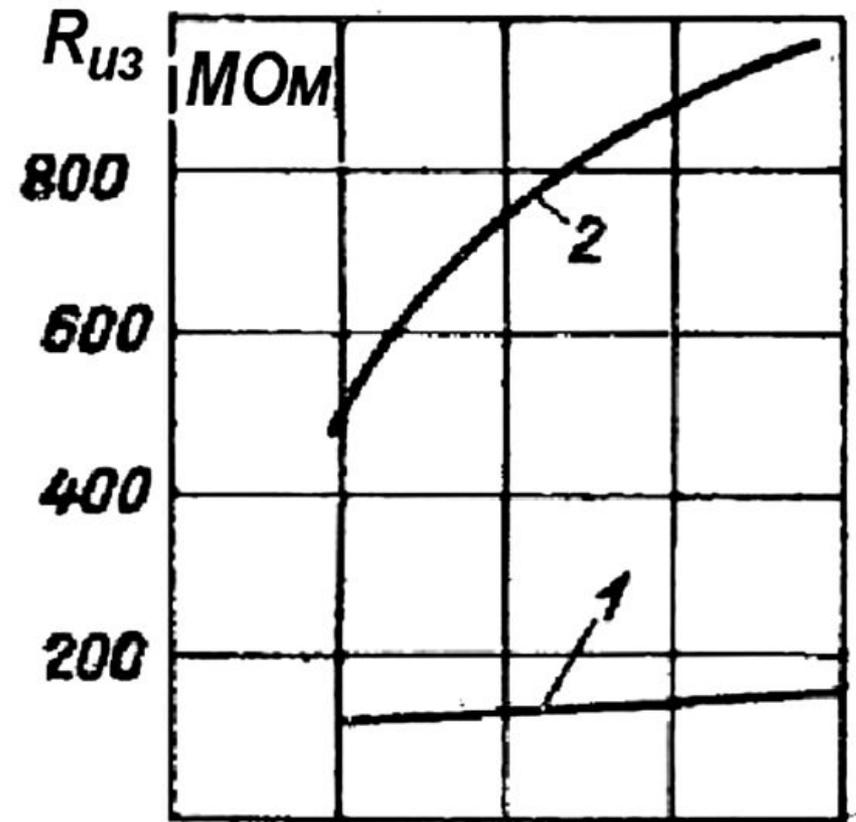
Измерения и испытания

Коэффициент абсорбции $K_{абс}$ - отношение $R_{из} = R_{60}$, измеренного мегаомметром через 60 с с момента приложения напряжения, к $R_{из} = R_{15}$, измеренному через 15 с:

$$K_{абс} = R_{60} / R_{15}$$

Рис. 8.14. Кривые изменения сопротивления изоляции $R_{из}$ во времени для силового трансформатора:

- 1 - влажного ($R_{60}/R_{15} \approx 1,1$);
- 2 — высушенного ($R_{60}/R_{15} \approx 1,7$)



Измерения и испытания

Таблица приведения измеренных значений
сопротивления изоляции класса В $R_{из}$
к одной температуре:

Разность температур $t_2 - t_1, \text{ }^\circ\text{C}$	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
Коэф-т изменения $R_{из}$	1,04	1,08	1,13	1,17	1,22	1,5	1,84	2,25	2,75	3,4

Измерения и испытания

Метод «емкость - время» используется для дополнительной оценки состояния волокнистой изоляции класса А.

У сухого трансформатора значение $\Delta C_{\text{сух}}$ незначительно [$(0,02 \div 0,08)C$ при $t=10^\circ C$], у влажного - (также при $t=10^\circ C$) $\Delta C_{\text{вл}} \gg 0,1C$.

Для других значений температур максимально допустимые величины отношения $\Delta C_{\text{сух}}/C$ приведены ниже:

Температура при проведении измерения, °C	10	20	30	40	50
$\Delta C / C, \%$	8	12	18	29	44

Измерения и испытания

Метод частотной зависимости емкости (емкостно-частотный метод) применяется для оценки состояния волокнистой изоляции класса А, используемой в силовых трансформаторах напряжением 35 кВ и ниже.

Метод измерения токов утечки при различных значениях приложенного к изоляции выпрямленного напряжения применяется в качестве дополнительного метода оценки состояния изоляции класса по характеристике

$$I_{ут} = f(U_{выпр})$$

где $I_{ут}$ - ток утечки;

$U_{выпр}$ - прикладываемое к изоляции напряжение.

Измерения и испытания

Критерием увлажненности благодаря этому может служить *коэффициент нелинейности*

$$K_{\text{нелин}} = R_{\text{из1}} / R_{\text{из2}},$$

$R_{\text{из1}}$ - сопротивление изоляции постоянному току при значении тока утечки, соответствующем минимальному испытательному напряжению ($U_{\text{исп}} = 0,5 U_{\text{ном}}$),

$R_{\text{из2}}$ - сопротивление изоляции постоянному току при значении тока утечки, соответствующем $U_{\text{исп}} = U_{\text{макс}}$.

Измерения и испытания

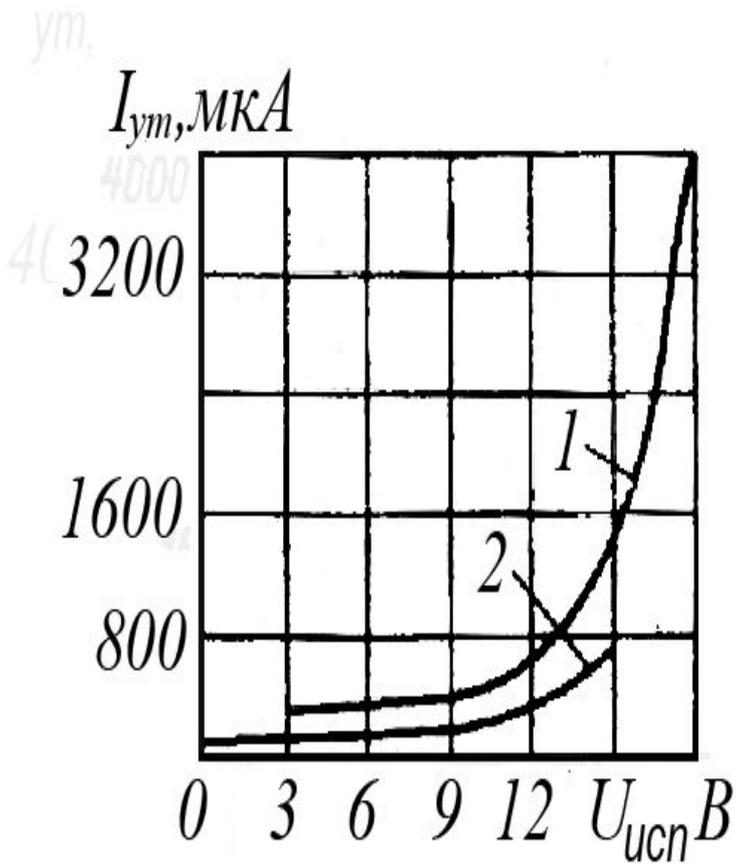


Рис. 8.15. Зависимость токов утечки $I_{ут}$ от приложенного напряжения для электродвигателя 6 кВ.

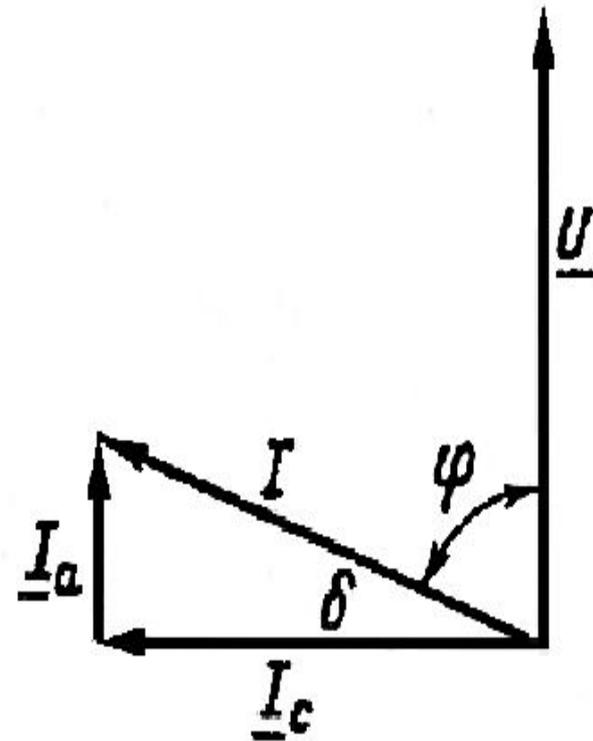


Рис. 8.16. Диаграмма токов при приложении к изоляции переменного напряжения

Измерения и испытания

Метод испытания по тангенсу угла диэлектрических потерь является распространенным методом определения состояния изоляции оборудования

$$tg\delta = I_a / I_c.$$

где I_a - активная составляющая тока утечки, проходящего через изоляцию при приложении к ней переменного напряжения, обусловленная активными потерями на нагрев и ионизацию в каждый период приложенного переменного напряжения;

$I_r = I_c$ - реактивная составляющая тока утечки, обусловленная зарядом и разрядом емкости в каждый период приложенного переменного напряжения.

Измерения и испытания

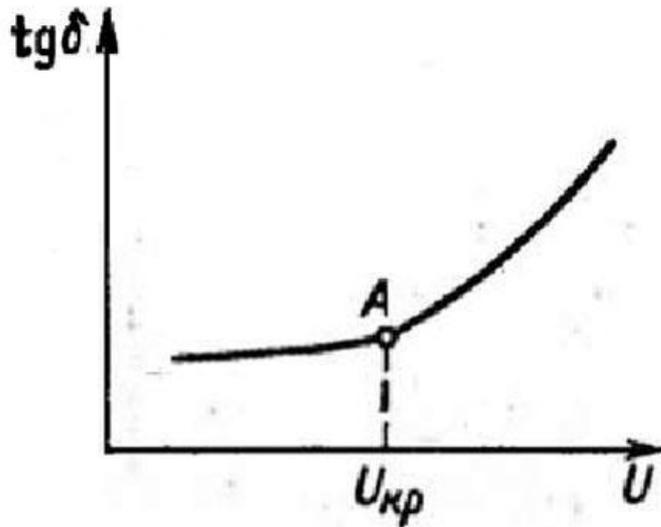


Рис. 8.16. Зависимость $tg \delta$ от приложенного напряжения

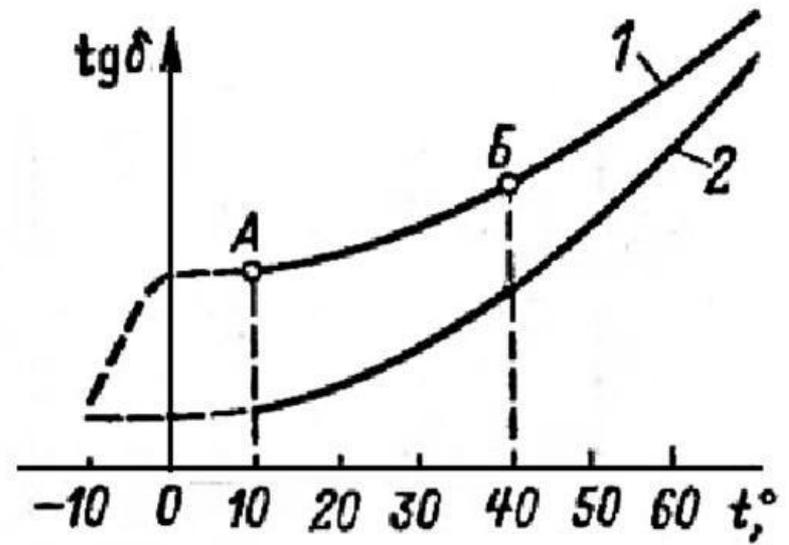


Рис. 8.17. Зависимость $tg \delta$ от температуры

A — точка начала ионизации;
 $U_{кр}$ - критическое напряжение, при котором начинается ионизация.

1 — увлажненная изоляция;
 2 — сухая изоляция;
 AB - зона устойчивых измерений; пунктиром показаны участки неустойчивых измерений.

Измерения и испытания

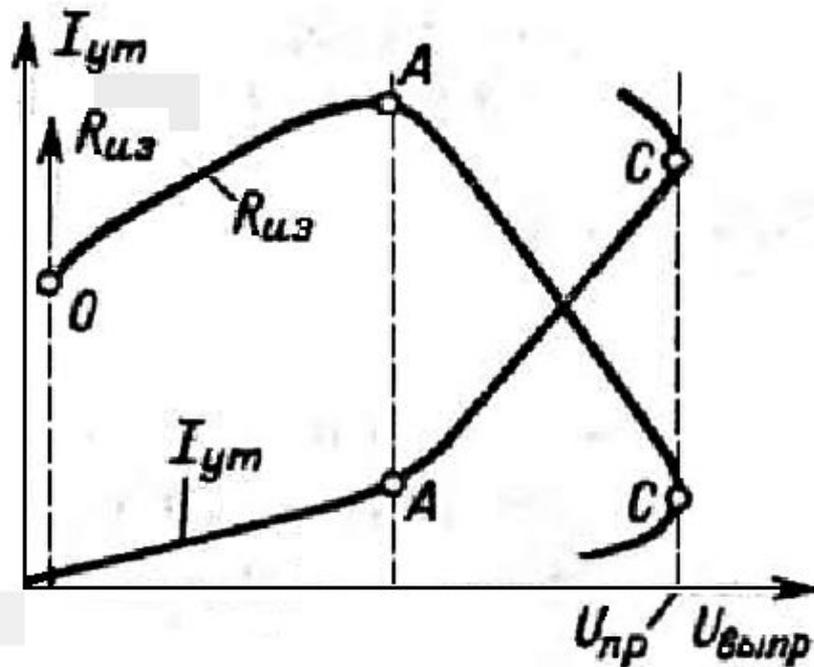
Испытание изоляции повышенным напряжением промышленной частоты 50 Гц производится для выявления грубых и сосредоточенных дефектов в главной и междувитковой изоляции, которые из-за недостаточного уровня напряженности электрического поля при предварительной проверке и измерениях не могли быть обнаружены,

Испытание изоляции повышенным напряжением, которое является основным испытанием, после которого выносится окончательное суждение о возможности нормальной работы оборудования в условиях эксплуатации.

Испытание повышенным выпрямленным напряжением производится главным образом для испытания изоляции крупных электрических машин, тяг выключателей, разрядников и силовых кабелей.

Измерения и испытания

Предупреждение о развитии теплового пробоя во время испытаний



Участок OA - дефект не проявляется;
 A - критическая точка, после которой $R_{из}$ резко падает, а $I_{ут}$ резко возрастает;
участок AC - сильная ионизация дефектного промежутка, форсирование условий для пробоя;

C — точка пробоя изоляции при напряжении пробоя $U_{пр}$

Рис. 4.10. Зависимость сопротивления изоляции $R_{из}$ и тока утечки $I_{ут}$ от приложенного выпрямленного напряжения:

Измерения и испытания

Проверка схем электрических соединений

Наряду с испытаниями основного электрооборудования осуществляется **проверка схем внутренних и внешних электрических соединений** в соответствии с проектом станции или подстанции и **связь их с энергосистемой**.

К проверке внешних схем электрических соединений относится также **проверка соответствия размещения** оборудования (электродвигателей, выключателей, щитов или панелей, шкафов управления ими и т.п.) **схеме заполнения**, являющейся неотъемлемой частью проекта. Такая схема предусматривает определенное расположение всего электрооборудования в отдельных помещениях электростанции или подстанции и аппаратуры их вторичных устройств.

Измерения и испытания

Опробование перед вводом оборудования и сооружения
в эксплуатацию

Перед вводом (приемкой) в эксплуатацию нового либо
прошедшего ремонт, оборудования должны быть
проведены:

- *индивидуальные* и *функциональные испытания*
оборудования и отдельных систем, завершающиеся
пробным пуском основного и вспомога-тельного
оборудования;
- *комплексное опробование* оборудования.

Измерения и испытания

Основным методом оценки состояния нового электрооборудования перед включением в эксплуатацию, является сравнение результатов измерений и испытаний с допустимыми, предусматриваемыми специальными нормами и основными нормативными документами:

«Нормы испытания электрооборудования»

«Правила устройства электроустановок»

Окончательным способом оценки возможности включения электрооборудования является его **комплексное опробование в работе.**

Индивидуальные и функциональные испытания оборудования и отдельных систем должны быть проведены генподрядчиком с привлечением персонала заказчика после окончания всех строительных и монтажных работ по данному узлу.

Проверяется выполнение и соблюдение:

- строительных норм и правил (СНиП),
- ГОСТов, включая систему стандартов безопасности труда (ССБТ),
- норм технологического проектирования (НТП),
- норм и требований законодательства по энергосбережению и экологического кодекса,
- предписаний органа по государственному энергетическому надзору и контролю и иных органов государственного надзора,
- ПУЭ, ПТЭ и правил охраны труда,
- правил взрыво- и пожаробезопасности,
- указаний и инструкций заводов-изготовителей по монтажу оборудования.

Измерения и испытания

Комплексное опробование, при котором проверяется совместная работа основных агрегатов и всего вспомогательного оборудования под нагрузкой, **должен проводить заказчик**.

Началом комплексного опробования энергоустановки считается момент включения ее в сеть или под нагрузку. Комплексное опробование оборудования считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы основного оборудования **в течение 72 часов:**

- для АЭС, тепловых электростанций и котельных на основном топливе - с номинальной нагрузкой и проектными параметрами пара;
- для гидроэлектростанций - с напором и расходом воды, предусмотренными в пусковом комплексе параметрами, и при постоянной или поочередной работе всего вспомогательного оборудования, входящего в пусковой комплекс.

Измерения и испытания

Все результаты проверки, испытаний и опробования электрооборудования в процессе наладочных работ оформляются протоколами или отчетами.

В **электроустановках** комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы оборудования под нагрузкой в течение 72 часов, а линий электропередачи – в течение 24 часов.

В **тепловых сетях** комплексное опробование считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы оборудования под нагрузкой в течение 24 часов с номинальным давлением, предусмотренным проектом.

Измерения и испытания